

## Etude géographique des facteurs de développement des moustiques dans les localités à risque potentiel de paludisme à Chiépo, en Côte d'Ivoire

### [ Geographical study of mosquito development factors in the potential malaria-risk localities of Chiépo, in Côte d'Ivoire ]

Lazare TIA<sup>1,2</sup> and Pierre Claver OGBAPO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de Géographie Tropicale (IGT), UFR des Sciences de l'Homme et de la Société (SHS), Université Félix Houphouët-Boigny, 01 BP 10609 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), 01 BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

Copyright © 2019 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** The eradication of parasitic diseases transmitted by vectors such as the malaria carrying mosquito depends partly on vector control which requires the knowledge of their development conditions in space and time. As a contribution, this study aims to determine geographically the environmental and anthropogenic driving factors that contribute to the development of mosquitoes in Chiépo sub-prefecture located in the forested area of Côte d'Ivoire. The study focuses on characterizing the spatial dynamics of mosquito breeding sites, analyzing population's behavior and socio-economic activities in the study area. To achieve this, geospatial data collection based on GIS techniques have been coupled with entomological methods of culicidal fauna prospection. The results of the investigations show that natural ecosystems, populations' behavior, lifestyle and poor prophylactic knowledge, coupled with the type of socio-economic activities, contribute to the development of mosquitoes by providing them with breeding sites, rest shelter and availability of their blood meals at short-distance. Breeding sites are mainly permanent (42.9 %) and temporary (37.4 %). They contain three genera of mosquito larvae predominantly *Culex* (47 %) which is present in 80 % of the localities of the study area. High larval density localities are Chiépo (*Anopheles* and *Aedes*), CFI and Guiguidou (*Culex*).

**KEYWORDS:** Côte d'Ivoire, breeding site, GIS, malaria vector.

**RÉSUMÉ:** L'éradication de maladies parasitaires transmises par des vecteurs tels que le moustique porteur de paludisme dépend en partie de la lutte anti-vectorielle qui passe par la connaissance des conditions de développement de ces vecteurs dans l'espace et dans le temps. En guise de contribution, la présente étude s'assigne l'objectif de déterminer géographiquement les facteurs environnementaux et anthropiques qui contribuent au développement des moustiques dans la sous-préfecture de Chiépo située en zone forestière de la Côte d'Ivoire. L'étude se focalise sur la caractérisation de la dynamique spatiale des gîtes larvaires de moustique, l'analyse des comportements des populations et des activités socio-économiques dans la zone d'étude. Pour cela, les techniques du SIG de collecte de données géospatiales ont été couplées aux méthodes entomologiques d'inventaire de la faune culicidienne. Les résultats des investigations attestent que les écosystèmes naturels, les comportements, le mode de vie et le faible niveau de connaissance prophylactique des populations, couplés avec le type d'activités socio-économiques, contribuent au développement des moustiques qui disposent de gîtes de reproduction, de repos et de la disponibilité à courtes distances de leur repas sanguin. Les gîtes de reproduction sont principalement de type permanent (42,9 %) et temporaires (37,4 %). Ils abritent trois genres de larve de moustique à prédominance *culex* (47 %) présents dans 80 % des localités de la zone d'étude. Les localités à fortes densités larvaires sont Chiépo (*Anophèles* et *Aedes*), CFI et Guiguidou (*Culex*).

**MOTS-CLEFS:** Côte d'Ivoire, gîte larvaire, SIG, vecteur du paludisme.

## 1 INTRODUCTION

Le paludisme est la maladie parasitaire la plus fréquente et la plus meurtrière de la planète. Dans l'ensemble, le continent africain est le plus affecté avec 80 % des 207 millions de cas recensés dans le monde. De plus, l'Afrique concentre 90 % des 627 000 décès mondiaux dus au paludisme dont 77 % de ces décès concernent les enfants de moins de 5 ans [1].

A l'échelle nationale, le paludisme est considéré comme un problème de santé publique en Côte d'Ivoire, de par sa fréquence élevée, sa gravité et ses graves conséquences socio-économiques : il représente la première cause de morbidité avec 43 % des motifs de consultation dans les formations sanitaires du pays. En outre, ces structures ont enregistré plus de 3,5 millions de cas de paludisme en 2013, avec un taux d'incidence de 105‰ dans la population générale contre 295‰ chez les enfants âgés de moins de 5 ans [2].

Le district sanitaire du Lôh-Djiboua auquel appartient la sous-préfecture de Chiépo est considéré comme étant une zone sensible sur la base du taux d'incidence palustre et de l'Indice de Développement Humain (IDH) qui caractérise le niveau de pauvreté et du taux d'utilisation des services de santé [2]. Aussi, les différentes mutations spatiales à savoir la déforestation, les aménagements hydro-agricoles, etc. en cours dans cette localité associées aux conditions naturelles et humaines relatives au climat, au relief, au sol, à l'hydrographie, à la végétation, au mode de vie, au cadre de vie et aux activités socio-économiques de la population, ainsi que sa proximité avec la sous-préfecture de Tiassalé où le taux d'incidence palustre dans la population générale est de 113‰ prédisposent-elles la localité à de potentiels risques d'endémicité du paludisme

Ces chiffres illustrent le défi que constitue la lutte pour l'éradication du paludisme dans tous les pays où sévit cette endémie. Aussi, s'avère-t-il qu'une lutte basée sur une approche clinique et biologique de la prophylaxie portée sur la recherche d'un vaccin et la mise au point d'insecticides efficaces en vue de détruire les vecteurs, ne saurait prospérer si elle n'intègre pas d'autres disciplines. C'est pourquoi l'approche transdisciplinaire comprenant les sciences de l'entomologie médicale, de l'épidémiologie et les sciences sociales dans cette lutte est d'une utilité fort appréciable pour éradiquer cette pandémie.

Ainsi, les sciences sociales en général et la géographie de la santé en particulier, qui s'intéressent à la triade « Homme-Vecteur du paludisme-Environnement » dans une approche pluridisciplinaire est une belle illustration de cette nouvelle orientation. Elle permet plus facilement de cerner les questions liées au paludisme et bien d'autres maladies parasitaires dans leur globalité. En effet, l'homme est à la fois acteur et victime de la transformation de l'environnement. La compréhension de cette interaction dans le système pathogène du paludisme, permettra alors une meilleure lutte anti-vectorielle et ce, dans une interface établie avec l'entomologie médicale.

Sur cette base la présente étude vise à déterminer les facteurs environnementaux et anthropiques qui contribuent à la prolifération des moustiques dans la sous-préfecture de Chiépo, en Côte d'Ivoire. Cet objectif sera atteint à travers la caractérisation de la dynamique spatiale des gîtes larvaires, se focalisant sur le genre *anophèles*, vecteur du paludisme, et l'analyse des comportements et des activités socio-économiques dans la zone d'étude. Pour cela, les techniques du Système d'Information Géographique (SIG) de collecte de données géospatiales seront couplées aux méthodes entomologiques d'inventaire de la faune culicidienne.

## 2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La sous-préfecture de Chiépo est située au sud dans la zone forestière de la Côte d'Ivoire, dans la région du Lôh-djiboua appartenant au département de Divo. (Figure 1). Elle s'étend sur une superficie de 568,6 km<sup>2</sup> et abrite une population de 31.006 habitants [3] (INS, 2014). Chiépo appartient à la zone tropicale humide avec un régime équatorial de transition, à quatre saisons. Les précipitations moyennes annuelles sont de 1397 mm, la température moyenne est de 26,9°C et la durée de l'insolation varie entre 1800 et 2000 h par an [4].

De par sa situation dans les secteurs mésophile et ombrophile du domaine guinéen, la végétation du Chiépo est dominée par les forêts sempervirente et semi-décidue à *Terminalia ivorensis* (Framiré), *Khaya ivorensis* (Acajou), etc. [5]. Cette végétation se résume à des reliques forestières du fait des intenses exploitations agricoles et de l'extraction du bois de ces trois dernières décennies.

Situé sur un relief de plaine de 0 à 200 mètres d'altitude, les sols y sont généralement ferrallitiques et leur fertilité repose sur des écosystèmes constitués de plaines alluviales et de bas-fonds marécageux de forte capacité de rétention en eau et de texture argileuse dès la surface issue des roches granitiques riches en feldspath [6]. Le réseau hydrographique est dense, formé de nombreux bas-fonds marécageux et de cours d'eau dont les principaux sont la rivière Gô et le Hôgny (ou le Gôgny).

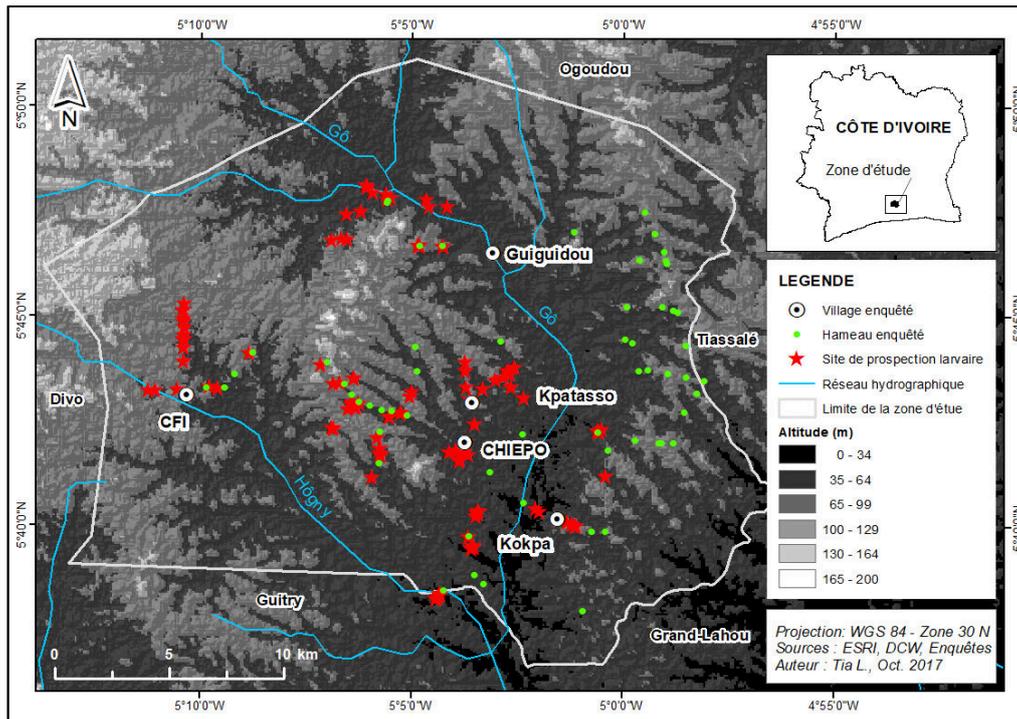


Fig. 1. Présentation géographique de la zone d'étude

### 3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

#### 3.1 COLLECTE DES DONNÉES

##### 3.1.1 DOCUMENTATION

Les données de l'étude issues de la documentation ont été obtenues dans les services compétents du Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP), de l'Institut de Géographie Tropicale (IGT), de l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), du Centre de Recherche et d'Action pour la Paix (CERAP), de la bibliothèque de la faculté de médecine, etc.

##### 3.1.2 ECHANTILLONNAGE ET ENQUÊTES DE TERRAIN

Les résultats de la recherche documentaire ont été complétés par des enquêtes de terrain, à savoir l'enquête ménage, l'observation directe du milieu physique et humain et la prospection larvaire. Ces différentes enquêtes se sont déroulées dans la période allant de fin août à début septembre 2015.

L'enquête auprès des chefs de ménage a permis de recueillir les informations relatives à la gestion et l'organisation du cadre de vie et du milieu agricole par les populations. Un questionnaire a permis de recueillir des informations sur le mode de gestion des eaux usées domestiques, des ordures ménagères et de la gestion de l'eau potable. Le nombre de ménage à enquêter ( $n = 200$  chefs de ménage) a été déterminé par la formule ci-dessous [7] :

$$n = \frac{t^2 \times p(1 - P)}{e^2}$$

Où  $t$  est le niveau de confiance à 95 %,  $e$  est la marge d'erreur à 5 % et  $p$  est la proportion des ménages concernés par l'enquête.

Le choix des villages et leurs hameaux satellites ainsi que les ménages s'est fait par la méthode du choix raisonné en fonction des critères suivants :

- Critères de choix des chefs de ménage ; être âgé de 18 ans au moins et être un résident permanent.
- Critères de choix des localités (cfi, chiépo, kokpa, kpatasso et guiguidou) :
- Prédominance de mares, de plantations de palmier à huile (cfi);

- Prédominance d'étangs piscicoles, de bas-fonds marécageux, de cours d'eau, de cacaoyères (kokpa);
- Prédominance d'hévéaculture, de café-cacaoyères, population dense, intense activités économiques (chiépo) ;
- Prédominance de caféières ; situé dans l'ensemble sur un petit relief de plateau (kpatasso) ;
- Présence d'aménagements hydro-agricoles ; de bas-fonds (Guiguidou).

Des observations directes ont permis de décrire les caractéristiques physiques du milieu et de rendre compte de la prédisposition des milieux physique et humain à favoriser le développement et la prolifération des moustiques dans la sous-préfecture de Chiépo.

La prospection larvaire a permis de collecter des informations sur les gîtes de moustique. En effet, muni d'une fiche technique, la prospection larvaire a consisté à repérer les gîtes potentiels de culicidés aussi bien dans les villages, les hameaux et les campements (aux alentours des habitations et dans les ménages) que sur les routes inter-localités et dans les champs; et ce, dans un rayon de 5 kilomètres. Les prospections ont porté sur les gîtes d'origine naturelle (mare, cours d'eau, trou de crabe...) et humaine (citerne, fosse septique, étang, abreuvoir, bassine, barrage, fontaine, etc.).

Les larves de moustiques ont été prélevées selon la technique du « dipping » [8]. Ensuite, chaque gîte a été géoréférencé à l'aide d'un GPS de résolution 6 m et photographié à l'aide d'un appareil photo numérique de résolution 10 X optimal zoom.

### **3.1.3 TRAITEMENT DES DONNÉES**

L'ensemble des questionnaires administrés sur le terrain et les données de l'enquête entomologique ont été dépouillés manuellement, puis hiérarchisés dans le logiciel Microsoft Excel. Les traitements ont permis de sortir des graphiques et statistiques relatifs aux questions d'intérêt. Les données du GPS ont été compilées dans Excel en complément des données d'enquêtes de ménage et d'observations de terrain, pour constituer une base de données SIG qui a été importée dans le logiciel ArcGIS 10.2 (ESRI Inc., France). Dans ArcGIS, les données Excel converties en shapefiles ont permis d'obtenir des couches de données superposables à d'autres couches de données existantes pour des fins de manipulations SIG. Les cartes obtenues dans ArcGIS ont été exportées en format "png" pour servir de figures d'illustrations dans l'article.

## **4 RÉSULTATS**

### **4.1 FACTEURS ENVIRONNEMENTAUX CONTRIBUANT AU DÉVELOPPEMENT DES MOUSTIQUES**

#### **4.1.1 CONDITIONS CLIMATIQUES FAVORABLES**

Dans la zone d'étude, les facteurs du milieu physique qui favorisent la reproduction et le développement des moustiques dans l'aire écologique qu'ils partagent avec l'hôte humain se résument au climat, l'hydrographie, le relief, les sols et la végétation. En effet, de par sa situation géographique dans le domaine guinéen, caractérisée par un climat de régime équatorial de transition, la sous-préfecture de Chiépo enregistre d'abondantes pluviométries annuelles oscillant entre 1200 et 1700 et réparties sur quatre saisons, à savoir deux saisons sèches (décembre à février et juillet à mi-septembre) et deux saisons pluvieuses (mars à juillet et mi-septembre à novembre). Ces précipitations sont soutenues par une durée d'insolation comprise entre 1800 et 2000 heures par an, avec une température moyenne annuelle de 26,9 °C (Figure 2) et une humidité relative moyenne de 85 %.

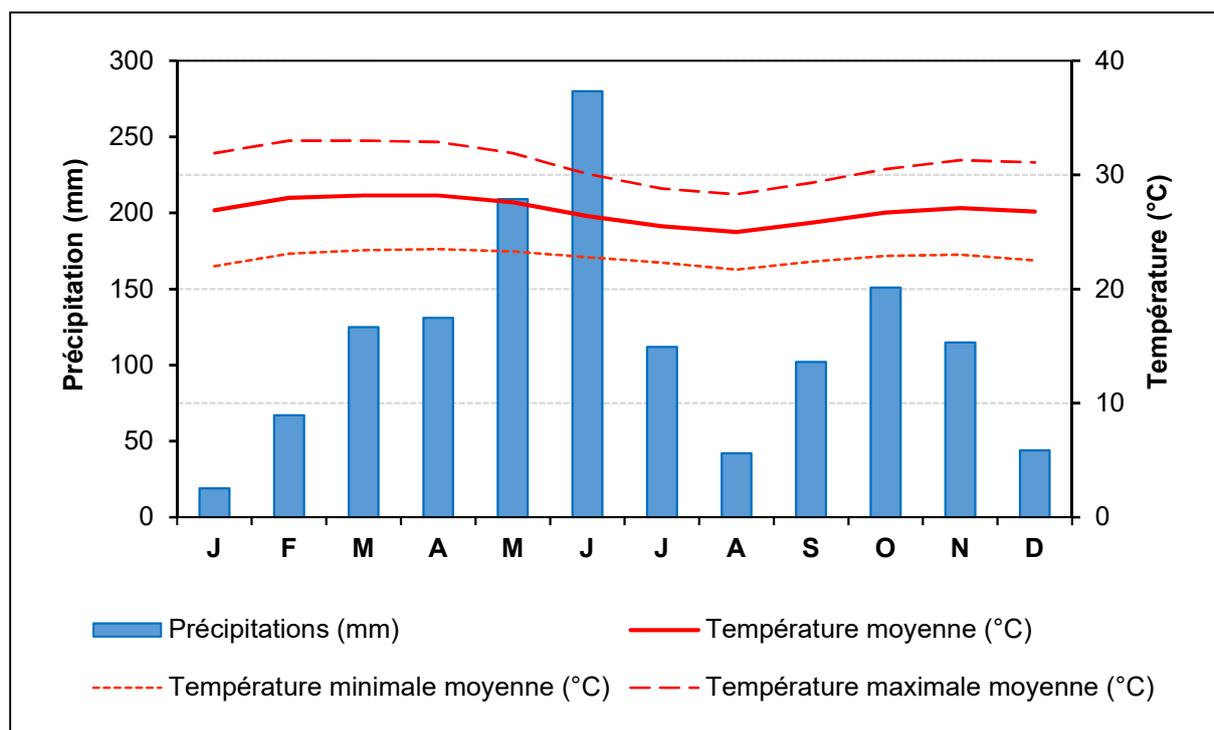


Fig. 2. Moyennes de température et de précipitations de la zone d'étude de 1982 à 2012

Source des données : <http://fr.climate-data.org>

#### 4.1.2 RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ASSEZ DENSE

La sous-préfecture de Chiépo est arrosée par deux principaux cours d'eau, à savoir les rivières Gô et Hôgny, leurs affluents et de nombreux ruisseaux à régimes changeant de permanent à semi-permanent au gré des variations climatiques. Pendant la saison des pluies, certains cours d'eau débordent pour inonder l'espace environnant sur près d'un kilomètre de part et d'autre du lit principal (Figure 3). Ces inondations de crues peuvent durer des jours voire des semaines en fonction de l'intensité et de la durée des saisons pluvieuses. Cela crée des conditions écologiques favorables au développement des moustiques.

#### 4.1.3 RELIEF DE PLAINE ET SOLS FAVORISANT LES INONDATIONS

Située à la lisière de la plaine côtière, le relief de la sous-préfecture de Chiépo est essentiellement constitué de plaines dont les altitudes varient entre 0 et 200 m. Les sols de la sous-préfecture de Chiépo sont généralement de type ferrallitique (perméables). Cependant, l'existence de nombreux bas-fonds marécageux et d'un important réseau hydrographique favorisent le développement d'autres types de sols que sont les sols sableux (très perméables), les vertisols (peu perméables), les sols argilo-sableux (hydromorphes) et les sols alluviaux (plus ou moins hydromorphes). Tous ces éléments prédisposent une grande partie (75 %) de l'espace d'étude à de fréquentes inondations pendant les saisons de pluies (Figure 3).

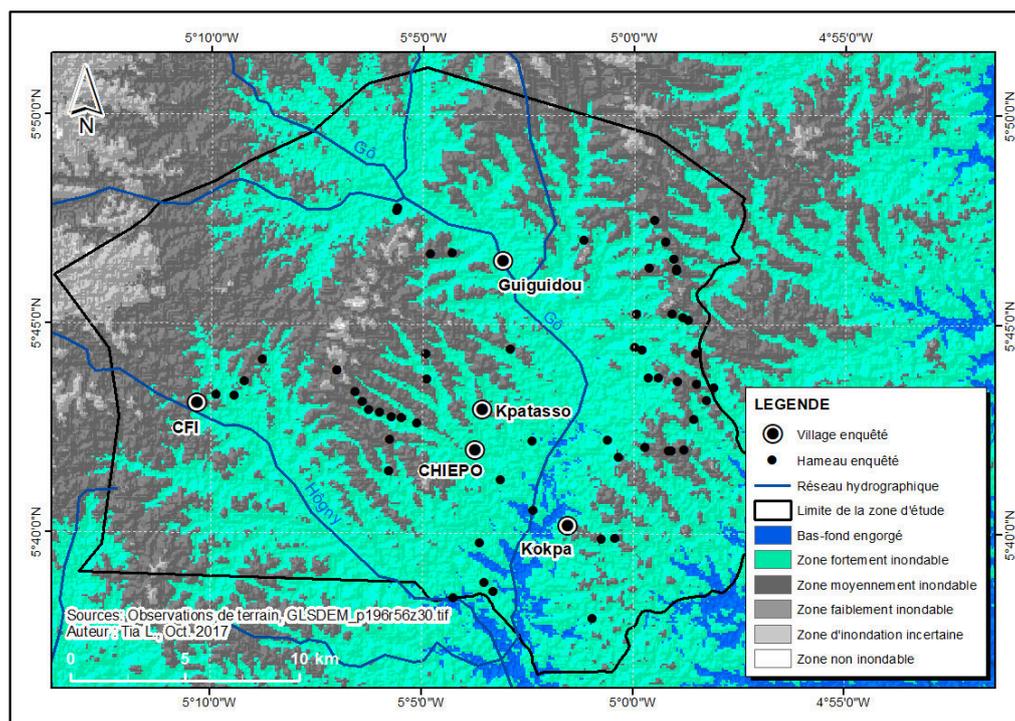


Fig. 3. Etendue des zones d'inondation et des bas-fonds engorgés en fin de saison des pluies dans la sous-préfecture de Chiépo

#### 4.1.4 VÉGÉTATION ORIGINELLEMENT DE TYPE FORÊT SEMPERVIRENTE ET SEMI-DÉCIDUE

Constituée à l'origine de forêt sempervirente et semi-décidue, la végétation de la sous-préfecture de Chiépo est réduite aujourd'hui à une mosaïque de reliques forestières composée de jachères arbustives, de jachères à *Chromolaela odorata* et à *Panicum sp*, de plantations (cacaoyères, caféières, hévéacultures, cocoteraies, teck et de palmiers à huile), d'un périmètre rizicole de 443 ha et de lopins de forêt vierge à certains endroits des cours d'eau Hôgny et Gô.

#### 4.2 FACTEURS ANTHROPIQUES CONTRIBUANT AU DÉVELOPPEMENT DES MOUSTIQUES

##### 4.2.1 PROXIMITÉ DU CADRE DE VIE DES MÉNAGES AVEC LES SITES DE REPRODUCTION DES MOUSTIQUES

Les résultats de l'étude montrent que 90,5 % des ménages enquêtés sont installés à proximité d'un élément du milieu physique (à une distance  $\leq 2$  km) favorable au développement des moustiques, à savoir une zone marécageuse, un périmètre rizicole, un cours d'eau permanent, un étang piscicole, un barrage hydro-agricole, etc. Ces ménages sont principalement installés à proximité d'une zone marécageuse (47,5 %), d'un périmètre rizicole (20,5 %) et d'un cours d'eau permanent (15 %). Dans la zone d'étude, Guiguidou et Chiépo sont les plus exposés aux sites de reproduction de moustique. Il s'agit respectivement des cours d'eau permanents, des périmètres rizicoles (20,5 %) et des zones marécageuses (18 %) (Tableau 1).

Tableau 1. Proximité des ménages avec un site de reproduction des moustiques

Environnement des ménages	Kokpa (%)	Guiguidou (%)	Kpatasso (%)	Chiépo (%)	CFI (%)	Total (%)
Près de zone marécageuse (ZM)	8,5	5,5	2	18	13,5	47,5
Près de ZM et cours d'eau (CE)	3	0	0,5	4,5	7	15
Près de ZM et étang piscicole (EP)	0,5	0	0	3	0	3,5
Près de CE et périmètre rizicole (PR)	0	20,5	0	0	0	20,5
Près de PR et bassin hydro-agricole (BH)	0	4	0	0	0	4
Loin de ZM, CE, EP, PR et BH	1,5	1,5	2	3,5	1	9,5

Source : Nos enquêtes, 2015

#### 4.2.2 MAUVAISE GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

Les observations de terrain ont permis de constater que les populations jettent les ordures ménagères dans les ruelles, sur les pistes inter-villages et dans les trous d'emprunt de terre creusés derrière les maisons. La quasi-totalité des ménages enquêtés (75%) jettent leurs ordures dans des dépôts sauvages (DS) situés à moins de 10 m de leur lieu d'habitation. Cela s'observe beaucoup plus à Chiépo (22,5 %), Guiguidou (21,5 %) et CFI (15,5 %) (Figure 4). Pendant la saison des pluies, les trous d'emprunt de terre, les boîtes de conserve et autres récipients usés entassés dans les DS piègent de l'eau de pluie formant ainsi des habitats pour la ponte d'œufs de moustiques à proximité des habitations humaines.

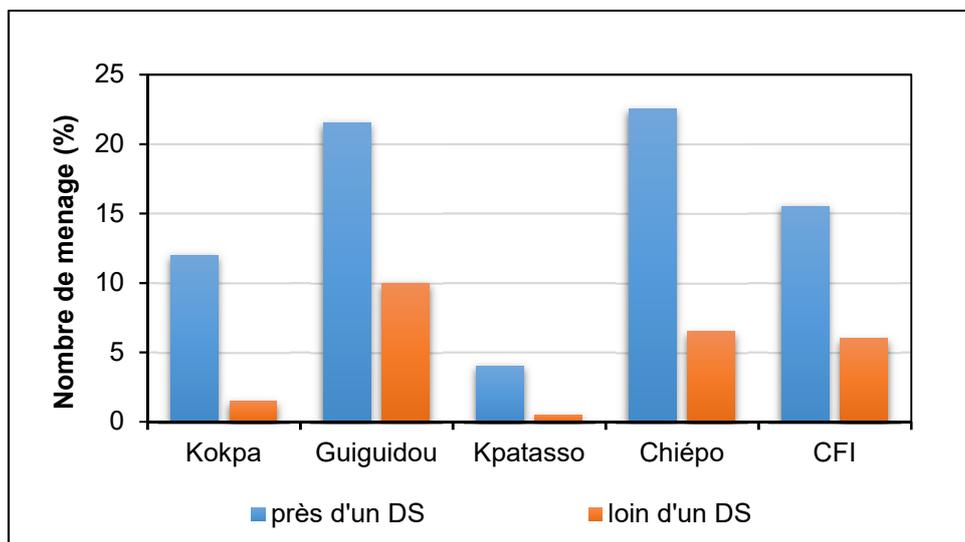


Fig. 4. Distance habitation-lieu de déversement des ordures ménagères par localité.

DS = Dépôt Sauvage ; près d'un DS = distance  $\leq$  10 m ; loin d'un DS = distance  $>$  10 m.

Dans l'ensemble, les eaux grises issues des toilettes sont directement déversées dans les rues compte tenu de l'absence de réseau d'assainissement (Figure 5). Leur mode d'évacuation est laissé à l'appréciation de chaque ménage. Les prospections larvaires ont permis de collecter des larves de moustique de genre *Anophèles* et *Aedes* dans ces eaux grises derrière les toilettes de fortune. Les résultats de l'enquête révèlent que 91 % des ménages interrogés utilisent des toilettes à risque potentiel de reproduction et de développement de moustiques (Tableau 2). Cette situation se retrouve majoritairement à Guiguidou (28,5%), Chiépo (26%) et CFI (20%).



Fig. 5. Mauvaises évacuations d'eaux usées favorisant le développement des moustiques

Tableau 2. Typologie des toilettes par localité

Type de toilette	Kokpa	Guiguidou	Kpatasso	Chiépo	CFI	Total
TFS (%)	9	19	1,5	17	15,5	62
TFSO (%)	3,5	9,5	2,5	9	4,5	29
TFSF (%)	1	3	0,5	3	1,5	9
Total (%)	13,5	31,5	4,5	29	21,5	100

Source : Nos enquêtes, 2015

Abréviations : TFSF = Toilette avec fosse septique Fermée ; TFSO = Toilette avec fosse septique ouverte ; TFS = Toilette sans fosse septique.

#### 4.2.3 DIFFICULTÉS D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DES MÉNAGES

Les eaux pluviales et les puits sont les principales sources d'approvisionnement en eau des populations de la sous-préfecture de Chiépo. Leurs productions sont complétées par les ressources des pompes villageoises installées dans certaines localités notamment Kokpa (10,6 %), Chiépo (10,6 %), CFI (10,6 %), Guiguidou (4,3 %) et Kpatasso (2,1 %). Le mauvais usage des pompes villageoises et des puits est à l'origine de la création de points d'eau stagnant qui constituent des gîtes larvaires de moustiques. En outre, les difficultés d'accès à l'eau de consommation domestique justifient l'utilisation de réservoirs en ciment pour la conservation de l'eau par 38 % des ménages. Ces récipients non couverts servent de gîtes larvaires aux moustiques à CFI (15,5 %), Guiguidou (14 %) et Kokpa (8,5 %) (Figure 6



Fig. 6. Modes de gestion de l'eau à usage domestique favorisant la reproduction des moustiques

Dans ces localités, les prospections larvaires dans des citernes en ciment ont permis de dénombrer des larves de moustiques : il s'agit des larves de *Culex* (21,7 lv/l) et d'*Aedes* (17,7 lv/l) dans les hameaux de Guiguidou, des larves d'*Aedes* (10,9 lv/l) à Kokpa et de *Culex* (3,1 lv/l) à CFI.

#### 4.3 IMPACTS DES ACTIVITÉS SOCIO-ÉCONOMIQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT DES MOUSTIQUES

##### 4.3.1 REPROFILAGE DES PISTES VILLAGEOISES, EXPLOITATION FORESTIÈRE ET ACTIVITÉS PASTORALES

Dans la sous-préfecture, les opérations de reprofilage des pistes villageoises et de l'exploitation forestière sont à l'origine de la création des tranchées et des ornières qui deviennent des gîtes potentiels en saison pluvieuse : à Chiépo, les ornières hébergent parfois des larves d'*Anophèles* (5,7 lv/l) et de *Culex* (37,7 lv/l). Il en est de même des activités pastorales qui se développent dans la zone d'étude. Il s'agit de l'élevage de poulet, de mouton, de porc et des activités piscicoles (Figure 7).



**Fig. 7. Activités agro-pastorales contribuant fortement au développement des moustiques**

#### 4.3.2 ACTIVITÉS AGRICOLES FAVORISANT LE DÉVELOPPEMENT DES MOUSTIQUES

La sous-préfecture de Chiépo enregistre d'intenses activités agricoles diversifiées. Dans les plantations de cacao, les tas de cabosses vides qui recueillent de l'eau pendant la saison des pluies deviennent de véritables « champs larvaires » de moustiques. A Chiépo, des cabosses de cacao vides contenaient de fortes densités de larves de *Culex* chacune (131,4 lv/l).

Les opérations de production de la liqueur traditionnelle appelée « Koutoukou » demandent la mise en place des dispositifs qui créent des retenues d'eau à l'aide de bâches en plastique noir. Ces dispositifs réunissent les conditions idéales de température d'éclosion des œufs de moustiques (Figure 8). La prospection larvaire a révélé que dans la localité de CFI, ce genre de retenues d'eau contenaient des larves de *Culex*.



**Fig. 8. Activités économiques favorisant fortement la prolifération des moustiques**

La création de deux barrages hydro-agricoles et d'un périmètre irrigué de 443 ha à partir de 1999, a redessiné le paysage agraire de la sous-préfecture de Chiépo. Cela a eu pour conséquence l'augmentation des surfaces d'eau entraînant un accroissement des biotopes favorables à l'émergence de vecteurs et hôtes intermédiaires de maladies parasitaires telle la filariose, la dengue, la fièvre jaune, le paludisme, etc. Ainsi, dans la localité de Guiguidou, certains casiers rizicoles et des canaux d'irrigation contenaient des larves des genres *Anophèles* (19,1 lv/l) et *Culex* (10,4 lv/l).

#### 4.4 DYNAMIQUE SPATIALE ET ABONDANCE CULICIDIENNE DES GÎTES LARVAIRES DE MOUSTIQUES

##### 4.4.1 CARACTÉRISTIQUES DES GÎTES LARVAIRES DE MOUSTIQUE

L'analyse de la dynamique spatiale et de l'abondance des gîtes larvaires de moustiques a permis de mettre en relief le niveau de colonisation des surfaces d'eau de chaque localité de la zone d'étude. Sur l'ensemble des 131 gîtes prospectés, seulement 56 étaient positifs (42,7 %) et se concentraient à Chiépo (37,6 %). Cependant, la prise en compte du taux de positivité de chaque localité, c'est-à-dire le nombre de gîtes positifs sur l'ensemble des gîtes prospectés, il ressort que les localités de CFI (61%) et Guiguidou (55 %) sont les plus productives. Ces gîtes ont été repartis en gîtes naturels (Ornière, flaques d'eau, marécage, trou de crabe, mare et cours d'eau) et anthropiques (Bassine, étang piscicole, canal de desserte, barrage, abreuvoir, cabosse de cacao vide, trou d'emprunt de banco, citerne, casier rizicole, fosse septique, flaques d'eau usées, flaques d'eau du réseau).

L'analyse des résultats de la prospection larvaire montre une prédominance des gîtes anthropiques (59 %) sur l'ensemble des gîtes productifs. Il s'agit de récipients à usage domestique, d'étangs piscicoles, de canaux de desserte d'eau, de barrage hydro-agricole, d'abreuvoirs, de cabosses de cacao vides, de trous d'emprunt de terre, de citernes de stockage d'eau, de casiers rizicoles, de flaques d'eaux usées domestiques, etc. Ces gîtes sont présents dans chaque localité sauf à Chiépo où prédominent les gîtes naturels (25 %) comprenant les ornières, les flaques d'eau de pluie, les marécages, les trous de crabe, les mares, les cours d'eau, etc. Aucun gîte naturel productif n'a été trouvé à Kpatasso.

Les résultats de l'enquête révèlent que sur l'ensemble des 56 gîtes positifs, la majorité (42,9 %) était des gîtes permanents (marécage, étang piscicole, mare, cours d'eau, flaques d'eaux usées domestiques, barrage hydro-agricole, abreuvoir, fosse septique...). La plupart de ceux-ci a été retrouvé à Chiépo (21,4 %). Ensuite, viennent les gîtes temporaires (37,4 %) regroupant les ornières, les flaques d'eau de pluie, les récipients à usage domestique, les trous d'emprunt de terre, les cabosses de cacao vides... dont la majorité a été retrouvé à CFI (16 %) et à Chiépo (14,3 %). Enfin, les gîtes semi-permanents (les trous de crabe, les citernes de conservation d'eau, les casiers rizicoles, canaux d'irrigation rizicole, les drains, etc.) sont beaucoup présents à Guiguidou (14,3 %).

Les larves de moustiques ont été majoritairement récoltées dans les gîtes permanents (52 %), puis dans les gîtes temporaires (27 %) et enfin dans les gîtes semi-permanents (21 %) (Figure 9). Sur l'ensemble de la zone d'étude, 44 % des *Anophèles*, 57 % des *Culex* et 53 % des *Aedes* ont été retrouvée dans les gîtes permanents.

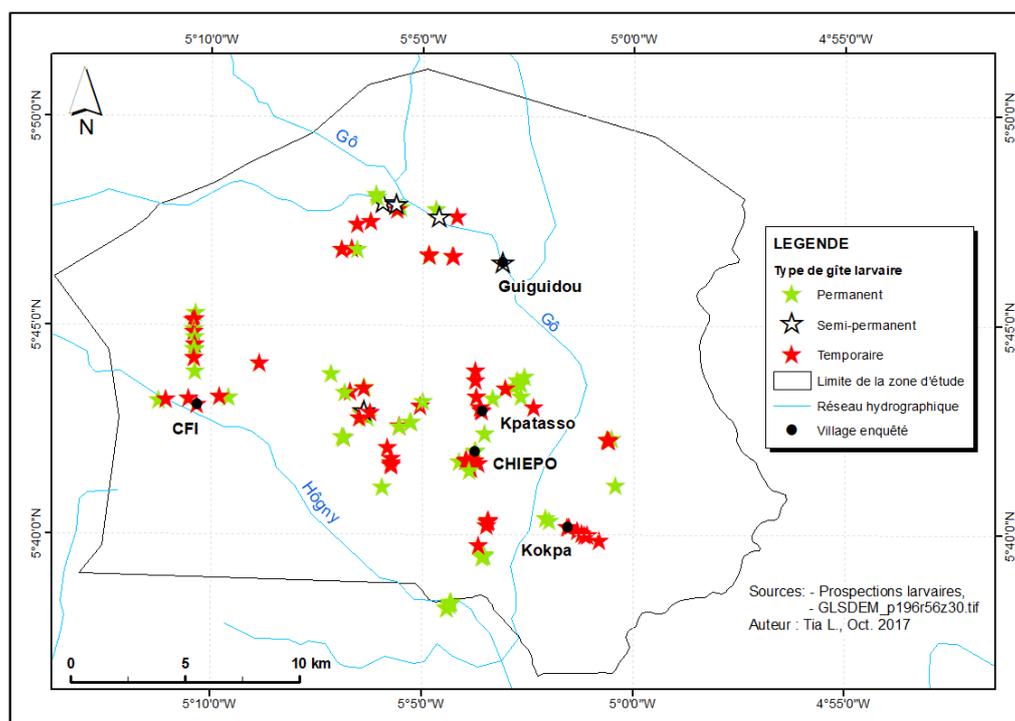


Fig. 9. Typologie des gîtes larvaires prospectés

#### 4.4.2 RICHESSE SPÉCIFIQUE DES GÎTES LARVAIRES POSITIFS

Les prospections larvaires ont permis de récolter 3754 larves réparties sur trois genres de moustiques en des proportions variables dans la zone d'étude : les larves de *Culex* (47 %) prédominent, suivies des *Anophèles* (30 %) et des *Aedes* (23 %) (Figure 10). La localité de Chiépo héberge 52 % d'*Anophèles* et 39 % d'*Aedes*.

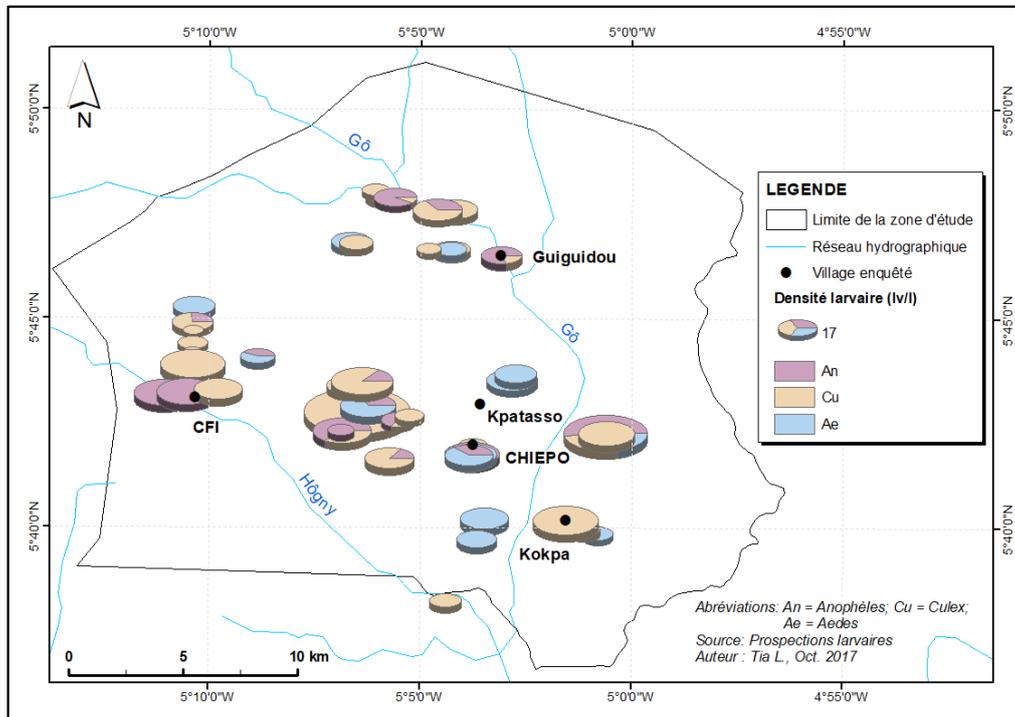


Fig. 10. Densités des larves de moustique par site de prospection larvaire

## 5 DISCUSSION

### 5.1 CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES ET CADRE DE VIE FAVORABLES

Les résultats de cette étude montrent que la zone d'étude bénéficie de conditions environnementales favorables au développement des moustiques. Cela concorde avec les résultats d'étude de nombre d'auteurs ([9], [10], [11]) qui ont montré qu'une pluviométrie abondante et une température comprise entre 17 °C et 45 °C sont les meilleures conditions de reproduction et de développement des moustiques. En effet, la configuration générale du relief de faible altitude (0-200 m) et l'abondante précipitation annuelle (1200-1700 mm) à la base de fréquentes inondations du fait des débordements des cours d'eau de leur lit sur plus de 500 m et de la formation de bas-fonds marécageux, l'existence d'une végétation qui crée de l'ombrage par endroit, constituent des biotopes favorables à l'épanouissement des moustiques à Chiépo. Ces résultats sont également en concordance avec ceux de [12], [11] et [13].

Par ailleurs, il ressort de l'étude que les comportements, le mode de vie et le faible niveau de connaissance prophylactique des populations, couplés avec le type d'activités socio-économiques, contribuent au développement des moustiques à travers la création des gîtes de reproduction, de repos et la disponibilité à courtes distances de leur repas sanguin. En effet, la sous-préfecture de Chiépo est une zone rurale où 90,5 % des enquêtés vivent dans les hameaux et les campements à moins de 2 km de gîtes potentiels de moustiques. Cette proximité s'explique par la nécessité de se rapprocher des lieux de productions agricoles que sont les bas-fonds, les cours d'eau, les aménagements hydro-agricoles, les zones forestières, etc. Il existe également le cas de la proximité des ménages (75 %) avec les sites de dépôt sauvage d'ordures ménagères situés généralement à moins de 10 m des habitations, du fait du manque de système d'assainissement dans la sous-préfecture. En outre, le rejet systématique des eaux grises dans les rues par la quasi-totalité des ménages (91 %) s'explique, d'une part, par le manque d'information des populations en matière d'assainissement et d'autre part, par le manque de moyens financiers en cas de besoin de construction de toilettes adéquates. Cette proximité d'avec ces matières résiduelles constitue un risque sanitaire pour les ménages riverains [14].

Tous ces cas de figures contribuent à accroître le contact moustiques-hommes donc favorise le raccourcissement du cycle gonotrophique (temps séparant deux pontes successives) du moustique. De ce fait, les populations sont exposées aux piqûres et aux nuisances sonores des moustiques pendant les heures de repos. Ce constat de proximité des populations des gîtes larvaires anthropiques (59 %) est le même dans la localité de Gagnoa, en Côte d'Ivoire [15].

## **5.2 ACTIVITÉS ANTHROPIQUES ET DIVERSIFICATIONS DES GÎTES LARVAIRES**

Des trois types de gîtes recensés sur le terrain, les gîtes permanents sont les plus dominants (43 %). Cela s'explique par l'existence de conditions environnementales très favorables et par les habitudes des ménages (91 %) qui permettent une disponibilité de l'eau de façon permanente, aux nombres desquelles les eaux usées issues des ménages et des douches, les eaux de ruissellement des pompes villageoises, les eaux de consommation domestique stockées dans des jarres ou citernes (gros canaris en ciment) de 100 à 600 l.

En effet, la sous-préfecture de Chiépo étant une zone rurale où l'eau potable est difficilement disponible, les ménages (38 %) préfèrent constituer des réserves d'eau dans des citernes ouvertes qui deviennent des lieux de choix de ponte des œufs de moustiques du sous-genre *culicinae*. Ces résultats sont confirmés par plusieurs auteurs ([16], [10]) qui sont également arrivés à la conclusion que les jarres ou citernes avaient une production larvaire régulière sur toute l'année en zone rurale.

Des larves d'*Anophèles*, de *Culex* et d'*Aedes* ont été retrouvées dans les gîtes formés à proximité de certaines pompes villageoises, dans les localités de Kokpa et CFI. Ces constats sont similaires à ceux de [17] qui affirme que des conditions de vie « précaires », comme l'absence d'accès à l'eau courante et de raccordement à un réseau d'assainissement, sont favorables à la création de sites de pontes d'œufs de moustique et donc aux contacts entre le vecteur et la population.

## **5.3 RICHESSE SPÉCIFIQUE DES GÎTES LARVAIRES**

Sur un total de 3754 larves récoltées, 47 % étaient des larves de *Culex*, 30 % d'*Anopheles* et 23 % d'*Aedes*. La diversité du milieu naturel et des comportements humains explique la variété des gîtes et de genres de moustique. La prédominance des larves de *Culex* peut s'expliquer par le fait que la plupart des gîtes larvaires productifs de cette zone étaient d'origine anthropique, avec la forte présence des eaux grises stagnant dans des fosses à ciel ouvert ou ruisselant dans les ruelles. Cela est confirmé par les travaux de certains auteurs qui expliquent que le développement de certaines espèces du genre *Culex* est lié aux activités humaines : l'absence ou l'insuffisance des réseaux d'assainissement conduit à une importante augmentation des réservoirs d'eaux usées riches en matières organiques qui sont des lieux particulièrement favorables au développement des larves de *Culex* ([18], [19], [20]).

La faible proportion du genre de larves d'*Anophèles* récoltés dans les zones rurales peut être expliquée par le fait que les gîtes larvaires de cette zone ne réunissent pas toujours les conditions requises à son développement. Ce constat est différent des résultats d'études menées par bon nombre d'auteurs. En effet, [21] ont montré que le genre *Anopheles* est dominant en zones péri-urbaine et rurale ; [22] ont également trouvé, dans une étude menée sur l'île de Manoka (Cameroun), une fréquence élevée du genre *Anopheles* par rapport aux genres *Culex* et *Aedes*. Ils ont conclu que cette supériorité numérique des larves d'*Anophèle* serait la conséquence du caractère rural peu pollué du milieu.

Par contre, en zone rurale, la plus faible proportion d'*Aedes* par rapport au *Culex* et à l'*Anophèles* peut être liée au fait que ce genre de moustique se développe le plus souvent dans les zones urbaines où la population humaine est dense et les gîtes domestiques y sont pollués.

## **5.4 PRÉDOMINANCE DES LARVES DE CULEX**

Les larves de *Culex* sont présentes dans 80 % des localités de la zone d'étude. Leur prédominance (47 %) quel que soit la nature du gîte, peut s'expliquer par leur ubiquité et leur plasticité. En fait, le *Culex* est défini comme étant un moustique ubiquiste, plastique et qui s'accommode à des gîtes larvaires variés. De par leur grande plasticité écologique, les larves de *Culex* se développent dans toutes sortes de récipients ou dépressions pouvant contenir de l'eau stagnante [23] et dans des gîtes permanents, semi-permanents et temporaires voire même éphémères [24]. Ces résultats sont conformes à ceux de [25] qui atteste que le nombre de moustiques du genre *Culex* récolté est supérieur aux autres genres de moustiques présents et le *Culex* est également identifié dans tous les gîtes prospectés.

Dans l'ensemble, les conditions de développement des larves de moustiques de la zone d'étude sont plus favorables dans la localité de Chiépo pour les larves du genre *Anophèles* et d'*Aedes*, tandis qu'elles le sont pour le genre *Culex* dans les localités de CFI et de Guiguidou.

## 6 CONCLUSION

L'étude géographique menée dans la sous-préfecture de Chiépo atteste que les écosystèmes naturels, les comportements, le mode de vie et le faible niveau de connaissance prophylactique des populations, couplés avec le type d'activités socio-économiques, contribuent au développement des moustiques qui disposent de gîtes de reproduction, de repos et de la disponibilité à courtes distances de leur repas sanguin. Les gîtes de reproduction sont principalement de type permanent (42,9 %) et temporaires (37,4 %). Ces gîtes hébergent trois genres de larve de moustique à prédominance *Culex* (47%) présents dans 80 % des localités de la zone d'étude. Les localités à fortes densités larvaires sont Chiépo (*Anophèles* et *Aedes*), CFI et Guiguidou (*Culex*). De ces résultats, il ressort qu'il y a de fortes chances que la majorité de la population de la zone d'étude soit dans une situation de risques sanitaires si d'aventure les genres de moustiques qui y ont été identifiés comportent des espèces vectrices du paludisme. Cette situation concerne plus le village de Chiépo avec ses campements satellites où le plus grand nombre de larves d'*Anophèles* (52 %) y a été récolté. Ces données portant sur la connaissance des facteurs de développement des genres de moustiques de la zone d'étude peuvent contribuer à l'élaboration d'un programme ciblé de lutte anti-vectorielle dans la sous-préfecture de Chiépo et dans des régions similaires de la Côte d'Ivoire.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Dr Gilbert Fokou, sociologue au Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire (CSRS), Dr San-Whouli Mauricette Ouali-N'goran et Dr Négnorogo Gindo-Coulibaly, entomologiste médicale à la faculté de Biosciences à l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, Dr Mouhamadou Chouaïbou, entomologiste médicale et chef de groupe de recherches au CSRS et M. Bli Konan Nestor Kessé, technicien de laboratoire en entomologie médicale au CSRS, pour leur soutien scientifique pendant la conduite de ces travaux. Nos remerciements vont également à l'endroit des communautés de la zone d'étude qui ont facilité la réalisation de cette étude par leur franche collaboration.

## REFERENCES

- [1] OMS, Rapport sur les statistiques sanitaires dans le monde, Editions de l'OMS, Genève, 2012.
- [2] PNLP, Plan stratégique national de lutte contre le paludisme 2012-2015 révisé - Approche stratifiée de mise à échelle des interventions de lutte contre le paludisme en Côte d'Ivoire et consolidation des acquis, Ministère de la Santé et de la Lutte contre le SIDA, [En ligne] <https://www.ivoireabidjan.com/docpdf/planstrategique.pdf2014> (10 octobre 2017).
- [3] INS (Institut National de la Statistique), Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2014 - Résultats globaux, 2014. [En ligne] <http://www.ins.ci/n/RESULTATS%20GLOBAUX.pdf> (10 Octobre 2017).
- [4] J.M. Kalms et A. Kesse, Opération Connaissance du Climat. Rapport Analytique, Bouaké, Institut des Savanes, 1977.
- [5] J.L. Guillaumet et E. Adjanohoun, La végétation. In: J.M. Avenard (Ed.) Le Milieu naturel de la Côte d'Ivoire, Paris, Mémoires ORSTOM, no 50, pp. 156-263, 1971.
- [6] G. Mangenot, « Etudes sur la forêt des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire ». Etudes Eburnéennes. I.F.A.N., tome 4, pp.5-61, 1955.
- [7] D. Gotteland et C. Haon, Développer un nouveau produit: méthodes et outils, Paris, Pearson Education, 2005.
- [8] J. Williams et J. Pinto, Training Manual on Malaria Entomology; For Entomology and Vector Control Technicians (Basic Level), Washington DC, USAID and RTI International, 2012.
- [9] A. Stefani, Epidémiologie du paludisme et environnement : étude de deux populations amérindiennes de l'est et de l'ouest guyanais, Thèse, Université des Antilles et de la Guyane, 2011
- [10] L. Jauze, S. Arnoux et L. Bagny, « Impacts des changements climatiques sur les arboviroses dans une île tropicale en développement (Mayotte) », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, vol.10, n°3, 2010. [En ligne] <http://vertigo.revues.org/10538>; DOI : 10.4000/vertigo.10538 (3 septembre 2016).
- [11] R.J.A. Assako, D. Bleye et F. Simarde, « Apports des sciences sociales et de l'entomologie dans l'analyse de l'endémicité du paludisme à HEVECAM, une agro-industrie du Sud Cameroun », Geo-Eco-Trop, vol.29, pp.101-114, 2005.
- [12] A.N. Betsi, E.S. Tchicaya et B.G. Koudou, « Forte prolifération de larves d'*An. gambiae* et *An. funestus* en milieux rizicoles irrigués et non irrigués dans la région forestière ouest de la Côte-d'Ivoire », Bull. Soc. Pathol. Exot., vol.105, n°3, pp.220-229, 2012
- [13] E. Seguy (Ed), La vie des mouches et des moustiques, Editions Delagrave, Paris, 1947.
- [14] S. Kientga, Contribution du SIG à l'analyse des liens déchets-santé en milieu urbain dans les pays en développement. Cas de deux secteurs de la ville d'Ouagadougou, Burkina Faso, Thèse, Ecole polytechnique fédérale Lausanne, Suisse, 2008.
- [15] E. Tia, G.Y. Yapi, M.A.O. Boby, M. Koné, S. Diabaté, C.M.J. Doannio et K. Kadjo, « Enquête sur l'état de santé et des conditions de travail des riziculteurs des bas-fonds de la région de Gagnoa en Côte d'Ivoire, CEMV-Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte d'Ivoire », Agronomie Africaine, vol.25, n°3, pp.321-332, 2013.

- [16] E. Tia, N. Gbalégba, R. M'Bra, A. Kaba, A.M Bobby, M. Koné, M. Chouaibou, B. Koné et G.B. Koudou « Étude du niveau de production larvaire d'*Anopheles gambiae* s.l. dans différents types de gîtes à Oussou-yaokro au Centre-Ouest et à Korhogo Côte d'Ivoire », *Journal of Applied Biosciences*, vol.105, pp.10170-10182, 2016.
- [17] C. Goislard, Les répulsifs anti-moustiques à l'officine, Thèse, Université d'Angers, 2012.
- [18] T. Baldett, Etude comparative de deux stratégies de lutte contre *Culex quinquefasciatus* Say, 1923 par *Bacillus Sphaericus* Neide, 1904 dans la ville de Maroua (Nord Cameroun), Thèse, Montpellier II, 1995.
- [19] C.F. Curtis et R. Feachem, « Sanitation and culex pipiens mosquitoes : a brief review », *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, vol.84, pp.17-25, 1981.
- [20] R. Subra et G. Hebrard, « Ecologie larvaire de *Culex pipiens fatigans* Wiedemann, 1828 (Diptera : Culicidae) dans une Zone de Haute Endémie Filarienne (Mayotte, archipel des Comores) », *Tropenmed. Parasitol.* vol.26, pp.48-59, 1975.
- [21] C. Kamdem, B. Tene, F. Simard, J. Etouna, C. Ndo, P. Kengne et al., « Anthropogenic habitat disturbance and ecological divergence between incipient species of the malaria mosquito *Anopheles gambiae* ». *PLoS ONE*, vol.7, n°6, e39453. [En ligne], <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039453> (23 juin 2017).
- [22] A. Mbida Mbida, J. Etang, P. Akono Ntonga et al., « Nouvel aperçu sur l'écologie larvaire d'*Anopheles coluzzii* Coetzee et Wilkerson, 2013, dans l'estuaire du Wouri, littoral-Cameroun », *Bull. Soc. Pathol. Exot.*, vol.110, n°2, pp.92-101, 2017.
- [23] J.P. Mas, « Les moustiques et leurs biotopes », *Ann. Soc. Sci. nat. Charente maritime, Suppl.* Janvier, pp.153-159, 1977.
- [24] B. Trari, *CULICIDAE (DIPTERA): Catalogue raisonné des peuplements du Maroc et études typologiques de quelques gîtes du Gharb et de leurs communautés larvaires*. Thèse 3ème Cycle. Université Mohammed V, Rabat, 1991.
- [25] I. Merabti, Identification, composition et structure des populations Culicidiennes de la région de Biskra (Sud-est Algérien). Effets des facteurs écologiques sur l'abondance saisonnière. Essais de lutte, Université Kasdi Merbah-Ouargla, Thèse, 2016.