Rev. Afr. Ethnobiol. Ethnomed.
2026, Vol. 4, eISSN: 3107-3263; pISSN:3135-1328; DOI Prefix: 10.65857

Article

OPEN ACCESS

Écologie des habitats larvaires, utilisation des moustiquaires imprégnées et résistance aux pyréthrinoïdes des Anopheles gambiae s.l. dans deux agroécosystèmes périurbains de Kinshasa, République démocratique du Congo.

Christelle BOSULU[1], Narcisse BOSOSILA[1,4], Colette ASHANDE MASENGO[2], Albert BUSHABU[2], Laurent GBANZO[1], Josué ZANGA[3], Papy MANDOKO[5,6] & Jean Paul KOTO-TE-NYIWA NGBOLUA[1,*]

1 *Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo*
2 *Section de Biologie médicale, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kinshasa, République Démocratique du Congo*
3 *Département de Santé publique de Kinshasa, Laboratoire de bio-écologie et lutte antivectorielle, République Démocratique du Congo*
4 *Programme National de Lutte contre le Paludisme, République Démocratique du Congo*
5 *Département de Parasitologie, Faculté de Médecine, Université Joseph Kasa-Vubu*
6 *Institut National de Recherche Biomédicale(INRB), République Démocratique du Congo*

Article History

Submitted: 06/07/2026 Accepted: 06/08/2026 Published: 09/08/2026

Résumé

Contexte. Les agroécosystèmes urbains et périurbains peuvent créer des habitats aquatiques favorables aux vecteurs du paludisme, tandis que la résistance aux pyréthrinoïdes peut réduire l'efficacité des interventions fondées sur les insecticides. Cette étude a caractérisé les habitats larvaires et le statut de sensibilité des Anopheles gambiae s.l. dans deux zones agricoles de Kinshasa, avec un volet communautaire sur les moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII). Méthodes. Une enquête transversale a été menée auprès de 300 ménages à Herady. Quarante gîtes larvaires ont été caractérisés à Herady et Mbanza-Lemba (20 par site) entre mars et mai 2026. La température, le pH, la conductivité, la turbidité et la salinité ont été mesurés. Les larves ont été élevées jusqu'au stade adulte ; les femelles ont été soumises à des bio-essais en tubes OMS avec perméthrine, deltaméthrine et alpha-cyperméthrine, avec et sans préexposition au PBO. Les comparaisons ont utilisé des tests paramétriques ou non paramétriques selon la distribution des données. Résultats. Parmi les 300 ménages, 171 (57,0 %) avaient reçu des MII lors de la dernière campagne ; parmi 244 moustiquaires évaluées, 122 (50,0 %) étaient en mauvais état et 151 (61,9 %) étaient suspendues pour le couchage. Les gîtes étaient tous associés à la rivière et à des sols humides/marécageux. Herady présentait une température (26,35 ± 1,16 °C) et un pH (8,31 ± 0,34) supérieurs à Mbanza-Lemba (23,75 ± 1,02 °C et 7,61 ± 0,64 ; p<0,001 pour les deux). La permanence des gîtes (p exact de Fisher = 0,047) et leur couverture (p = 0,010) différaient entre sites. Les bio-essais indiquent une mortalité inférieure au seuil OMS de sensibilité pour les trois pyréthrinoïdes dans les deux sites ; ces valeurs doivent toutefois être interprétées avec prudence, de légères incohérences ayant été relevées entre les effectifs et les pourcentages du tableau source. Conclusion. Les deux agroécosystèmes étudiés abritent des gîtes larvaires aux caractéristiques distinctes et les données disponibles suggèrent une résistance phénotypique aux pyréthrinoïdes. La couverture et l'intégrité des MII à Herady sont également sous-optimales. La quantification directe des expositions agricoles et la validation des bio-essais restent nécessaires avant d'attribuer la résistance observée aux pratiques agricoles.

Keywords:

Anopheles gambiae s.l. ; paludisme ; habitats larvaires ; moustiquaires imprégnées d'insecticide ; résistance aux insecticides ; pyréthrinoïdes ; butoxyde de pipéronyle ; Kinshasa.

Abstract

Background. Urban and peri-urban agroecosystems can create aquatic habitats conducive to malaria vectors, while resistance to pyrethroids can reduce the effectiveness of insecticide-based interventions. This study characterized the larval habitats and susceptibility status of Anopheles gambiae s.l. in two agricultural areas of Kinshasa, with a community component focusing on insecticide-treated bed nets (ITNs). Methods. A cross-sectional survey was conducted among 300 households in Herady. Forty larval breeding sites were characterized in Herady and Mbanza-Lemba (20 per site) between March and May 2026. Temperature, pH, conductivity, turbidity, and salinity were measured. Larvae were reared to the adult stage; females were subjected to WHO tube bioassays with permethrin, deltamethrin, and alpha-cypermethrin, with and without prior exposure to PBO. Comparisons used parametric or nonparametric tests depending on the data distribution. Results. Of the 300 households, 171 (57.0%) had received ITNs during the most recent campaign; of the 244 mosquito nets assessed, 122 (50.0%) were in poor condition and 151 (61.9%) were hung over the sleeping area. All breeding sites were associated with the river and wet/marshy soils. Herady had a higher temperature (26.35 ± 1.16 °C) and pH (8.31 ± 0.34) than Mbanza-Lemba (23.75 ± 1.02 °C and 7.61 ± 0.64; p < 0.001 for both). The persistence of larval habitats (Fisher's exact p = 0.047) and their coverage (p = 0.010) differed between sites. Bioassays indicated mortality below the WHO susceptibility threshold for all three pyrethroids at both sites; these values should nonetheless be interpreted with caution, as minor inconsistencies were noted between counts and percentages in the source table. Conclusion. The two agroecosystems studied harbor larval habitats with distinct characteristics, and the available data suggest phenotypic resistance to pyrethroids. Coverage and integrity of insecticide-treated bed nets in Herady are also suboptimal. Direct quantification of agricultural exposures and validation of the bioassays remain necessary before attributing the observed resistance to agricultural practices.

Keywords:

Anopheles gambiae s.l.; malaria; larval habitats; insecticide-treated bed nets; insecticide resistance; pyrethroids; piperonyl butoxide; Kinshasa.

*** Corresponding Author:**
Jean Paul Koto-Te-Nyiwa Ngbolua, jpngbolua@unikin.ac.cd;
Tel.: +243 816879527,

© 2026 Copyright by the Authors Jean Paul Koto-Te-Nyiwa Ngbolua et al.
Licensed as an open access article using a CC-BY-NC-SA 4.0 license.

2026, Vol. 4, Issue 1
DOI : https://www.doi.org/10.65857/raee.026.v4.i1.60

1. Introduction

Le paludisme demeure une charge majeure de santé publique, particulièrement dans la Région africaine. En 2024, la maladie aurait représenté environ 282 millions de cas et 610 000 décès dans le monde, avec une concentration très importante de la morbidité et de la mortalité en Afrique (World Health Organization [WHO], 2025). La République démocratique du Congo (RDC) figure parmi les pays contribuant fortement à cette charge. La lutte antivectorielle, notamment par les MII, reste une composante essentielle de la stratégie de contrôle (WHO, 2021).

L'efficacité de la lutte antivectorielle dépend toutefois de l'interaction entre couverture des interventions, écologie vectorielle et sensibilité des moustiques aux insecticides. Dans les milieux urbains et périurbains, l'irrigation, le drainage, les canaux et les collections d'eau associées au maraîchage peuvent modifier la disponibilité et la stabilité des habitats larvaires (Matthys et al., 2006). Parallèlement, l'exposition des vecteurs aux insecticides de santé publique et, potentiellement, aux pesticides agricoles peut exercer des pressions de sélection (Nkya et al., 2014). Des travaux menés en RDC ont documenté des mécanismes et une intensification de la résistance aux pyréthrinoïdes chez les principaux vecteurs du paludisme (Nardini et al., 2017; Wat'senga et al., 2020; Nguiffo-Nguete et al., 2023).

À Kinshasa, la composition du complexe *gambiae* et la résistance aux insecticides sont documentées (Wat'senga et al., 2020; Nguiffo-Nguete et al., 2023; Zanga et al., 2024), mais un besoin demeure d'intégrer les caractéristiques des gîtes larvaires, les pratiques communautaires de prévention et les bio-essais de sensibilité dans les agroécosystèmes périurbains. L'objectif de cette étude était donc de caractériser les habitats larvaires des *An. gambiae* s.l. à Herady et Mbanza-Lemba, de comparer leurs paramètres physicochimiques et bioécologiques, d'évaluer la sensibilité phénotypique aux pyréthrinoïdes avec et sans PBO et, à Herady, de décrire l'accès et l'utilisation des MII. L'étude ne permet pas, dans son état actuel, d'estimer causalement l'effet des activités agricoles sur la résistance observée.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Devis et sites d'étude

L'étude comportait plusieurs volets observationnels complémentaires : une enquête transversale auprès des ménages, une prospection écologique comparative des gîtes larvaires et des bio-essais entomologiques. Les sites étaient la foire agricole de la zone de santé de Selembao dans l'aire de santé Herady et la foire agricole de la zone de santé de Lemba dans l'aire de santé Mbanza-Lemba, à Kinshasa, RDC. Les deux sites sont associés à des activités maraîchères.

2.2. Enquête auprès des ménages

Une enquête transversale a été réalisée auprès de 300 ménages à l'aire de santé de Herady, sélectionnés par échantillonnage aléatoire. Les données ont été recueillies au moyen d'un questionnaire structuré administré sur KoboCollect auprès du responsable du ménage ou d'un adulte disponible. Les variables incluaient la réception et la possession de MII, leur mode d'acquisition, leur état, leur suspension/utilisation et des caractéristiques sociodémographiques (Roll Back Malaria Monitoring and Evaluation Reference Group, 2018). Un consentement verbal libre et éclairé a été recueilli auprès de chaque participant. La taille de l'échantillon (300 ménages) a été fixée a priori ; le cadre de sondage précis et la procédure détaillée de tirage n'ont pas pu être documentés avec certitude à partir des données disponibles, ce qui limite la vérification a posteriori de la précision statistique de l'enquête (voir Forces et limites).

2.3. Prospection larvaire et caractéristique des habitats

Les prospections ont été réalisées de mars à mai 2026. Un habitat aquatique accessible, situé dans ou à proximité des zones agricoles et présentant une eau stagnante ou faiblement courante compatible avec le développement larvaire, était éligible. Chaque gîte constituait une unité d'échantillonnage écologique. Quarante gîtes ont été analysés, 20 à Herady et 20 à Mbanza-Lemba. Les habitats ont été géoréférencés au GPS Garmin et caractérisés selon la permanence, l'origine de l'eau, le type de sol et la couverture/végétation. Les larves ont été collectées par dipping, transportées dans l'eau du gîte puis élevées à l'insectarium du laboratoire LAV/E-PHYMED de l'Université de Kinshasa jusqu'à l'émergence.

2.4. Paramètres physicochimiques

La température, le pH, la conductivité électrique, la turbidité (International Organization for Standardization, 2016) et la salinité ont été mesurés in situ à l'aide d'une sonde multiparamétrique ; la marque et le modèle exacts de cet instrument n'ont pas pu être précisés à partir des données disponibles.

2026, Vol. 4, Issue 1
DOI : https://www.doi.org/10.65857/raee.026.v4.i1.60

2.5. Bio-essais de sensibilité et identification

Les femelles adultes issues des élevages larvaires ont été testées par la méthode des tubes OMS. Les insecticides étudiés étaient la perméthrine 0,75 %, la deltaméthrine 0,05 % et l'alpha-cyperméthrine 0,05 %. Le protocole prévoyait une exposition à l'insecticide pendant une heure puis une lecture de mortalité après 24 heures, avec quatre tubes de 25 femelles par insecticide, ainsi que des essais avec préexposition au PBO (WHO, 2022b, 2022c). Selon le référentiel OMS retenu, une mortalité de 98–100 % indique la sensibilité, 90–97 % une résistance possible et <90 % une résistance confirmée (WHO, 2022a). Les moustiques exposés survivants et ceux des tubes témoins ont été identifiés morphologiquement à l'aide des clés de Gillies et Coetzee (1987) et de Coetzee (2020). Les effectifs par tube, la mortalité des témoins et l'application de la correction d'Abbott n'ont pu être reconstitués de façon exhaustive pour l'ensemble des essais ; cette limite est reprise dans la section Forces et limites et doit être considérée dans l'interprétation des résultats de sensibilité présentés ci-après.

2.6. Analyse statistique

Les variables qualitatives ont été résumées par effectifs et pourcentages. Pour les paramètres physicochimiques, la normalité a été examinée par le test de Shapiro–Wilk. Un test t de Welch a été utilisé pour comparer la température et le pH entre sites, et un test de Mann–Whitney pour la conductivité, la turbidité et la salinité. Les caractéristiques catégorielles des gîtes ont été comparées par test exact de Fisher et/ou test du χ^2 de Pearson. Le seuil de significativité était fixé à $p<0,05$. Une régression logistique multivariée avait initialement été envisagée, mais la définition de la variable dépendante et de son codage n'a pas pu être établie sans ambiguïté ; ses résultats n'ont donc pas été retenus dans l'analyse principale présentée ici. Le logiciel statistique utilisé pour ces analyses n'a pas pu être précisé à partir des données disponibles.

2.7. Considérations éthiques

Un consentement verbal libre et éclairé a été obtenu pour l'enquête auprès des ménages, et une autorisation d'utilisation des données sanitaires a été délivrée par les autorités compétentes, avec traitement confidentiel des informations recueillies. L'anonymat et la confidentialité des répondants au niveau des ménages étaient d'application. Seule l'équipe de recherche avait accès aux données.

Tableau 1. Indicateurs de réception, d'état, d'utilisation et de perception de l'efficacité des moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII) à Herady

Indicateur	n/N	%
Réception d'une MII à la dernière campagne	171/300	57,0
MII en mauvais état	122/244	50,0
MII suspendue pour dormir	151/244	61,9
Personnes < 5 ans ayant dormi sous MII	146/729	20,0
Personnes > 5 ans ayant dormi sous MII	323/729	44,3
Aucune utilisation la nuit précédente	260/729	35,7
MII perçue comme encore efficace	190/244	77,9

3. Résultats

3.1. Enquête MII à Herady

Parmi 300 ménages, 171 (57,0 %) ont déclaré avoir reçu des MII lors de la dernière campagne. Parmi les 129 ménages n'en ayant pas reçu, 73 (56,6 %) déclaraient néanmoins utiliser une MII obtenue par d'autres voies. Parmi 244 MII évaluées, 122 (50,0 %) étaient en mauvais état, 73 (29,9 %) dans un état passable et 48 (19,7 %) en bon état ; ces effectifs totalisent 243 et non 244, écart mineur probablement imputable à une donnée manquante isolée. Cent cinquante et une MII sur 244 (61,9 %) étaient suspendues pour dormir. Sur 729 personnes recensées, 469 (64,3 %) avaient dormi sous une MII la nuit précédente selon la ventilation du tableau source, tandis que 260 (35,7 %) n'en avaient pas utilisé.

3.2. Caractéristiques physicochimiques des gîtes

La température et le pH étaient significativement plus élevés à Herady qu'à Mbanza-Lemba (p<0,001 pour les deux). Les analyses ne montraient pas de différence statistiquement significative de conductivité (p=0,473), de turbidité (p=0,465) ni de salinité (p=0,085). Les valeurs de conductivité et de turbidité de Mbanza-Lemba présentées ci-dessous correspondent au tableau analytique retenu pour cette analyse ; une divergence mineure avec un second tableau du document source subsiste et est signalée dans la section Forces et limites.

Tableau 2. Comparaison des paramètres physicochimiques des gîtes larvaires entre Herady et Mbanza-Lemba

Paramètre	Herady (n=20)	Mbanza-Lemba (n=20)	Test	p
Température (°C)	26,35 ± 1,16	23,75 ± 1,02	t de Welch	<0,001
pH	8,31 ± 0,34	7,61 ± 0,64	t de Welch	<0,001
Conductivité (µS/cm)	678,80 ± 241,37	764,80 ± 324,36	Mann–Whitney	0,473
Turbidité (ppm)	342,90 ± 119,03	412,85 ± 203,05	Mann–Whitney	0,465
Salinité (%)	0,028 ± 0,012	0,023 ± 0,005	Mann–Whitney	0,085

3.3. Caractéristiques bioécologiques

Les 40 gîtes étaient associés à une origine fluviale et à des sols décrits comme humides/marécageux. À Herady, les 20 gîtes étaient semi-permanents ; à Mbanza-Lemba, 15 étaient semi-permanents et 5 permanents. La distribution de la permanence différait entre sites (test exact de Fisher, p=0,047). La couverture par herbes aquatiques était plus fréquente à Herady (14/20 ; 70,0 %) qu'à Mbanza-Lemba (5/20 ; 25,0 %), alors que la matière organique dominait davantage à Mbanza-Lemba ; cette différence était significative (Fisher, p=0,010).

Tableau 3. Comparaison des caractéristiques bioécologiques des gîtes larvaires entre Herady et Mbanza-Lemba

Caractéristique	Herady n (%)	Mbanza-Lemba n (%)	p exact de Fisher
Gîte permanent	0 (0,0)	5 (25,0)	0,047
Gîte semi-permanent	20 (100,0)	15 (75,0)	
Herbes aquatiques	14 (70,0)	5 (25,0)	0,010
Matière organique	6 (30,0)	15 (75,0)	

3.4. Sensibilité aux pyréthrinoïdes

À Herady, les mortalités observées sans PBO étaient de 44 % pour la perméthrine, 67 % pour la deltaméthrine et 75 % pour l'alpha-cyperméthrine, et avec PBO de 65 %, 79 % et 80 %, respectivement. À Mbanza-Lemba, les mortalités observées étaient de 24 %, 47 % et 55 % sans PBO, puis de 35 %, 59 % et 62 % avec PBO. Toutes ces valeurs sont inférieures au seuil OMS de 90 % retenu pour définir une résistance confirmée. Ces résultats doivent néanmoins être interprétés avec prudence : des discordances entre effectifs morts/vivants et pourcentages ont été relevées dans les données sources des

bio-essais, en particulier à Mbanza-Lemba, et sont détaillées dans la section Forces et limites.

Tableau 4. Mortalité observée d'Anopheles gambiae s.l. après exposition aux pyréthrinoïdes, avec et sans préexposition au PBO, à Herady et Mbanza-Lemba

Site	Condition	Perméthrine	Deltaméthrine	Alpha-cyperméthrine
Herady	Sans PBO	44 %	67 %	75 %
Herady	Avec PBO	65 %	79 %	80 %
Mbanza-Lemba	Sans PBO	24 %*	47 %*	55 %*
Mbanza-Lemba	Avec PBO	35 %*	59 %*	62 %*

** Valeurs de mortalité observées, sans correction d'Abbott ; des discordances entre effectifs morts/vivants et pourcentages ont été relevées pour ces essais (voir Forces et limites).*

4. Discussion

Cette étude met en évidence trois observations principales. Premièrement, l'accès aux MII et leur intégrité physique à Herady sont imparfaits : 57 % des ménages rapportaient une réception lors de la dernière campagne et la moitié des MII évaluées étaient classées en mauvais état. Deuxièmement, les gîtes larvaires des deux agroécosystèmes présentent des profils écologiques différents, notamment pour la température, le pH, la permanence et la couverture biologique. Troisièmement, les bio-essais rapportés sont compatibles avec une résistance phénotypique aux trois pyréthrinoïdes testés dans les deux sites, sans restauration complète apparente après PBO ; cette dernière observation reste toutefois à confirmer par un audit des données brutes de bio-essais.

Les différences de température et de pH suggèrent des microenvironnements larvaires distincts entre Herady et Mbanza-Lemba. Des études africaines montrent que la température, l'exposition solaire, la végétation, le type de gîte et l'occupation du sol peuvent influencer la présence et la densité larvaires (Hessou-Djossou et al., 2022; Longo-Pendy et al., 2024). Néanmoins, la présente étude ne fournit pas de mesure standardisée de productivité larvaire permettant d'établir qu'un profil physicochimique est plus productif qu'un autre.

La permanence des habitats et leur couverture différaient également entre les sites. Ces résultats sont biologiquement plausibles dans des systèmes maraîchers où irrigation, drainage et maintien de collections d'eau peuvent modifier la durée de mise en eau et la matière organique disponible. Ils décrivent cependant une association spatiale entre caractéristiques agricoles et habitats larvaires, et non un effet causal des pratiques agricoles.

La résistance aux pyréthrinoïdes rapportée est cohérente avec la littérature disponible pour la RDC et Kinshasa. Wat'senga et al. (2020) ont documenté une forte résistance aux pyréthrinoïdes dans plusieurs provinces congolaises, y compris Kinshasa, et Nguiffo-Nguete et al. (2023) ont rapporté une intensification de cette résistance chez des

vecteurs majeurs à Kinshasa. L'augmentation partielle de mortalité observée après PBO est compatible avec une composante métabolique, notamment via les monooxygénases (Nardini et al., 2017) ; cette interprétation reste toutefois prudente, car sans données biochimiques, d'expression génique ou de génotypage, le mécanisme exact ne peut être attribué avec certitude.

Le volet MII montre par ailleurs qu'une intervention disponible au niveau communautaire peut être limitée par l'insuffisance de couverture, l'état physique des moustiquaires et leur utilisation effective. La simple possession d'une MII n'équivaut ni à un accès universel ni à une utilisation correcte. Dans une zone où la résistance aux pyréthrinoïdes est présente, la surveillance de l'intégrité des moustiquaires et de leur efficacité entomologique devient particulièrement importante.

Sur le plan opérationnel, ces résultats suggèrent que la surveillance entomologique devrait associer des bio-essais validés, des tests avec synergistes et, lorsque possible, une caractérisation moléculaire ou métabolique de la résistance ; que les programmes de distribution de MII devraient suivre simultanément la couverture, l'accès, l'utilisation et l'état physique des moustiquaires ; et que la gestion des gîtes en zone maraîchère devrait s'appuyer sur une caractérisation précise des pratiques agricoles plutôt que sur une attribution présumée de causalité.

En effet, la principale force de l'étude est l'intégration de données communautaires, écologiques, physicochimiques et entomologiques dans deux agroécosystèmes de Kinshasa. La caractérisation de 40 gîtes et l'utilisation d'un protocole standardisé de l'OMS pour les bio-essais fournissent une base utile pour la surveillance locale.

Cependant, l'enquête MII est limitée à Herady et son plan d'échantillonnage, cadre de sondage, unité primaire de sélection, procédure de tirage et gestion des non-réponses n'a pas pu être documenté avec une précision suffisante pour vérifier a posteriori la puissance statistique de l'enquête. La prospection a été limitée à la période de mars à mai 2026, sans couverture saisonnière complète. L'identification morphologique ne permet pas de distinguer moléculairement les membres du complexe gambiae. Les bio-essais comportent des incohérences résiduelles entre les effectifs rapportés et les pourcentages de mortalité, en particulier à Mbanza-Lemba, et les effectifs et la mortalité des tubes témoins n'ont pas pu être documentés de manière exhaustive pour l'ensemble des essais, de sorte que la correction d'Abbott n'a pas pu être systématiquement appliquée ; les valeurs de sensibilité rapportées doivent donc être considérées comme des estimations à confirmer.

5. Conclusion

Dans les zones agricoles périurbaines de Herady et Mbanza-Lemba, les habitats larvaires des Anopheles présentent des différences de température, de pH, de permanence et de couverture biologique. À Herady, la réception des MII lors de la dernière campagne et leur état physique indiquent une protection communautaire incomplète. Les bio-essais rapportés suggèrent une résistance aux trois pyréthrinoïdes testés dans les deux sites, bien que ces estimations restent à confirmer par un audit complet des données brutes. Les résultats soutiennent une surveillance intégrée des habitats larvaires, des MII et de la résistance aux insecticides, sans permettre d'établir que les pratiques agricoles causent la résistance observée. Nos études ultérieures aborderont les aspects suivants : auditer les fiches brutes des bio-essais OMS et recalculer, pour chaque tube, les effectifs testés, morts et vivants, la mortalité des témoins et les corrections éventuelles ; renforcer à Herady le suivi de l'accès, de l'utilisation et de l'intégrité physique des MII, au-delà du seul indicateur de distribution ; étendre la surveillance entomologique à plusieurs saisons et compléter l'identification morphologique par l'identification moléculaire des espèces du complexe gambiae ; documenter quantitativement les pesticides agricoles utilisés (matières actives, doses, fréquence, mélanges) et rechercher leurs résidus dans l'eau et le sol avant d'évaluer leur association avec la résistance et associer les bio-essais phénotypiques à des analyses des mécanismes de résistance (biochimiques, moléculaires) lorsque les capacités techniques le permettent.

Références

1. Coetzee, M. (2020). Key to the females of Afrotropical Anopheles mosquitoes (Diptera: Culicidae). Malaria Journal, 19, 70. https://doi.org/10.1186/s12936-020-3144-9

2. Gillies, M. T., & Coetzee, M. (1987). A supplement to the Anophelinae of Africa south of the Sahara (Afrotropical region). South African Institute for Medical Research.

3. Hessou-Djossou, D., Djègbè, I., Ahadji-Dabla, K. M., Nonfodji, O. M., Tchigossou, G., Djouaka, R., Cornélie, S., Djogbenou, L., Akogbeto, M., & Chandre, F. (2022). Diversity of larval habitats of Anopheles mosquitoes in urban areas of Benin and influence of their physicochemical and bacteriological characteristics on larval density. Parasites & Vectors, 15, 207. https://doi.org/10.1186/s13071-022-05323-6

4. International Organization for Standardization. (2016). Water quality — Determination of turbidity — Part 1: Quantitative methods (ISO 7027-1:2016).

5. Longo-Pendy, N.-M., Sevidzem, S. L., Makanga, B. K., Ndotit-Manguiengha, S., Boussougou-Sambe, S. T., Obame Ondo Kutomy, P., Obame-Nkoghe, J., Nkoghe-Nkoghe, L.-C., Ngossanga, B., Kassa Mvoubou, F., Zinga Koumba, C. R., Adegnika, A. A., Razack, A.-S., Mavoungou, J. F., & Mintsa-Nguema, R. (2024). Assessment of environmental and spatial factors influencing the establishment of Anopheles gambiae larval habitats in the malaria endemic province of Woleu-Ntem, northern Gabon. Malaria Journal, 23, 158. https://doi.org/10.1186/s12936-024-04980-5

6. Matthys, B., N'Goran, E. K., Koné, M., Koudou, B. G., Vounatsou, P., Cissé, G., Tschannen, A. B., Tanner, M., & Utzinger, J. (2006). Urban agricultural land use and characterization of mosquito larval habitats in a medium-sized town of Côte d'Ivoire. Journal of Vector Ecology, 31(2), 319–333. https://doi.org/10.3376/1081-1710(2006)31[319:UALUAC]2.0.CO;2

7. Nardini, L., Hunt, R. H., Dahan-Moss, Y. L., Christie, N., Christian, R. N., Coetzee, M., & Koekemoer, L. L. (2017). Malaria vectors in the Democratic Republic of the Congo: The mechanisms that confer insecticide resistance in

Anopheles gambiae and Anopheles funestus. Malaria Journal, 16, 448. https://doi.org/10.1186/s12936-017-2099-y

8. Nguiffo-Nguete, D., Mugenzi, L. M. J., Manzambi, E. Z., Tchouakui, M., Wondji, M., Tekoh, T., Watsenga, F., Agossa, F., & Wondji, C. S. (2023). Evidence of intensification of pyrethroid resistance in the major malaria vectors in Kinshasa, Democratic Republic of Congo. Scientific Reports, 13, 17876. https://doi.org/10.1038/s41598-023-41952-2

9. Nkya, T. E., Poupardin, R., Laporte, F., Akhouayri, I., Mosha, F., Magesa, S., Kisinza, W., & David, J.-P. (2014). Impact of agriculture on the selection of insecticide resistance in the malaria vector Anopheles gambiae: A multigenerational study in controlled conditions. Parasites & Vectors, 7, 480. https://doi.org/10.1186/s13071-014-0480-z

10. Roll Back Malaria Monitoring and Evaluation Reference Group. (2018). Household survey indicators for malaria control. Roll Back Malaria Partnership.

11. Wat'senga, F., Agossa, F., Manzambi, E. Z., Illombe, G., Mapangulu, T., Muyembe, T., Clark, T., Niang, M., Ntoya, F., Sadou, A., Plucinski, M., Li, Y., Messenger, L. A., Fornadel, C., Oxborough, R. M., & Irish, S. R. (2020). Intensity of pyrethroid resistance in Anopheles gambiae s.l. before and after a mass distribution of insecticide-treated nets in Kinshasa and in 11 provinces of the Democratic Republic of Congo. Malaria Journal, 19, 169. https://doi.org/10.1186/s12936-020-03240-6

12. World Health Organization. (2021). Global technical strategy for malaria 2016–2030, 2021 update. World Health Organization.

13. World Health Organization. (2022a). Manual for monitoring insecticide resistance in mosquito vectors and selecting appropriate interventions. World Health Organization.

14. World Health Organization. (2022b). Standard operating procedure for determining the ability of PBO to restore susceptibility of adult mosquitoes to pyrethroid insecticides in WHO tube tests. World Health Organization.

15. World Health Organization. (2022c). Standard operating procedure for testing insecticide susceptibility of adult mosquitoes in WHO tube tests. World Health Organization.

16. World Health Organization. (2025). World malaria report 2025: Addressing the threat of antimalarial drug resistance. World Health Organization.

17. Zanga, J., Metelo, E., Mvuama, N., Nsabatien, V., Mvudi, V., Banzulu, D., Mansiangi, O., Bamba, M., Basosila, N., Agossa, R., & Wumba, R. (2024). Species composition and distribution of the Anopheles gambiae complex circulating in Kinshasa. GigaByte, 2024, Article 104. https://doi.org/10.46471/gigabyte.104