



Évaluation de certains paramètres entomologiques indispensables à la prévention des épidémies de dengue et de fièvre jaune en Côte d'Ivoire

Jean-Michel-Vianney BEUGRÉ^{*1}, Diakaridia FOFANA², Salifou KONÉ², Lambert Kouassi KONAN², Kassoum OUATTARA³

1. Unité Pédagogique et de Recherche Parasitologie et Écologie Parasitaire, Laboratoire de Biologie et Santé, Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Abidjan, Côte d'Ivoire

2. Service Lutte Anti-Vectorielle, Institut Nationale d'Hygiène Publique, Ministère de Santé de l'Hygiène Publique et de la Couverture Maladie Universelle, Abidjan, Côte d'Ivoire

3. Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët-Boigny (UFHB), Abidjan, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : michelbeugre00@gmail.com

Submitted 8/02/2025, Published online on 2/04/2025 in the <https://www.m.elewa.org/Journals/journal-of-applied-biosciences> <https://doi.org/10.35759/JABs.206.7>

RESUME

Objectif : La présente étude évalue certains paramètres entomologiques indispensables à la prévention des épidémies de dengue et de fièvre jaune.

Méthodologie et résultats : Les paramètres tels que la faune vectorielle, les indices stégomyiens de risque épidémique, le comportement trophique des Culicidae et l'infection culicidienne ont été évalués à partir des prospections de gîtes larvaires, des captures sous double moustiquaire et des poses de pondoirs pièges. La technique rt-PCR de biologie moléculaire a permis de révéler la présence des virus Dengue et Amaril chez les moustiques capturés. Au total, 12 espèces de moustiques réparties en cinq genres (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Coquillettidia* et *Eretmapodites*) ont été identifiées à l'issu des activités de terrain. Les indices larvaires de risque épidémique traduisaient un risque épidémique de dengue et de fièvre jaune dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville. *Aedes aegypti*, *Aedes vittatus* et *Eretmapodites chrysogaster* pourraient être à l'origine de ces épidémies. De tous ces vecteurs, l'espèce *Aedes aegypti* affichait une densité agressive élevée à Allabra [3,678 n/H/h (95% IC : 2,602-4,753)], à la Rivéra Golf [3,111 n/H/h (95% IC : 2,602-4,187)], à Angré Vision 2000 [1,033 n/H/h (95% IC : -0,042-2,109)] et à Attoban [0,633 n/H/h (95% IC : -0,442-1,709)]. Son activité trophique s'étendait de 15 heures à deux (02) heures du matin. Elle colonisait une diversité de gîtes larvaires dont les plus importants étaient les récipients de stockage d'eau (38%) et les pneus usagés (35%). Les résultats de la recherche virale ont révélé la présence du virus Dengue 3 chez ce vecteur.

Conclusion et application des résultats : Les paramètres évalués renseignent sur la survenue probable d'une épidémie de dengue 3 dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville. Pour la prévention des épidémies, ces résultats doivent servir de base aux autorités sanitaires afin l'élaborer et d'exécuter les mesures lutte antivectorielle.

Mots clé : Évaluation, paramètres entomologiques, dengue, fièvre jaune, Côte d'Ivoire

ABSTRACT

Assessment of certain entomological parameters essential for the prevention of dengue and yellow fever epidemics in Ivory Coast

Objective : This study assesses entomological parameters that are essential for preventing dengue and yellow fever epidemics.

Methodology and Results : Parameters such as vector fauna, stegomyial indices of epidemic risk, trophic behavior of Culicidae and culicidian infection were assessed on the basis of surveys of larval breeding sites, captures under double mosquito nets and the installation of laying traps. The rt-PCR molecular biology technique was used to reveal the presence of Dengue and Amaril viruses. A total of 12 mosquito species divided into five genera (*Aedes*, *Anopheles*, *Culex*, *Coquilleltidia* and *Eretmapodites*) were identified as a result of field activities. Larval indices of epidemic risk indicated an epidemic risk of dengue and yellow fever in the Cocody-Bingerville health district. *Aedes aegypti*, *Aedes vittatus* and *Eretmapodites chrysogaster* could be behind these epidemics. The *Aedes aegypti* species showed a high aggressive density in Allabra [3.678 n/H/h (95% CI : 2.602-4.753)], Rivéra Golf [3.111 n/H (95% CI : 2.602-4.187)], Angré Vision 2000 [1.033 n/H (95% CI : -0.042-2.109)] and Attoban [0.633 n/H (95% CI : -0.442-1.709)]. Its trophic activity extended from 3pm to 2am. It colonized a variety of larval sites. The most important of which were water storage containers (38 %) and used tires (35 %). Virus research results revealed the presence of Dengue 3 virus in this vector.

Conclusion and Application of Results : The parameters assessed point to the probable occurrence of a dengue 3 epidemic in the Cocody-Bingerville health district. For epidemic prevention, these results should serve as a basis for health authorities to develop and implement vector control measures.

Key words: Evaluation, entomological parameters, Dengue, Yellow fever, Côte d'Ivoire.

INTRODUCTION

Avec plus de 3 500 espèces décrites (Harbach, 2018), les moustiques sont considérés à ce jour comme le plus important groupe d'Arthropodes d'importance médicale (Fall, 2013 ; Le Déaut *et al.*, 2016 ; Failloux, 2016). Les maladies qu'ils causent par leurs piqûres infectantes, constituent un fardeau sanitaire pour les pays des régions tropicales et sub-tropicales. Les plus lourdes charges de morbidité et de mortalité y sont enregistrées (OMS, 2019). Représentés par deux sous-familles (Culicinae et Anophelinae), les Culicidae interviennent dans la transmission de nombreux agents infectieux (parasites et virus) responsables d'affections, le plus souvent mortelles pour l'homme (Le Déaut *et al.*, 2016 ; Failloux, 2016 ; Rodhain, 2017 ; Minkeu *et al.*, 2018). Ce sont entre autres le paludisme, la filariose lymphatique, la fièvre jaune, la dengue, le zika, le chikungunya,

l'encéphalite japonaise etc (Rodhain, 2017 ; Failloux, 2019). Leurs conséquences en santé publique ainsi que leur impact économique sont considérables (OMS, 2017). Dans les régions tropicales et sub-tropicales, les maladies occasionnées par les moustiques en général et ceux du genre *Aedes* Meigen en particulier sont sujets de préoccupations (OMS, 2014 ; 2015 ; 2017). En effet, les Culicidae du genre *Aedes* (*Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* et *Ae. polynesiensis*, *Ae. africanus*, *Ae. fucifer*, *Ae. luteocephalus*, *Ae. opok*, *Ae. usambara*, *Ae. vittatus*...) sont responsables des pathologies virales pour lesquelles aucun traitement thérapeutique n'existe (Mondet et Montagne, 1933 ; Beugré *et al.*, 2021). Il s'agit de la dengue, de la fièvre jaune, du chikungunya, du zika... (Biardeau, 2012 ; Bhatt *et al.*, 2013 ; Wikan, 2016 ; Fortuna, 2017). Ces affections sont considérées par

l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme des « menaces de santé publique à déclaration obligatoire » auxquelles une surveillance particulière doit être accordée (OMS, 2017). Dans de nombreux pays, elles sont qualifiées de maladies émergentes et/ou ré-émergentes du fait des nouvelles modalités épidémiologiques résultant des modifications environnementales diverses ; elles-mêmes issues de causes variées, soit naturelles, soit le plus souvent d'origine anthropique (Kilpatrick *et al.*, 2013 ; Kulkarni, 2016). En Côte d'Ivoire, la dengue et la fièvre jaune sont les principales arboviroses pour lesquelles une surveillance (entomologique et épidémiologique) particulière est accordée (Fofana *et al.*, 2019 ; Koné *et al.*, 2018 ; Beugré *et al.*, 2019 ; Beugré *et al.*, 2021). En raison de leur fort potentiel épidémique, tous les cas d'infections (cas probables et/ou cas confirmés) sont régulièrement notifiés dans les rapports hebdomadaires du service de surveillance épidémiologique (Ano *et al.*, 2022). À Abidjan, épiscentre des épidémies, la situation sanitaire se rapportant à la dengue et à la fièvre jaune n'est plus à démontrer (L'Azou *et al.*, 2015 ; Koné *et al.*, 2018 ; Fofana *et al.*, 2019 ; Ano *et al.*, 2022). Toutefois, la problématique de leur

recrudescence suscite de plus en plus d'inquiétudes parmi lesquelles : i) la diversité et l'activité des moustiques vecteurs, ii) la présence des agents pathogènes chez les différents acteurs de la transmission (moustiques vecteurs et humains), iii) l'implication ou non de la population dans les campagnes de démoustication et iv) les conditions favorables à l'endémisation. Trouver des réponses adéquates à ces différentes préoccupations permettrait de comprendre au mieux la recrudescence des épidémies d'arboviroses et d'envisager les mesures de lutte appropriées. En 2022, le service en charge de la surveillance épidémiologique enregistrait près 146 cas d'infections au virus Dengue en Côte d'Ivoire. Les premiers cas avaient été notifiés en février de la même année dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville, plus précisément à la Rivéra Golf, Attoban, Allabra, Angré Vision 2000 et le Quartier abritant l'hôpital Mère-Enfants de Bingerville. Ces différents quartiers ont servi de cadre géographique pour la réalisation de cette étude transversale ; avec pour objectif d'évaluer certains paramètres entomologiques indispensables à la prévention des épidémies d'arboviroses.

MATERIALS ET METHODES

Zone d'étude : La présente étude a été conduite en Côte d'Ivoire ; pays situé en Afrique de l'Ouest, plus précisément entre le dixième degré de latitude Nord, le quatrième et huitième degré de latitude Ouest. Le pays dispose de 21 régions sanitaires et 86 districts sanitaires dont le district sanitaire de Cocody-Bingerville (Figure 1). Le climat dans le cette

zone est de type sous-équatorial, chaud et humide caractérisé par une variation des saisons. La température moyenne oscille entre 25 et 27°C avec une pluviométrie de plus de 1 424 mm de pluies/an et un degré d'hygrométrie annuel moyen de 81 %. La population humaine dans cette aire sanitaire est estimée à plus de 538 374 habitants (RGPH, 2021).

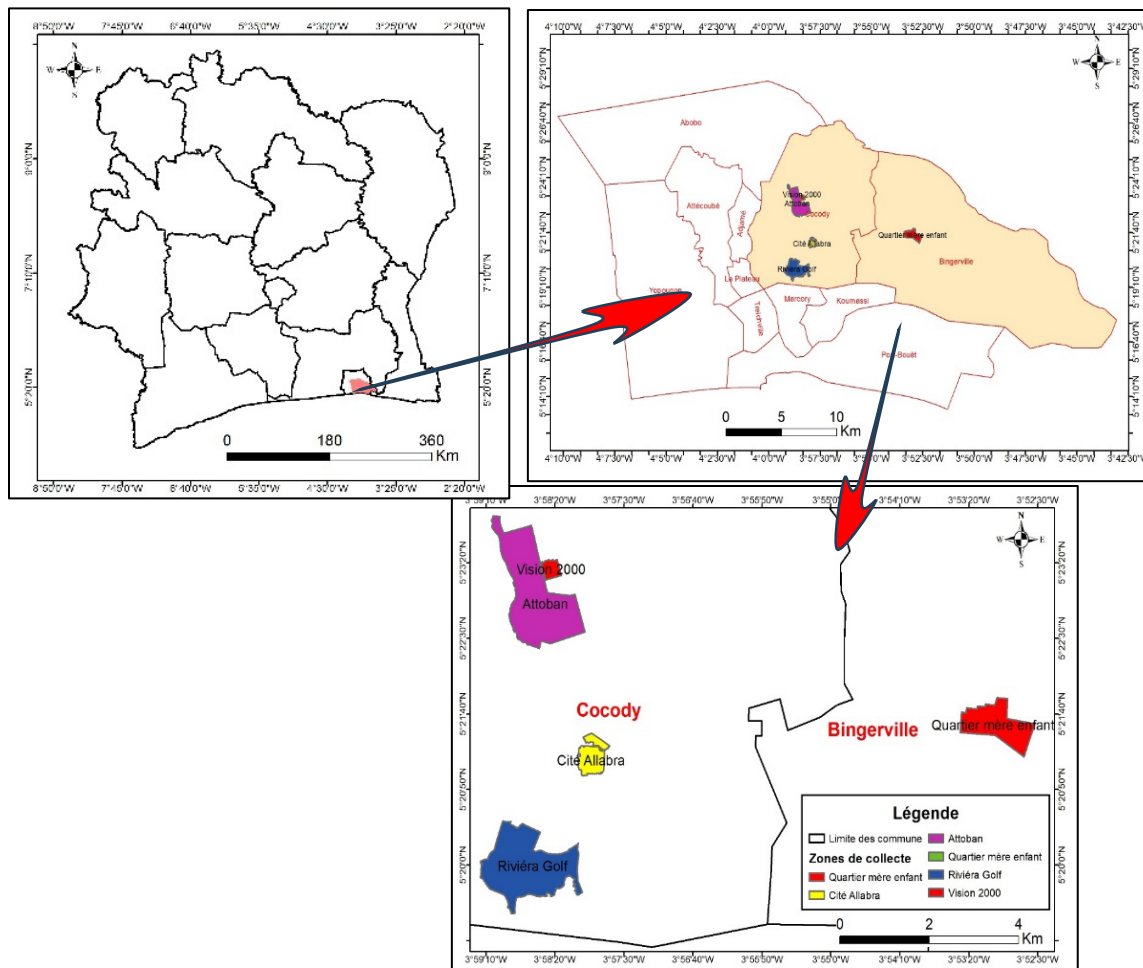


Figure 1. Localisation des sites d'investigations dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville

Collecte des formes pré-imaginales de moustiques : La technique de prospection des gîtes larvaires a permis de collecter les différentes formes immatures de moustiques. Cette technique permet d'identifier les gîtes larvaires de moustiques, de les caractériser et de les dénombrer (Fofana *et al.*, 2019 ; Beugré *et al.*, 2019). Pour ce faire, des équipes ont été constituées puis réparties dans chaque site. Cette activité a été réalisée dans des ménages des différents sites. Tous les gîtes contenant des larves de moustiques du genre *Aedes* ont été catégorisés selon leur nature et dénombrés (Fofana *et al.*, 2019 ; Koné *et al.*, 2018). Leurs larves et/ou nymphes ont été collectées puis acheminées à l'insectarium de l'Institut National d'Hygiène Publique pour élevage. À

l'émergence des imago, une identification basée sur les caractéristiques morphologiques de l'espèce a été réalisée à la loupe binoculaire (Beugré *et al.*, 2019).

Estimation des indices larvaires de risque épidémique : À partir des données de prospections des gîtes larvaires (nombre de gîtes découverts, nombre de ménages visités), trois principaux indices stégomyiens ont été calculés (Tableau 1). Ce sont :

- i. l'indice réceptier (IR) : pourcentage de réceptiers positifs en larves de *Aedes aegypti* ;
- ii. l'indice ménage (IM) : pourcentage de maisons où des larves et/ou des nymphes de *Aedes aegypti* ont été trouvées ;
- iii. l'indice de Breteau (IB) : nombre de réceptiers contenant des larves et/ou des

nymphes de *Aedes aegypti* pour 100 habitations contrôlées.

À partir de ces indices, le niveau de risque épidémique a été déterminé. Les valeurs de ces indices sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Seuil de densité larvaire correspondant aux indices larvaires de *Aedes aegypti*

Niveau de risque	Indices stégomyiens se rapportant à l'espèce <i>Aedes aegypti</i>		
	Indice ménage (IM) (%)	Indice Récipient (IR) (%)	Indice de Breteau (IB)
Faible	$IH \leq 3$	$IR \leq 2$	$IB \leq 4$
Modéré	$IH = [4 ; 37]$	$IR = [3 ; 20]$	$IB = [5 ; 49]$
Élevé	$IH \geq 38$	$IR \geq 21$	$IB \geq 50$

OMS, 1971

Collecte des œufs de moustiques du genre *Aedes* :

Dans chaque site, 60 pondoires pièges contenant des plaquettes en isorel et de l'eau de robinet ont été posés. Ceux-ci ont été relevés quatre jours plus tard puis acheminés à l'insectarium de l'Institut National d'Hygiène Publique. À l'insectarium, les plaquettes ont été séchées à température ambiante pendant 10 jours. Après séchage, des mises en eau ont été réalisées conformément à la méthode décrite par Beugré et collaborateurs en 2021. Au total, deux mises en eau successives des plaquettes ont été réalisées. Les larves issues de l'éclosion des œufs ont été nourries jusqu'à l'obtention des nymphes. Celles-ci ont été placées dans des cages d'élevages en attendant l'émergence des imagos. À l'émergence, les moustiques adultes ont été identifiés à la loupe binoculaire suivant les caractéristiques morphologiques de l'espèce à l'aide de la clé d'identification de Harbach (2018).

Collecte des moustiques anthropophages :

Les captures de moustiques adultes à la recherche d'un repas de sang humain ont été réalisées sous double moustiquaire. La particularité de ce dispositif est qu'il réduit de manière significative le contact appât humain-moustique, évitant ainsi la transmission d'agents infectieux par le moustique (Beugré *et al.*, 2021). Dans cette étude, les captures ont été réalisées à

l'extérieur des maisons, pendant deux jours consécutifs, entre 15 heures (h) et 6h du matin (soit quinze heures d'activités). Les activités ont nécessité deux équipes de capteurs. Celles-ci se sont relayées de 15h à 22h (équipe 1) et de 22h à 6h (équipe 2). Dans chaque site, trois points de capture ont été choisis de façon aléatoire. Les moustiques capturés ont été identifiés à la loupe binoculaire à selon les caractéristiques morphologiques de l'espèce.

Recherche des virus Dengue et Amaril :

Des lots mono-spécifiques allant de 1 à 20 moustiques ont été constitués en tenant compte des sites de collecte, de la technique d'échantillonnage et du sexe de l'espèce identifiée. Les échantillons de moustiques ont été acheminés dans des cryoconservateurs au Département des Virus Épidémiologiques de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire afin de rechercher les virus Dengue et Amaril. La technique rt PCR a été utilisé lors des différents travaux de laboratoire.

Exploitation et analyse statistique des données :

Les données ont été saisies et organisées à partir du Tableur Excel version 2013. Il a été utilisé pour générer des graphiques et des tableaux. Aussi, la densité agressive des moustiques anthropophages a été estimée selon la formule suivante : Nombre de femelles de moustiques capturées/appâts/heure (n/H/h). Par ailleurs, des tests statistiques ont été réalisés à l'aide

du logiciel statistique XLSTAT Version 2016.02.28451. Ce logiciel a permis d'effectuer une analyse de variances (ANOVA) de la densité agressive moyenne des femelles de moustiques capturées dans les différents sites d'échantillonnage. Des intervalles de confiance ont également été estimés. Le seuil de significativité a été fixé à 5% ($p < 0,05$).

RÉSULTATS

Diversité culicidienne dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville : Douze (12) espèces de moustiques ont été identifiées lors

Considérations éthiques : Cette étude a été approuvée par le Ministère de la Santé, de l'Hygiène Publique et de la Couverture Maladie Universelle de Côte d'Ivoire. Dans chacun des sites visités, les responsables des syndicats et tous les acteurs ont été sensibilisés sur les arboviroses, les risques et les avantages liés à cette étude.

des investigations entomologiques dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville (Tableau 2).

Tableau 2 : Faune Culicidienne collectée dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville

Genres	Espèces	Riv_Golf	Allabra	Attoban	Angré_V	Q-Mères-enfants
<i>Aedes</i>	<i>Ae. aegypti</i>	+	+	+	+	+
	<i>Ae. vittatus</i>	+	-	-	+	+
<i>Anopheles</i>	<i>An. gambiae</i>	+	+	+	-	+
<i>Culex</i>	<i>Cx. annulioris</i>	-	-	-	-	+
	<i>Cx. cinereus</i>	-	+	+	-	-
	<i>Cx. fraseri</i>	+	+	+	-	+
	<i>Cx. ingrami</i>	-	-	+	-	+
	<i>Cx. nebulosus</i>	-	-	-	-	+
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	-	+	+	-	+
	<i>Cx. weschi</i>	-	-	-	-	+
<i>Coquillettidia</i>	<i>Co. cristata</i>	-	-	-	-	+
<i>Eretmapodites</i>	<i>Er. chrysogaster</i>	-	+	-	-	-

Riv_Golf : Rivera Golf ; Angr_V : Angré Vision 2000 ; Q-Mères-enfants : Quartier-Mères-enfants ; + : présence de l'espèce ; - : absence l'espèce ; *Ae* : *Aedes* ; *An* : *Anopheles* ; *Cx* : *Culex* ; *Co* : *Coquillettidia* ; *Er* : *Eretmapodites*

Estimation de la densité agressive des culicidés capturés sous double moustiquaire : Onze (11) espèces anthropophages ont été capturées sous double moustiquaire. Ce sont : *Ae. aegypti*, *Ae. vittatus*, *An. gambiae*, *Cx. annulioris*, *Cx. cinereus*, *Cx. fraseri*, *Cx. ingrami*, *Cx.*

nebulosus, *Cx. quinquefasciatus*, *Co. cristata* et *Er. chrysogaster*. . L'analyse de la variance a révélé une différence significative au niveau de la densité agressive moyenne des moustiques capturés sous double moustiquaire ($p=0,009$) (Tableau 3).

Tableau 3 : Analyse de la variance de la densité agressive (n/H/h)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	p-value
Modèle	29	57,113	1,969	2,343	0,009
Erreur	34	28,576	0,840		
Total corrigé	63	85,689			

DDL : degré de liberté

La densité agressive de l'espèce *Ae. aegypti* étaient les plus élevés dans l'ensemble des sites de collecte (**Figure 2**). Elle avait une moyenne

estimée à 1,753 [1,208-2,299] piqûres/appâts/heures.

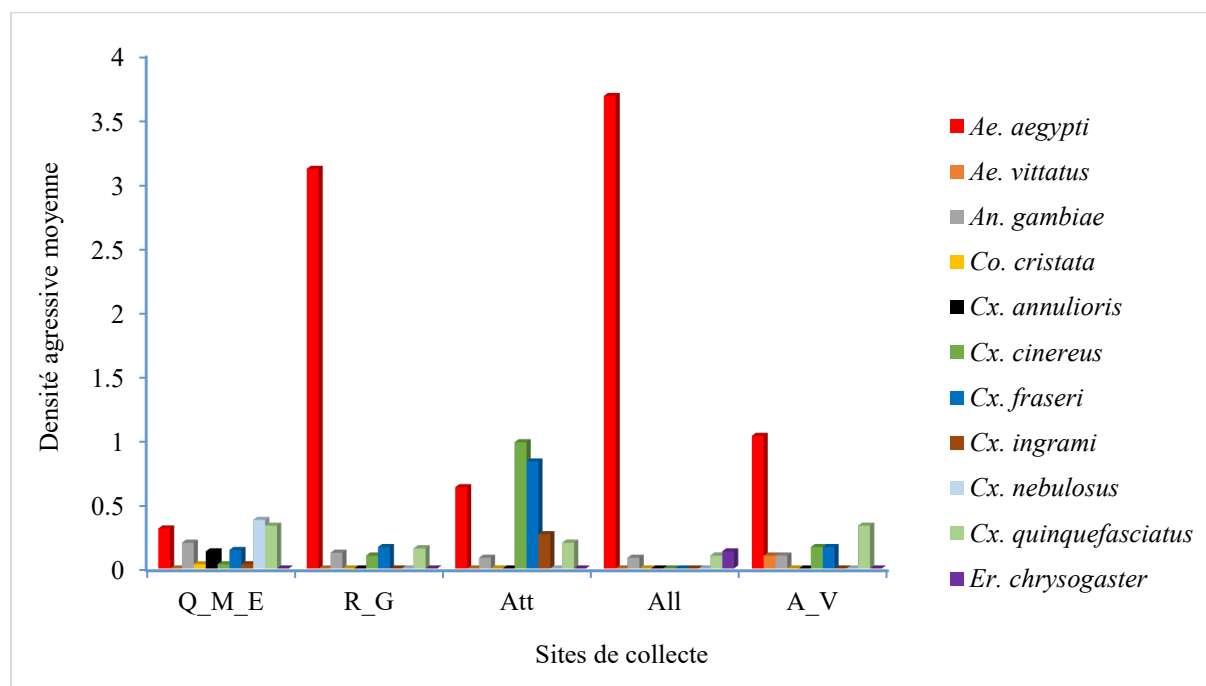


Figure 2. Densité agressive moyenne (n/H/h) des moustiques capturés sous double moustiquaire dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville (Q_M_E : Quartier Mères-Enfants de Bingerville ; R_G : Riviera Golf ; Att : Attoban ; All : Allabra ; Angré Vision 2000)

Variation de l'activité trophique des vecteurs potentiels d'arboviroses : À Allabra, deux espèces susceptibles de transmettre les virus Dengue et Amaril ont été capturées sous double moustiquaire. Il s'agit : *Ae. aegypti* et *Er. chrysogaster*. Les femelles de *Ae. aegypti* présentaient un pic d'activité trophique à 17h-18h (n = 110 individus). Par contre, les femelles de *Er. chrysogaster* présentaient une activité trophique relativement faible. À Angré vision 2000, *Ae. aegypti* et *Ae. vittatus* ont été les espèces du genre *Aedes* susceptibles de transmettre les

virus Dengue et Amaril. Les femelles de *Ae. aegypti* présentaient un pic d'activité à 18h-19h (n = 38 individus). Quant aux femelles de *Ae. vittatus*, elles ont été actives à 19h-20h et 21h-22h. À Attoban, *Ae. aegypti* a été la seule espèce susceptible de transmettre les virus Dengue et Amaril. Elle présentait un pic d'activité à 16h-17h (n = 19 individus). Au Quartier Mères-enfants de Bingerville, *Ae. aegypti* a été le seul vecteur potentiel des virus Dengue et Amaril capturé sous double moustiquaire. Il Présentait deux (2) pics d'activité ; l'un à 18h-19h (n = 10 individus) et

l'autre à 23h-00h (n = 10 individus). À la Rivera Golf, *Ae. aegypti* a été le seul vecteur des virus Dengue et Amaril. Son pic d'activité

a été observé à 18h-19h (n = 55 individus) (Figure 3).

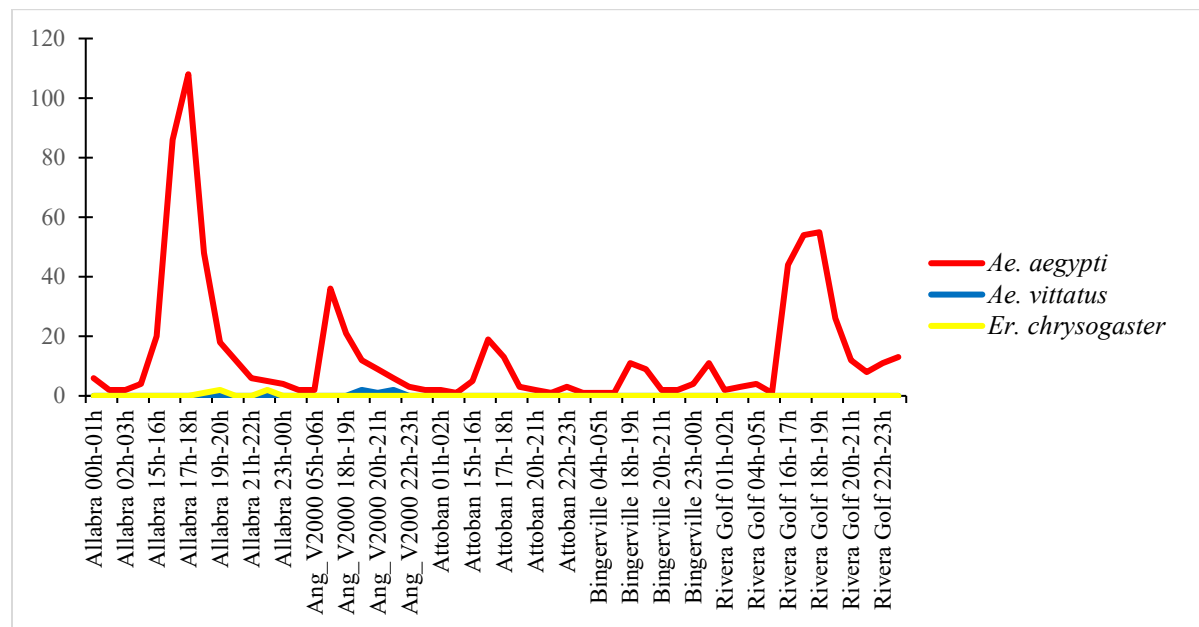


Figure 3 : Anthropophagie des vecteurs potentiels des virus Dengue et Amaril dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville

Gîtes larvaires préférentiels des vecteurs d'arboviroses : De tous les gîtes colonisés par les larves de *Aedes aegypti* (récipients de stockage d'eau, pneus usagés, récipients

abandonnés, pots de fleur, sanitaires, gîtes naturels et autres gîtes), les récipients de stockage d'eau (38%) et les pneus usagés (35%) étaient les mieux représentés (Figure 4).

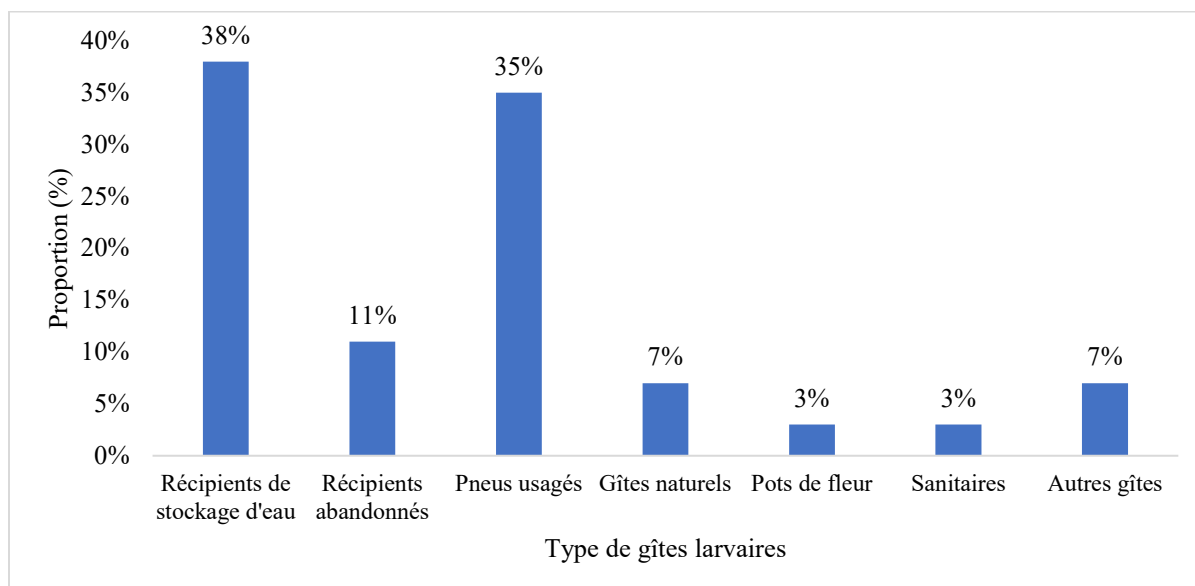


Figure 4 : Positivité des gîtes en larves du moustique *Aedes aegypti* dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville

Estimation des indices stégomyiens de risque épidémique : Au total, 523 ménages ont été visités dans les différents sites. Ce sont : 108 au Quartier-Mères-enfants de Bingerville, 101 à Attoban, 103 à la Rivéra Golf, 106 à Allabra et 105 à Angré Vision 2000. Les seuils critiques des différents indices ont été fixés à 50 pour l'indice de Breteau (IB), 38 % pour l'indice ménage (IM) et 21 % pour l'indice réceptier (IR) (Tableau 1). L'IB à Angré vision 2000, Allabra et Rivera golf était

supérieur au seuil critique ($IB \geq 50$). Au Quartier Mères-enfants (32,4) et à Attoban (46,53), les valeurs de l'IB étaient modérées. L'IR dans tous les sites de collecte était supérieur au seuil critique de 21 %. Les valeurs de l'IM à la Rivera golf, Allabra et Angré vision 2000 étaient supérieur au seuil critique de 38 %. Cependant, Au Quartier Mères-enfants (25 %) et à Attoban (31,68 %), ces valeurs étaient modérées (Figure 5).

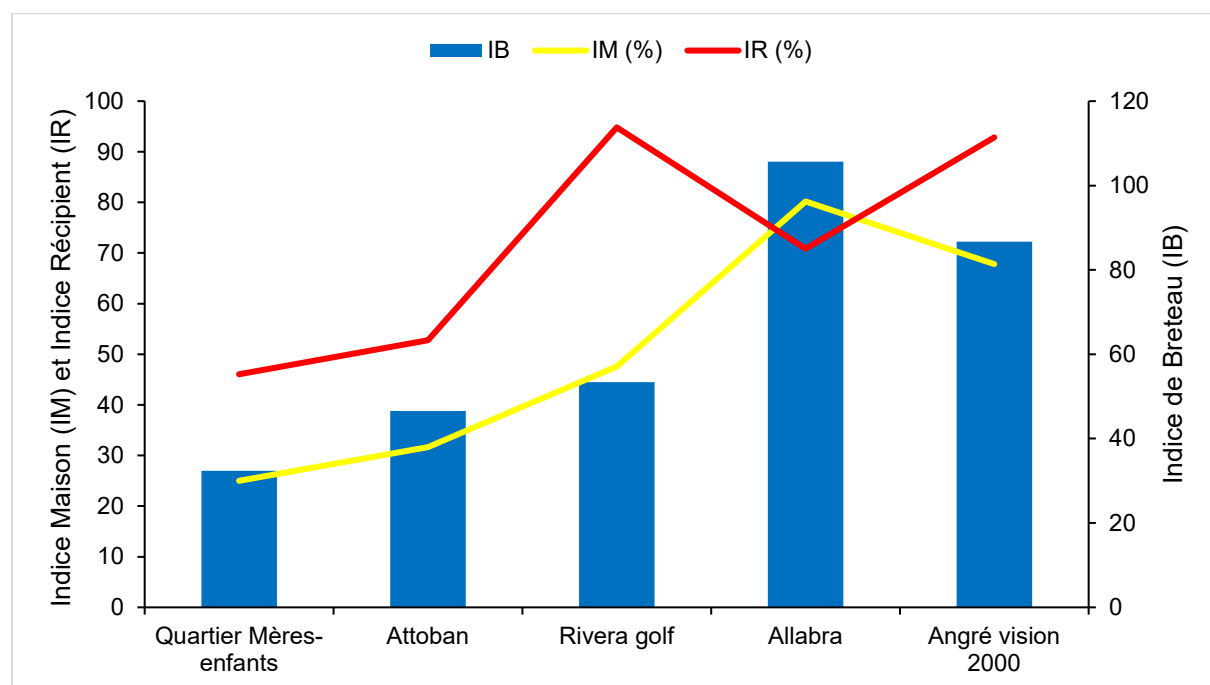


Figure 5 : Indices larvaires de risque épidémique dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville (IM : Indice Maison ; IR : Indice Réceptier ; IB : Indice Breteau)

Circulation des virus Dengue et Amaril chez les moustiques collectés : Au total de 2 937 échantillons de moustiques regroupés en 224 lots mono-spécifiques ont été acheminés à l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire pour la recherche des virus Dengue et Amaril

(Tableau 4). De tous ces échantillons, un lot de *Aedes aegypti* (15 individus) a été testé positif au sérotype 3 du virus Dengue. Ce lot provenait des échantillons de moustiques capturés sous double moustiquaire sur le site d'Allabra (Tableau 5).

Tableau 4 : lots mono-spécifiques de moustiques acheminés à l'IPCI pour la recherche des virus Dengue et Amaril

Sites de collecte	Espèces Culicidiennes	Recherche virale				
		Lots mono-spécifiques		Nombre de lots positifs		
		Nombre d'individus	Nombre de Lots	Dengue3	Amaril	Nombre d'individus du lot
Quartier-Mère-Enfants	<i>Ae. aegypti</i>	235	20	0	0	0
	<i>Ae. vittatus</i>	8	1	0	0	0
	<i>An. gambiae</i>	10	2	0	0	0
	<i>Cx. annulioris</i>	15	3	0	0	0
	<i>Cx. fraseri</i>	55	4	0	0	0
	<i>Cx. ingrami</i>	15	2	0	0	0
	<i>Cx. nebulosus</i>	5	1	0	0	0
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	26	2	0	0	0
	<i>Cx. weschi</i>	46	4	0	0	0
	<i>Co. cristata</i>	1	1	0	0	0
	Total	416	40	0	0	0
Rivera Golf	<i>Ae. aegypti</i>	432	30	0	0	0
	<i>Ae. vittatus</i>	2	2	0	0	0
	<i>An. gambiae</i>	4	1	0	0	0
	<i>Cx. fraseri</i>	7	1	0	0	0
	Total	445	34	0	0	0
Attoban	<i>Ae. aegypti</i>	495	36	0	0	0
	<i>An. gambiae</i>	5	2	0	0	0
	<i>Cx. clnereus</i>	115	9	0	0	0
	<i>Cx. fraseri</i>	47	4	0	0	0
	<i>Cx. ingrami</i>	19	2	0	0	0
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	20	2	0	0	0
	Total	701	55	0	0	0
Allabra	<i>Ae. aegypti</i>	957	61	1	0	15
	<i>An. gambiae</i>	4	2	0	0	0
	<i>Cx. clnereus</i>	1	1	0	0	0
	<i>Cx. fraseri</i>	1	1	0	0	0
	<i>Cx. quinquefasciatus</i>	3	2	0	0	0
	<i>Er. chrysogaster</i>	8	1	0	0	0
	Total	974	68	1	0	0
Angré Vision 2000	<i>Ae. aegypti</i>	392	26	0	0	0
	<i>Ae. vittatus</i>	9	1	0	0	0
	Total	401	27	0	0	0
Total		2937	224	1	0	15

Tableau 5 : Positivité des lots mono-spécifiques selon les techniques d'échantillonnage

Sites de collectes	Nombre de lots	Positivité de <i>Aedes aegypti</i> au virus Dengue 3					
		Capture sous double moustiquaire		Pondoirs pièges		Prospections des gîtes larvaires	
		Nombre de lots	Nombre d'individu	Nombre de lots	Nombre d'individu	Nombre de lots	Nombre d'individu
Quartier-Mères-Enfants	40	0	0	0	0	0	0
Rivera Golf	34	0	0	0	0	0	0
Attoban	55	0	0	0	0	0	0
Allabra	68	1	15	0	0	0	0
Angré Vision 2000	27	0	0	0	0	0	0
Total général	224	1	15	0	0	0	0

DISCUSSION

Les investigations entomologiques réalisées dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville ont permis de mettre en évidence une diversité d'espèces culicidiennes à savoir *Ae. (Aedes) aegypti*, *Ae. vittatus*, *An. gambiae*, *Cx. (Culex) fraseri*, *Cx. annulioris*, *Cx. ingrami*, *Cx. nebulosus*, *Cx. quinquefasciatus*, *Cx. weschi*, *Coquillettidia cristata*, *Eretmapodites chrysogaster*. De toutes ces espèces, *Ae. aegypti* avait été la mieux représentée. Elle apparaissait sur tous les sites visités. Ce moustique se serait très bien adapté au milieu urbain de Côte d'Ivoire, à Abidjan particulièrement du fait d'un environnement propice à son développement. Aussi, la disponibilité et l'abondance des gîtes larvaires (récipients de stockage, pneus usagés, objets abandonnés) contribueraient à son maintien dans l'habitat immédiat des populations (Koné *et al.*, 2013 ; Fofana *et al.*, 2019). Par ailleurs, à Abidjan, la dengue et de la fièvre jaune sont endémiques. En l'absence de traitements spécifiques de ces maladies, la lutte antivectorielle apparaît comme la seule mesure possible pour minimiser le risque sanitaire et réduire de manière significative les flambées d'épidémies (OMS, 2017). En dépit des nombreuses actions de lutte déjà entreprises, des épidémies sont

régulièrement notifiées (L'Azou *et al.*, 2015 ; INHP, 2017 ; Ano *et al.*, 2022). La lutte antivectorielle se heurterait donc à un certain nombre de difficultés parmi lesquelles l'inaccessibilité et la multiplicité des lieux de reproduction des moustiques (Zagui *et al.*, 2020). Celles-ci persisteraient du fait de la mauvaise gestion intégrée des gîtes larvaires. Or, ce volet (gestion intégrée des gîtes larvaires) représente le pilier central de la lutte contre la dengue et la fièvre jaune (Anquez *et al.*, 2016). De ce fait, il conviendrait d'associer les populations et tous les acteurs impliqués dans les services de la collectivité aux campagnes de démoustication. Dans cette étude, la prospection des gîtes larvaires ont permis d'estimer le niveau de risque épidémique à partir de différents indices stégomyiens (indice ménage, indice récipient et indice de Breteau) dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville. Au Quartier-Mère-enfants de Bingerville, Rivera Golf, Attoban, Allabra et Angré Vision 2000, ces indices traduisaient un risque élevé d'épidémie de dengue et de fièvre jaune. Selon une étude réalisée en Corse (France) (Barré-Cardi *et al.*, 2016), les indices de mesures du risque de transmission tels que définit par l'OMS, (1971)

sont de bons indicateurs du comportement des populations dans la prise en compte des mesures de lutte antivectorielle (Hervé, 2003). Loin de tenir compte de la densité vectorielle, ces indices évaluent en effet la fréquence de *Ae. aegypti* dans les sites d'investigations. Ainsi, à partir d'un certain seuil, le niveau de risque d'apparition d'une épidémie peut être connu. Il faut tout de même souligner que, les valeurs seuils à partir desquelles une transmission pourrait se produire ont longtemps fait et continue de faire l'objet de nombreux débats parmi les spécialistes (Hervé, 2003 ; Barré-Cardi *et al.*, 2016 ; Fofana *et al.*, 2019). Dans cette étude, le risque de transmission était relativement élevé dans tous les sites visités. Ces résultats indiqueraient la non adhésion des populations aux stratégies de lutte antivectorielle initiées (campagnes de démoustication et de sensibilisations) par les autorités sanitaires pendant et après chaque épidémie de dengue et/ou de fièvre jaune. Selon Molho et collaborateurs, (2018), les comportements de prévention des arboviroses dépendraient d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels, la gêne ressentie vis-à-vis des moustiques, le sentiment d'exposition à la maladie et le sentiment d'être informé sur la maladie (Molho *et al.*, 2018). Autrement dit, l'acquisition de connaissances sur la dengue et la fièvre jaune et l'appréciation du risque sanitaire par les populations seraient indispensables à la réussite de toutes activités de lutte antivectorielle. Trois (3) espèces culicidiennes susceptibles de transmettre les virus Dengue et Amaril ont été mises en évidence lors des captures sous double moustiquaire. Ce sont *Ae. aegypti*, *Ae. vittatus*, et *Er. chrysogaster*. *Aedes aegypti* a été l'espèce la plus abondante et plus active au Quartier-Mère-enfants de Bingerville, à la Rivera Golf, à Attoban, à Allabra et à Angré Vision 2000. Son activité a été enregistrée jusqu'à 2h du matin. Ce comportement trophique traduirait une préférence particulière

pour l'homme en milieu urbain et une forte activité crépusculaire. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus dans la ville de Cotonou (Bénin) où *Ae. aegypti* avait une activité diurne (Yadouleton *et al.*, 2018). En zone rurale de Côte d'Ivoire par contre, l'activité trophique de cette espèce était très marquée au crépuscule (Diarrassouba et Dossou-Yavo, 1997 ; Zahouli *et al.*, 2017 ; Beugré *et al.*, 2021). De plus, la présence de *Ae. vittatus* et *Er. chrysogaster* (espèces rencontrées principalement en milieu rurale et/ou selvatique) dans les échantillons de moustiques capturés sous double moustiquaire, illustre leur potentiel d'adaptation au milieu urbain ivoirien. Cependant, leur préférence trophique pour les humains reste relativement faible. D'autres sources nutritives seraient donc privilégiées. La recherche du virus Dengue et Amaril dans des lots monospécifiques de moustiques a été réalisée par rt PCR. Le virus Amaril n'a été retrouvé dans aucun échantillon de moustiques. Par contre, les résultats de la recherche virale ont confirmé la présence du virus Dengue 3 dans un lot de *Ae. aegypti*. Ce lot a été constitué à partir de 15 femelles de moustiques capturées sous double moustiquaire dans le site d'Allabra. De ces résultats, il ressort que le virus Dengue est présent chez *Ae. aegypti*. Ils renseigneraient sur la survenue probable d'une épidémie de dengue dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville. Les résultats de ces analyses corroborent ceux obtenus par Koné et collaborateur en 2018 lors de l'évaluation entomologique du risque de propagation de l'épidémie de dengue 3 dans le district sanitaire de Cocody. Les lots de *Ae. aegypti* testés positifs lors de recherche virale provenaient des prospections des gîtes larvaires (un lot) et des captures sous double moustiquaire (deux lots) (Koné *et al.*, 2018). Ainsi, le sérotype 3 de la dengue serait transmis de façon verticale (transmission trans-ovarienne) et pourrait être inoculé à un humain sain lors d'un repas de sang (Koné *et al.*, 2018).

CONCLUSION ET APPLICATION DES RESULTATS

Les investigations entomologiques menées dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville ont permis de mettre en évidence une diversité d'espèces de moustiques. Ce sont *Aedes aegypti*, *Aedes vittatus*, *Anopheles gambiae*, *Culex fraseri*, *Culex annulioris*, *Culex ingrami*, *Culex nebulosus*, *Culex quinquefasciatus*, *Culex weschi*, *Coquillettidia cristata* et *Eretmapodites chrysogaster*. L'espèce *Ae. aegypti* est la mieux représentée. Elle est présente sur tous les sites visités. Les estimations des indices larvaires de risque épidémique traduisent un risque épidémique de dengue et de fièvre jaune élevé dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville. Les vecteurs susceptibles de les transmettre sont *Aedes aegypti*, *Aedes vittatus* et *Eretmapodites*

chrysogaster. De ces trois espèces, *Aedes aegypti* affiche une densité agressive moyenne de 1,753 n/H/h. Elle est active jusqu'à 2h du matin. Les résultats de la recherche virale confirment la présence du virus Dengue 3 chez ce vecteur. L'espèce testée positif provient des échantillons de moustiques capturés sous double moustiquaire dans le site d'Allabra. Ces résultats renseignent sur la survenue probable d'une épidémie de dengue 3 dans le district sanitaire de Cocody-Bingerville. Des mesures préventives telles que la sensibilisation des populations, la destruction et/ou élimination des gîtes larvaires et la pulvérisation spatiale de produits insecticides doivent être entreprises dans tout le district sanitaire.

REMERCIEMENTS :

Nos sincères remerciements à la direction de l'Institut National d'Hygiène Publique (INHP), à tous les acteurs du Service Lutte Anti-vectorielle (LAV) de l'INHP et au

Professeur ACAPOVI Gèneviève Lydie épouse YAO pour sa disponibilité et ses remarques dans la finalisation de l'article.

REFERENCES

- Ano AKMN, Coulibaly D, Benié VJ, Akani BC, Douba A, Ahoussou EM et Dagnan NS, 2022. Situation épidémiologique de la dengue en Côte d'Ivoire de 2017 à 2020, *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, <https://doi.org/10.1016/j.respe.2022.06.048>.
- Anquez L, Bellet F, Nouvellon A et Simón D, 2016. Lutte antivectorielle et mesures de prévention contre le moustique *Aedes aegypti* dans le contexte zika, dengue ou chikungunya, *Guidance Technique*, 18p.
- Barré-Cardi H, Filipi JB, Leccia G, Mozzicanacci J, Andrei-Ruiz MC et Heuzé G, 2016. Surveillance d'*Aedes albopictus* en Corse, *Bilan entomologique et activité 2015*, 19p.
- Beugré JMV, Fofana D, Yahaya S, Koné A.B, Konan KL, Sevidzem SL & Acapovi - Yao GL, 2021. Molecular detection of arboviruses in culicidae in some sites of Côte d'Ivoire, *International Journal of Biosciences*, Vol. 19, No. 4 :127-140.
- Beugré JMV, Yao-Acapovi GL, Fofana D, Koné AB, Konan KL et Silas L, 2019. Breeding substrates and diversity of aedes species in Periurban areas of Côte d'Ivoire, *International Journal of Mosquito Research*, 7 (4) : 39-44p.
- Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, Drake JM, Brownstein JS, Hoen AG, Sankoh O, Myers MF, George DB, Jaenisch T, Wint GRW, Cameron P, Scott TW, Farrar JJ, et Hay SI, 2013. The global distribution and burden of dengue. *Nature*, 496 (7446) : 504–507p.

- Biardeau B, 2012. Actualité sur les arboviroses, *Actualité de la santé au travail, CAMIP.info*, (2012) 13p.
- Diarrassouba S et Dossou-Yavo J, 1997. Rythme d'activité atypique chez *Aedes aegypti* en zone de savane subsoudanienne de Côte d'Ivoire, *Entomologie Médicale*, (1846) : 1-3.
- Failloux AB, 2016. Transmission du virus zika par les moustiques : caractéristique des populations de moustique, *In : Rapport au nom de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifique et technique sur les maladies à transmission vectorielle, Compte rendu de l'audition du 7 avril 2016 et de la présentation des conclusions du 28 juin 2016*, 11-12p.
- Failloux AB, 2019. Les moustiques vecteurs d'arbovirus : une histoire sans fin, *Biologie Aujourd'hui*, 212 (4) (2019) : 89-99p.
- Fall AG, 2013. Techniques de capture et d'identification des moustiques (Diptera : Culicidae) vecteurs de la fièvre de la vallée du Rif, Formation organisée du 18 au 28 novembre 2013 à ISRA/LNERV, *Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, Laboratoire National d'Elevage et de Recherches Vétérinaires*, Dakar-Sénégal, 25p.
- Fofana D, Beugré JMV, Yao-Acapovi GL et Lendzele SS, 2019. Risk of Dengue Transmission in Cocody (Abidjan, Ivory Coast), *Journal of Parasitology Research*, 1-7p.
- Fortuna C, Remoli M E, Rizzo C, Benedetti E, Fiorentini C, Bella A, Argentini C, Farchi F, Castilletti C, Capobianchi MR, Zammarchi L, Bartoloni A, Zanchetta N, Gismondo MR, Nelli LC, Vitale G, Baldelli F, D'Agaro P, Sodano G et Rezza G, 2017. Imported arboviral 42 infections in Italy, July 2014-October 2015: a National Reference Laboratory report, *BMC Infectious Diseases*, 17 (216) :1-15p.
- Harbach R, 2018. Mosquito taxonomic inventory, *www.mosquito.toxonomic.info*, consulté le 25 octobre 2018.
- Hervé JP, 2003. Méthodes d'évaluation des densités de population d'*Aedes aegypti* In : La dengue dans les départements Français d'Amérique, Edition IRD, Collection Expertise Collégiale, (2003) 7p.
- INHP, 2017. Épidémie de dengue en Côte d'Ivoire, rapport de situation, SITREP sur l'épidémie de dengue en Côte d'Ivoire/Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique, 11 : 1-5p.
- Kilpatrick AM, Peters RJ, Dupuis AP, Jones MJ, Marra PP et Kramer LD, 2013. Predicted and observed mortality from vector-borne disease in small songbirds, *Biological Conservation* (165): 79-85p.
- Koné AB, Konan LK, Fofana D, Koffi FA, Coulibaly D et Benie JBV, 2018. Entomological evaluation of the risk of spread of the dengue 3 epidemic in the health district of Cocody (Abidjan, Côte d'Ivoire), *International Journal of Mosquito Research*; 5(5) : 19-24p.
- Koné AB, Konan YL, Coulibaly Z, Fofana D, Guindo-Coulibaly N, Diallo M, Doannio MCJ, Ekra KD et Odehourikoudou P, 2013. Évaluation entomologique du risque d'épidémie urbaine de fièvre jaune survenue en 2008 dans le district d'Abidjan, Côte d'Ivoire, *Médecine et Santé Tropicales*, 23 : 66-71p.
- Kulkarni MA, 2016. Propagation et répercussion des maladies à transmission vectorielle et émergentes à l'échelle mondiale, *Rélevé des maladies transmissibles Canada*, 42 : 221-222p.

- L'Azou M, Succoa T, Kamagate M, A. Ouattarac, Gilbernaird E, Adjogouae E et Luxemburgera C, 2015. Dengue : Etiology of acute febrile illness in Abidjan, Côte d'Ivoire, in 2011-2012, Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 1-6.
- Le Déaut JY, Sido B, Courteau R et Commeinhes F, 2016. Rapport au nom de l'office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques sur les maladies à transmission vectorielle, *Compte rendu de l'audition publique du 7 avril 2016 et de la présentation des conclusions du 28 juin 2016*, 209p.
- Minkeu FN et Vernick KD, 2018. A Systematic Review of the Natural Virome of Anopheles Mosquitoes. *Viruses*, 10 (222) : 1-21p.
- Molho S, Gautier A, Paty MC, Jestin C et Groupe Baromètre Santé 2016, 2018. Représentations et comportements de prévention des arboviroses en France métropolitaine *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire* (24) : 510-7.
- Mondet B et Montagne L, 1993. Présence en Côte d'Ivoire, variations saisonnières et statut épidémiologique d'*Aedes usambara* Mattingly, 1953 (Diptera Culicidae), *Annales de la Société Entomologique de France*, 29 (3) : 261-267p.
- OMS, 2014. Fièvre jaune, Evaluation entomologique rapide sur le terrain pendant les épidémies de fièvre jaune en Afrique, orientations méthodologiques à l'usage des scientifiques ayant des connaissances de base en entomologie, Genève, Suisse, 37p.
- OMS, 2017. Action mondiale pour lutter contre les vecteurs 2017–2030 (*Version 5.4*) : document de base pour éclairer les délibérations lors de la 70^e session de l'Assemblée mondiale de la Santé, 58p.
- OMS, 2019. Cadre de mise en œuvre de l'action mondiale pour lutter contre les vecteurs dans la région africaine de l'OMS, Rapport du secrétariat, 13p.
- OMS, Dengue et lutte ; Rapport du Secrétariat, Soixante-Huitième Assemblée Mondiale De La Santé, *point 16.3 de l'ordre du jour*, (2015) 6p.
- OMS, Guide technique pour l'établissement d'un système de surveillance de la fièvre jaune, *Rélevé épidémiologique Hebdomadaire* N°49, 46, (1971) 493-504.
- RGPH, 2021. Résultats globaux du recensement général de la population de Côte d'Ivoire, 37p.
- Rodhain F, 2017. Les arboviroses ont aussi leur « rêve Américain », *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, (110) : 147-159p.
- Wikan N et Smith DR, 2016. Zika virus: history of a newly emerging arbovirus, *Lancet Infectious Diseases*, 16 (2016)119–126p.
- Yadouleton ADG, Ahadji-Dabla KM, Agbanrin R, Tchibozo C, Agolinou A, Tossou R et Baba-Moussa L, 2018. Evaluation du comportement trophique de *Aedes aegypti* dans la ville de Cotonou au sud du Bénin, *European Scientific Journal*, 14, (33) : 1857-7881.
- Zagui DWG., Fofana D, Koné AB, Konan KL, Beugré JMV, Sevidzem SL et Yao-Acapovi GL, 2020. Impact of integrated fight against vectors of arboviruses on the epidemic risk indices in six communities of abidjan, Cote d'ivoire. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8 (4) : 33-36.
- Zahouli JBZ, Koudou BG, Müller P, Malone D, Tano Y et Utzinger J, 2017. Urbanization is a main driver for the larval ecology of *Aedes* mosquitoes in

arbovirus endemic settings in south-eastern Côte d'Ivoire, *PloS Neglected Tropical Diseases*, 11 (7) :1 -23.