



Modélisation de la dynamique écologique des gîtes à forte densité larvaires pour répondre à la lutte anti vectorielle d'*Aedes sp* à Mont Ngafula, RD Congo
*Modelling the ecological dynamics of high-density larval breeding sites for vector control of *Aedes sp.* at Mont Ngafula, DR Congo*

Dieudonné Kikozokozo Kikozokozo¹, Olivier Midishi Munduku¹, Steve Banza Bondo¹, Emmanuel Makaly Biey¹, Constantin Lubini¹, Didier Kivule¹, Emery Matuba Metelo²

Auteur correspondant

Kikozokoso

Courriel : dieudonnekikozokoso@gmail.com

Sciences de l'Environnement, Université de Kinshasa, République démocratique du Congo

Summary

Context and objective. *Aedes sp* mosquitoes are major vectors of chikungunya. Four epidemics have been reported in Kinshasa. The present study analyzes the bioecological factors influencing the larval density of breeding sites to reduce morbidity in Mont Ngafula. *Methods.* A cross-sectional survey was carried out in 2022, covering 400 households at 4 sites over two seasons. A total of 738 breeding sites were examined, and bioecological parameters such as dissolved oxygen (O₂), temperature (T°), conductivity (Cond), total dissolved solids (TDS) and turbidity were measured. *Results.* Ecological factors significantly influenced larval density: dissolved O₂ (p=0.038), T° (p=0.01), Cond (p<0.001), TDS (p<0.001) and turbidity (p<0.0001). A predictive equation was established: $Y_1 = -0.050 + (0.156O_2) - (0.635Cond) - (0.633TDS) - (0.634Turbidity) - (0.278 \cdot T^\circ)$. *Conclusion.* The identified bioecological parameters favor the proliferation of *Aedes sp*. This predictive model can guide targeted strategies to control larval density and prevent chikungunya epidemics at Mont Ngafula.

Keywords: *Aedes sp*; Chikungunya; Kinshasa -Mont Ngafula

Received: May 10th, 2024

Accepted: January 4th, 2025

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v18i2.13>

1. Sciences de l'environnement, Université de Kinshasa, République démocratique du Congo
2. Institut national de recherche biomédicale, Kinshasa, République démocratique du Congo

Résumé

Contexte et objectif. Les moustiques *Aedes sp* sont des vecteurs majeurs du chikungunya. À Kinshasa, quatre épidémies ont été signalées. Cette étude analyse les facteurs bioécologiques influençant la densité larvaire des gîtes pour réduire la morbidité à Mont Ngafula. *Méthodes.* Une enquête transversale a été réalisée en 2022, couvrant 400 ménages sur 4 sites pendant deux saisons. *Résultats.* Au total, 738 gîtes larvaires ont été examinés, et des paramètres bioécologiques comme l'oxygène dissous (O₂), la température (T°), la conductivité (Cond), les solides dissous totaux (TDS) et la turbidité ont été mesurés. *Résultats* Les facteurs écologiques influencent significativement la densité larvaire : O₂ dissous (p=0,038), T° (p=0,01), Cond (p<0,001), TDS (p<0,001) et turbidité (p<0,0001). Une équation prédictive a été établie : $Y_1 = -0,050 + (0,156O_2) - (0,635Cond) - (0,633TDS) - (0,634Turbidité) - (0,278 \cdot T^\circ)$. *Conclusion.* Les paramètres bioécologiques identifiés favorisent la prolifération des *Aedes sp*. Ce modèle prédictif peut guider des stratégies ciblées pour contrôler la densité larvaire et prévenir les épidémies de chikungunya à Mont Ngafula.

Mots-clés : *Aedes sp* ; Chikungunya ; Kinshasa -Mont Ngafula

Reçu le 10 mai 2024

Accepté le 4 janvier 2025

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v18i2.13>



Introduction

Le Chikungunya est une zoonose causée par un ARNovirus chikungunya et la transmission à l'homme est facilitée par des moustiques *Aedes sp.*, suceurs de sangs infectés (1-2). Cette affection fait partie des maladies vectorielles émergentes dont la charge globale représente environ 20 % des maladies contagieuses dans le monde et, provoque plus d'un million de décès l'an (3). A ce jour, aucune thérapeutique (préventive et/ou curative) s'est avérée efficace. De ce fait, les options de contrôle vectorielle restent nécessaires (4-5). Plusieurs études ont été menées à ce sujet notamment celle de Selhorst *et al.* (6) à Kinshasa, Ablei AP *et al.* (7) à Monzambique et de Alayur M. *et al.* (8) à Kebridhar city, elles ont confirmé qu'*Aedes sp* est incriminé en santé publique comme vecteur majeur dans la transmission des plusieurs virus dont Chikungunya, parmi les pools des moustiques analysés en laboratoire. Par ailleurs, dans le contexte d'urbanisation anarchique et de croissance démographique caractérisant quasiment les villes de pays africaines (9), au sud-est de la côte d'Ivoire (10) et à Kinshasa ont démontré que les facteurs bioécologiques influencent la densité des moustiques immatures d'*Aedes* et les sites de reproduction de ce vecteur sont le fait de l'homme. Leur maîtrise permet d'implémenter les outils de surveillance et d'identifier les options efficaces de lutte. A Kinshasa, plusieurs épidémies successives ont été déclarées entre 2019 et 2020 (11-12). En vue de prévenir l'infection à Chikungunya, il s'est avéré nécessaire de développer des outils et stratégies de lutte capables d'identifier prioritairement les types des gîtes à forte densité larvaire. Cependant, la plupart des méthodes d'identification des habitats fortement infestés mises en place à ce jour présente une lourdeur de procédure (collecte et détermination de l'indice de Carron, élevage en insectarium, identification etc.), l'inaccessibilité pour les intervenants du secteur car nécessitant un appareillage onéreux, de manipulations difficiles demandant une expertise et/ou expérience avérée comme l'usage de la sonde multiparamétrique. De ce fait, le développement d'un modèle mathématique d'identification de gîtes à forte densité larvaire sur base des facteurs bioécologiques simplifie la démarche décrite ci-dessus, minimise le coût et les erreurs dues à la manipulation. Par ailleurs, la faiblesse de la consolidation des données

probantes sur la bioécologie du vecteur d'arbovirus à l'instar de Chikungunya à Mont Ngafula, limite la compréhension de cette affection et augmente de ce fait les risques de transmission dans cette aire. C'est dans cette optique que cette étude a modélisé les principaux facteurs écologiques d'habitats d'*Aedes sp.* à Mont Ngafula, jadis épicerie des épidémies connues afin de contribuer à la lutte anti-vectorielle dans sa première phase de l'identification des gîtes à forte densité larvaire puisque, les conditions ayant prévalu à l'émergence de l'infection dans cette zone n'ont pas encore fait l'objet d'action corrective de grande envergure.

Méthodes

Milieu d'étude

Mont Ngafula, est une commune collinaire située au Sud-ouest de Kinshasa, à S° 4° 25' 35". E° 15° 17'44", s'étend sur une superficie de 237,8 km², avec une population estimée à 718.197 habitants (13). Elle constitue la zone d'extension où s'observe un déficit d'aménagement, accentuant par ce fait l'étalement spontané et anarchique du carré urbain. En outre, sa géomorphologie et sa topographie accidentée affectent fortement la structure bioécologique de vecteurs d'arbovirus dans la zone.

Matériel

Le matériel biologique de la présente étude est constitué des larves et Nymphes cueillies dans les gîtes larvaires.

Type d'étude

Il s'agissait d'une étude écologique transversale à visé analytique dans la mesure où elle a tenu compte de l'hétérogénéité des strates écologiques, du type d'habitation haut standing rudimentaire et délabré dans les quartiers résidentiels. Elle s'est servie d'observation et d'expérimentation pour la manipulation de données.

Echantonnage et Plan de sondage

L'échantillonnage non probabiliste par convenance a été opté du fait de la possibilité de trouver d'autres ménages sans gîte. Afin d'explorer un grand nombre des gîtes, il a été convenu d'explorer 2 ou 3 gîtes par ménage : 1 en intradomicile, 1 à l'extérieur, enfin 1 à proximité au cas où ils se trouvent à ce nombre.

Les ménages à enquêter sont les unités statistiques primaires. Ils constituent le point-centre autour duquel la prospection des gîtes a été faite. Ces ménages ont été déterminés par



échantillonnage aléatoire simple sur base de la liste de tous les ménages ayant enregistré au moins 1 cas de Chikungunya au cours de la dernière épidémie. Un total de 400 ménages a été sélectionné et enquêté pour les quatre sites suivant la démarche de BRETEAU validant l'échantillon de 100 ménages par zone d'enquête (14).

Les gîtes prospectés sont les unités statistiques secondaires. Ils ont été sélectionnés par choix raisonné. Ainsi, un total de 738 gîtes a été observés.

Paramètres d'intérêts

Les paramètres bioécologiques (pH, Température, Turbidité, Conductivité, Oxygène dissous, Pourcentage d'oxygène, et TDS) ont été déterminés à l'aide d'un analyseur multiparamétrique de Combo Hanna plongé dans l'effluent par son bout cathodique inférieur à environ 5-10 cm. Les coordonnées de géolocalisation ont été prélevées par GPS du type Garmin. Un décimètre en métal a servi à déterminer la profondeur de gîtes larvaires, alors que la louche de modèle OMS et la pipette pasteur ont cueilli les larves ainsi que leurs fluides.

Données Entomologiques

Les données entomologiques ont été collectées par observation directe afin de déterminer la typologie des gîtes visés pour les

prélèvements et analyses des caractéristiques bioécologiques.

Critères d'inclusion

- Tout plan d'eau à potentiel *Aedes* situé autour et à l'intérieur des ménages dans les sites d'étude,
- Gîtes larvaires à potentiel d'*Aedes* accessibles,
- L'avis favorable du responsable de ménage.

Calcul des indices entomologiques

L'OMS utilise les indices entomologiques (de maison, de récipients et de Breteau) qui sont calculés suivant la méthode de YEBAKIMA.

- Indice Maison (IM): Nombre de maisons ayant fourni les larves d'*Aedes* par le nombre total des maisons inspectées (en %);
- Indice Récipient (IR): Nombre de récipients contenant les larves d'*Aedes sp* par le nombre total des récipients inspectées (en %)
- Indice de Breteau (IB): le taux de gîtes positifs sur 100 maisons enquêtées.

Lorsque les indices de maisons (IM), récipients (IR) et Breteau (IB) excèdent respectivement 35 %, 20 % et 50 %, le risque de transmission est réel.

Traitement de données statistiques.

Les données collectées ont été compilées sur Microsoft Excel 2016, puis exportées sur SPSS Statistics Version 28 et Open Epi 3.5.

Résultats

Profil entomologique de sites prospectés.

La figure 1. illustre le portrait entomologique de 4 sites. Le Breteau est supérieur dans toutes les zones étudiées.

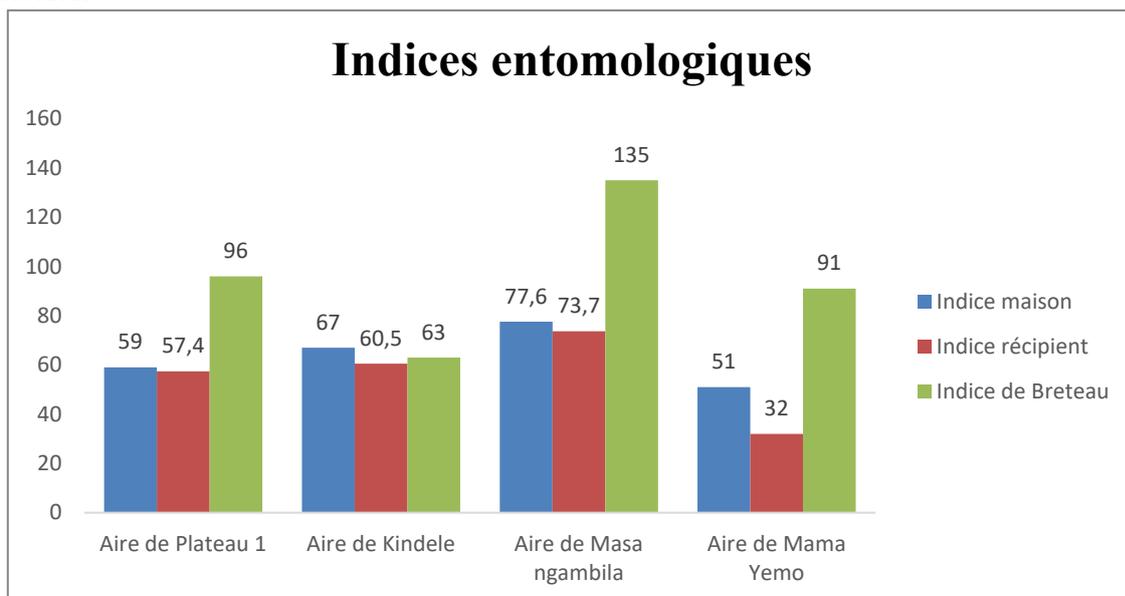


Figure 1. Indices entomologiques des aires de la Zone de Mont Ngafula



Aperçu général sur la distribution des facteurs écologiques d'habitats d'Aedes sp.

Le tableau 1 renseigne sur la caractérisation bioécologique des gîtes larvaires des *Aedes sp.*
Tableau 1 caractérisation bioécologique des gîtes larvaires des *Aedes sp*

Le tableau 1 confirme 385 gîtes positifs parmi lesquels 75 % ont le pH inférieur à

8, la Température moyenne de 26°C, la conductivité inférieure à 306 $\mu\text{S}/\text{Cm}$, la turbidité inférieure à 156 NTU, le niveau d'oxygène dissout inférieurs à 84,8 mg/l, enfin le TDS inférieur à 153 ppm. Seule la moitié de gîtes a la saturation en oxygène inférieure à 102,4 %.

	pH	Température (°C)	Conductivité ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	Turbidité (NTU)	O ₂ Dissout (mg/l)	Saturation (%)	TDS (ppm)
N	385	385	385	385	385	385	385
Moyenne	7,8	26,0	294,28	148,01	82,15	102,31	147,1
Médiane	7,8	25,9	169,00	85,00	82,20	102,38	84,5
Mode	8,0	25,9	104	32	80,4	102,30	52,0
Ecart type	0,4	2,0	466,98	233,25	4,45	6,22	233,5
Plage	3,2	16,7	3975	1987	42,0	60,26	1987,5
Minimum	6,5	21,8	25	13	53,5	64,93	12,5

Comparaison des facteurs bioécologiques déterminant la densité larvaire en gîtes dichotomiques

Les résultats de la détermination de la densité larvaire en gîtes dichotomiques sont consignés dans le tableau 2.

Le tableau 2. Détermination de la densité Larvaire en gîtes Dichotomiques



Tableau 2. Résultats généraux décrivant les paramètres abiotiques dans les gîtes positifs dichotomisés.

densité		p ^H	Température	Conductivité	Turbidité	O ₂ Dissout	% saturation	TDS
Densité larvaire < 10	N	119	119	119	119	119	119	119
	Moyenne	7,8	26,4	163,35	82,29	8,05	101,11	81,67
	Médiane	7,8	26,2	128,00	64,00	8,12	101,23	64,00
	Minimum	6,6	22,9	25	13	5,35	64,92	12,5
	Maximum	8,9	31,3	672	341	9,01	114,08	336,0
	Ecart type	,441	1,924	123,47	64,00	0,44	6,47	61,73
Densité larvaire ≥ 10	N	266	266	266	266	266	266	266
	Moyenne	7,8	25,8	352,85	177,40	8,28	102,84	176,42
	Médiane	7,8	25,5	193,00	96,50	8,29	102,66	96,50
	Minimum	6,5	21,8	40	20	7,22	86,07	20,0
	Maximum	9,7	38,5	4000	2000	9,55	125,19	2000,0
	Ecart type	,414	2,11	545,965	272,418	0,42	6,046	272,98

Ce tableau montre deux groupes de gîtes dont le pH moyen a été de 7,8 (SD = 0,44), tandis qu'une température moyenne de 26,4 °C (SD : 1,9°C) est observée dans les gîtes à faible densité. La conductivité médiane de 128 µS/Cm est notée dans les gîtes à faible production larvaire, tandis que dans ceux à haute densité, elle est de 193 µS/Cm. Les gîtes fortement denses ont

une turbidité médiane de 96,5 NTU. Les habitats à forte densité ont un TDS médian de 64 ppm.

Analyse des facteurs bioécologiques des gîtes larvaires d'Aedes sp.

Les paramètres abiotiques entre les gîtes à forte et faible densité larvaire sont présentés dans le tableau 3.



Tableau 3. Analyse des paramètres abiotiques entre les gîtes à forte et à faible densité larvaire (ANOVA)

		Somme des carrés	df	Carré moyen	F	Sig.
Ph	Entre groupes	,064	1	,064	,361	,548
	Intra-groupes	68,382	383	,179		
	Total	68,446	384			
Température	Entre groupes	35,216	1	35,216	8,317	,004
	Intra-groupes	1621,701	383	4,234		
	Total	1656,917	384			
Conductivité	Entre groupes	2952254,959	1	2952254,959	13,996	<,001
	Intra-groupes	80789503,857	383	210938,652		
	Total	83741758,816	384			
Turbidité	Entre groupes	743709,325	1	743709,325	14,136	<,001
	Intra-groupes	20149508,665	383	52609,683		
	Total	20893217,990	384			
O2 Dissout	Entre groupes	44,149	1	44,149	2,358	<,001
	Intra-groupes	716,953	383	1,871		
	Total	761,102	384			
% saturation	Entre groupes	24514,533	1	24514,533	6,413	,012
	Intra-groupes	1464128,197	383	3822,789		
	Total	1488642,730	384			
TDS	Entre groupes	738063,740	1	738063,740	13,996	<,001
	Intra-groupes	20197375,964	383	52734,663		
	Total	20935439,704	384			

Le test d'ANOVA illustrant le tableau 3 est significatif pour tous les autres paramètres analysés, excepté le pH (P- value = 0,548 > 0,05). Par ailleurs, la taille d'effet "Omega carré à effet fixe" = 0,12 comparée à la balise de

Cohen (0,12 < 0,2 de Cohen), montre que la différence des températures entre les deux groupes des gîtes est très faible voire imperceptible.
Développement du modèle neuronal



L'estimation des paramètres du modèle est renseignée dans le tableau 4.

Tableau 4. *Estimation des paramètres du modèle*

Prédicteur		Prévisions											Couche de sortie			
		Couche masquée 1						Couche masquée 2					Densité < 10	Densité ≥ 10		
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	H(2:1)	H(2:2)	H(2:3)	H(2:4)			H(2:5)	
Couche d'entrée	(Biais)	,472	,020	-,670	-,827	-,325	,493	-,316								
	Profondeur	-,624	-,025	,447	1,033	,598	-,329	,082								
	PH	,086	-,171	-,050	,049	,316	,256	,509								
	Températ.	-,722	-,480	-,205	-,352	-,353	,312	,668								
	Conduct.	-,009	-,280	,349	,481	-,532	,320	-,358								
	Turbidité	-,016	,510	,412	,499	,243	-,493	-,749								
	O2Dissout	,532	,128	,780	,507	,033	,002	-,247								
	% saturat	-,540	,253	,430	,636	-,090	-,233	,418								
	TDS	,168	-,234	,357	,319	-,333	-,180	-,403								
Couche	(Biais)								,381	-,529	,420	-,264	-,158			
	H(1:1)								,122	-,571	-,051	-,424	-,042			
	H(1:2)								-,336	,047	,302	,005	,380			
	H(1:3)								,288	,049	,316	-,574	-,396			



H(1:4)									,267	-,584	,050	-,284	-,743			
H(1:5)									,137	,669	-,562	,045	-,132			
H(1:6)									,486	,159	,591	,446	,305			
H(1:7)									-,229	-,343	-,198	,460	,219			
Couche masquée 2	(Biais)														-,486	-,050
	H(2:1)														-,527	,156
	H(2:2)														,030	-,635
	H(2:3)														-,273	,633
	H(2:4)														,104	-,634
	H(2:5)														,196	-,278

Le tableau 4 indique qu'au bout de $K = 1224$ itérations, l'on a obtenu les poids $P_{1224} = (-0,486 ; 0,156 ; -0,635 ; 0,633 ; -0,634 ; -0,278)$ pour le modèle positif à densité larvaire supérieure ou égale à 10.

Notre neurone R est maintenant opérationnel et définit les fonctions :

$$Y_1 = -0,050 + (0,156 * \text{oxygène dissous}) - (0,635 * \text{conductivité}) + (0,633 * \text{TDS}) - (0,634 * \text{turbidité}) - (0,278 * \text{température}).$$

Modélisation par réseau de neurones

L'architecture du modèle de modélisation par réseau de neurones est illustrée dans la figure 2.

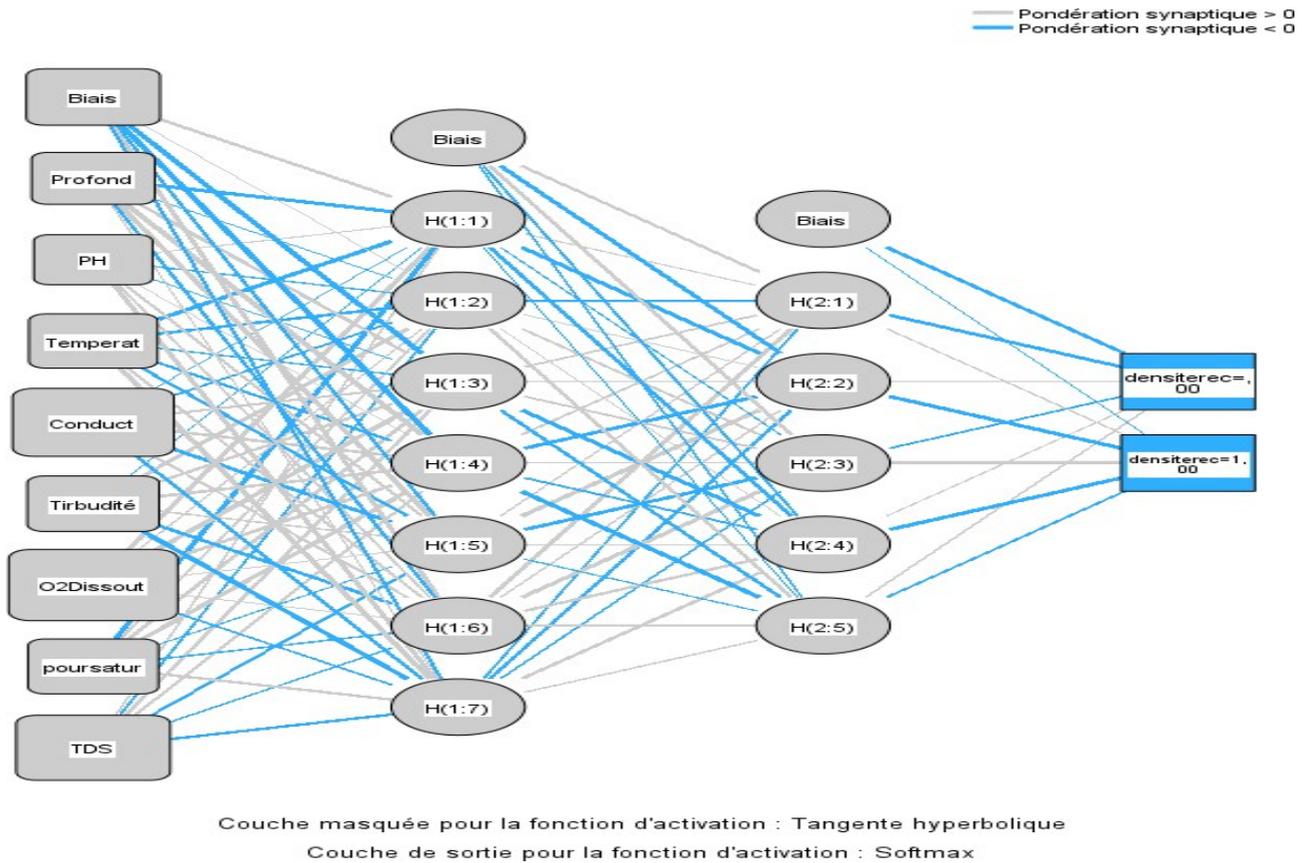


Figure 2. Architecture du modèle.

Elle illustre la couche d'entrée du réseau (variables explicatives) qui est formée de $P = 8$ entrées, auxquelles seront appliqués des coefficients appelés les poids synaptiques. Il existe 2 couches cachées dont la première porte 7 unités et la deuxième compte 5 unités. La couche de sortie (variable expliquée) a 2 unités. La fonction d'activation des couches cachées est la Tangente hyperbolique tandis que celle de la couche de sortie est le Softmax.

Discussion

Profil entomologique des zones enquêtées

La présente étude a confirmé la présence abondante des moustiques immatures d'*Aedes sp.*, dans quasiment tous les ménages parmi les 400 sélectionnés au sein de 4 zones d'investigation où 385/735 soit 52 % de conteneurs prospectés ont été positifs. La densité larvaire a varié d'un type de gîte à l'autre et l'Indice de Breteau (IB) a été supérieur au critère de l'OMS : 135 à Masanga Mbila, 96 au Plateau, 91 à Mama Yemo, et 63 à Kindele. Ces résultats sont corroborés par NsabatienV (15) qui a également capturé ces moustiques dans la vallée de la Funa par la même démarche de prospection des gîtes larvaires et par usage des pièges pour

adultes. Cependant, les facteurs environnementaux liés aux activités humaines et les précipitations ont largement contribué dans la variation de nos indices entomologiques. Par ailleurs, la fragilité du service de desserte et d'approvisionnement en eau potable (REGIDESO) a poussé les habitants de cette zone à se faire de stocks d'eau en divers récipients, ceux-ci étant mal gérés c'est-à-dire non couverts et régulièrement ravitaillés en eau de pluie, se sont transformés en bons gîtes larvaires d'*Aedes sp.*

Corrélation entre facteurs environnementaux et densité larvaire

Les facteurs écologiques en lien significatif avec la densité larvaire dont : O_2 dissout (khi deux = 3,91 ; p-value = 0,038), Température (khi deux = 4,845 ; p-value = 0,01), Conductivité (khi deux = 15,7 ; p-value < 0,001), TDS (khi deux = 16,62 ; p-value < 0,001) Turbidité (khi deux = 14,97 ; p-value = < 0,0001) ont été d'un apport déterminant la construction de l'équation du modèle et le peuplement larvaire en gîte leur a été vraisemblablement conditionnée. Par ailleurs, il est observé une similarité écologique entre les résultats de la présente étude et les analyses de



Lyza Hery (16) et Mbassi-Mvogo A, *et al.* (17) qui soutiennent que la conductivité, la température et le pH ont d'affinités directes et vigoureuses sur le comportement de reproduction et de croissance larvaire dans les gîtes. Nos résultats convergent dans leur tendance avec les auteurs précités (16-17) puisque la composante abiotique associée à la forte densité des moustiques pré imaginaires à Mont Ngafula concorde à l'exception du paramètre pH. Cette convergence explique probablement la capacité d'adaptation d'*Aedes* même au sein des zones écologiquement insoupçonnées. Le pH n'a pas été associé de manière significative avec la densité larvaire dans la présente étude, il constitue le point discordant avec (18) qui estime que la salinité et le pH d'une eau de gîte constituent d'excellents indicateurs de prédiction de l'abondance de moustiques immatures. Notre milieu d'étude étant essentiellement fait d'eau domestique n'exclut nullement l'influence du pH sur d'autres éléments, par exemple minéraux qui n'ont pas combinatoirement été pris en compte dans ce travail.

La détection des gîtes larvaires d'*Aedes sp* à forte densité que propose l'équation du modèle neuronal répond à l'option de lutte visant la capacité vectorielle de cette espèce prolifique. Dans le contexte urbain comme celui de Mont Ngafula, jadis épice de l'épidémie de Chikungunya, la surveillance des vecteurs par les acteurs du terrain au moyen des outils simplifiés représente une signification dans la réduction du rapport " homme – vecteur " et par voie de conséquence rompre la chaîne de transmission. Cette condition est autant soutenue par Fatima HS (19) estimant que les analyses statistiques établissent la corrélation entre la distribution de vecteurs et les facteurs bioécologiques, par ricochet balisent le chemin de la répartition géographique et de cartographie, de ce point de vue l'équation du modèle neuronal résultant de cette étude corrobore l'idée de Fatima HS (19) étant donné que l'identification d'habitats d'*Aedes* fortement peuplés à Mont Ngafula constitue la première ligne de front dans la lutte anti vectorielle d'une espèce au comportement exophile remarquable, avant d'envisager d'autres options subsidiaires. En outre, les stratégies efficaces de lutte contre les maladies à transmission vectorielle émergente comme chikungunya, nécessite l'implication de la

communauté sévit par les moustiques domestiqués par elle. L'identification des gîtes à forte densité larvaire d'*Aedes sp.* à l'aide de cet outil modélisé, renforce la capacité d'intervention en période pré-épidémique. Tout en reconnaissant les limites dans l'application des modèles, le nôtre ne saurait échapper à cette règle puisqu'il requiert préalablement une sensibilisation de la population bénéficiaire et l'accompagnement de décideurs. Par ailleurs, la courbe ROC en a assuré le contrôle et a mesuré la validité de la régression démontrant la sensibilité de 90 % et une valeur prédictive positive de 78,4 %. En conséquence, ce modèle peut être utilisé sur terrain car toutes les mesures de la performance (index du classifieur, sensibilité, VPP et AUC) sont identiques et ont été incluses dans le même intervalle de confiance étant supérieures à 70 %. En outre, l'expérience du terrain, le respect du principe d'inclusion et d'exclusion des unités statiques, le choix de la méthode en cohérence avec les indicateurs à mesurer, sont autant des précautions prises afin de contrôler les biais. Par ailleurs, la cohérence des variables estimée par alpha de CRONBACH 0.69, la validité convergente et prédictive de l'outil de mesure supposent que l'instrument d'évaluation possède une plus grande validité externe.

Limite de l'étude

L'anticipation de la sécheresse constatée pendant la période de la prospection larvaire a eu d'effets sur la réduction du nombre des gîtes de dispersion et le refus des chefs de certains manages situés dans la zone de l'étude a obstrué l'accès dans leurs résidences, malgré tous ces obstacles nous sommes parvenus à produire les résultats escomptés.

Conclusion

Les arboviroses dont CHIKV, demeurent un réel fardeau sanitaire et socio-économique qui n'épargne personne. La présente étude a modélisé la dynamique écologique des gîtes larvaires à fortes densités d'*Aedes*, vecteurs du chikungunya à Mont Ngafula. L'amélioration de lutte anti vectorielle passe par l'anticipation de la distribution spatiale d'*Aedes sp* qu'offre le modèle construit dans cette étude. Ainsi, nos résultats fournissent de bases de connaissances rationnelles susceptibles de modifier le portait épidémiologique du CHIKV à Kinshasa, partant de la maîtrise de l'écologie du vecteur. Ceci étant, l'évaluation des risques et la



planification des interventions de santé publique s'appuieront sur les données modélisées pour contrer l'expansion des arbovirus à travers les moustiques *Aedes sp* à Kinshasa.

Conflit d'intérêt

Aucun conflit n'est à déplorer entre les auteurs ayant contribué.

Contribution des auteurs

Kikozoko : conception et rédaction du manuscrit

Metelo : collecte de données et rédaction

Lubini, et Biey : supervision sur le terrain

Munduku, Bondo, Kivule et Lungimba ont supervisé les manipulations au Laboratoire.

Références

1. Wilson AL, Courtenay O, Kelly-Hope LA, Scott TW, Takken W, Torr SJ *et al.* The importance of vector control for the control and elimination of vector-borne diseases. *PLoS Negl Trop Dis* 2020 Jan 16; **14** (1):e0007831.doi: 10.1371/journal.pntd.0007831. 2020; **14** (1):1-31.
2. OMS. Maladies à transmission vectorielle: Faits essentiels; disponible sur <https://www.who.int/news/newsroom/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>.
3. Pol M., Kilama S et Pocquet N, Surveillance du vecteur *Aedes aegypti* sur les zones de Nouméa et Dumbéa. *Bulletin du Réseau de Surveillance Entomologique (URE-EM)* de l'Institut Pasteur de Nouvelle - Calédonie disponible sur https://www.institutpasteur.nc/wp-content/uploads/2016/12/Bulletin_RSE_17_2FR.pdf
4. Host S, Dubreuil M, Colombier. Les maladies à Transmission Vectorielle : Enjeux Sanitaire pour l'Île-de-France, Observatoire Régionale de Santé Île-de-France, Paris, 2024 ISBN 978-2-7371-2184-5 www.ors.idf.org
5. Gianluca Russo , Lorenzo Subissi ,et Giovanni Rezza. Fièvre Chikungunya en Afrique : une revue systématique, *Santé de Pathog Glob.* 2020 ; **114** (3) : 136-144. doi: 10.1080/20477724.2020.1748965
6. Selhorst P, Makiala MS, De smet B, Marien J, Anthony C, Binene MG, *et al.* Molecular Characterization virus during the 2019 the Democratic Republic of the Congo. *Emerging Microbes & infections* 2020; **9** (1002412): 1-25.
7. Ablio A P ; Abudasse G, d' Ayubo C, Candrinho B. Sitei S *et al*, Répartition et sites de reproduction d'*Aedes aegypti* et d'*Aedes albopictus* dans 32 districts urbains/périurbains du Mozambique : implications pour l'évaluation du risque d'épidémies d'arbovirus, journal pntd 0006692 [https://doi.org/10.1371/](https://doi.org/10.1371/https://doi.org/10.1371/)
8. Alayur M, Teshome T, Amare H, Kinde S, Belay D, Assefa, Z. Risk factors for Chikungunya Outbreak in Kebridhar city, Somali Ethiopia: unmatched case-control study. *Advances in Virology/2021/article ID 8847906* Available on <https://doi.org/10.1155/2021/8847906>
9. Zahouli J, Koudou B, Müller P *et al.* Urbanization is a main driver for the larval ecology of *Aedes* mosquitoes in arbovirus-endemic settings in south-eastern Côte d'Ivoire. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 2017; **11**(7): e0005751. doi:10.1371/journal.pntd.000575.
10. Kikozoko KD, Munduku MO, Bondo BS, Kalela IT et Biey ME. Evaluation des Risques de réémergence de l'épidémie du virus Chikungunya dans la vallée du Monastère de Mont Ngafula, RD Congo. *Ann Afr Med* 2022; **16** (1): e4956-e4964. <https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v16i1.10>
11. Muyembe-Tamfum JJ, Tolou H, Peyrefitte CN. Epidemic of Chikungunya virus in 1999 and 200 in the Democratic Republic of the Congo, in *Médecine tropicale: revue du Corps de santé colonial* · February 2003: PubMed: <https://www.researchgate.net/publication/8625775>
12. Fritz M, Taty Taty R, Portella C, Guimbi C, Mankou M, Leroy EM, *et al.* Re-emergence of chikungunya in the Republic of the Congo in 2019 associated with a possible vector-host



- switch. *Int. J. Infect. Dis.* 2019; 84: 99–101. doi:10.1016/j.ijid.2019.05.013.
13. Lopanza, M.J., Habaieb, H., Luboya, T.C. Erosion urbaines à Kinshasa: causes, conséquence et perspectives. *European journal of social sciences studies* 2020; **5** (3) :148. Disponible sur <https://oapub.org/soc/index.php/EJSSS/article/view/878>
 14. Wat'senga TF, Fasiner S, Manzambi ZE, del Camen marquetti M, Binene MG. *et al.* Indices larvaires élevés d'*Aedes spp.* à Kinshasa, République démocratique du Congo. *Parasites et vecteurs* 2021; **14** (92) <https://doi.org/10.1186/s13071-021-04588->
 15. Nsabatie V, Zanga J, Agossa F, Mvuama N, Bamba M, Mansiangi O, *et al.* Data from Entomological Collections of *Aedes* (Diptera: Culicidae) in a post-epidemic area of Chikungunya, City of Kinshasa, Democratic Republic of Congo. *Gigabyte* 2023, DOI: 10.46471/gigabyte.96
 16. Lyza Hery, Antoine Boullis, Anubis Vega-Rúa. Les propriétés biotiques et abiotiques des gîtes larvaires d'*Aedes aegypti* et leur influence sur les traits de vie des adultes (synthèse bibliographique). *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement / Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 2021; **25** (1) :57-71. [ff10.25518/1780-4507.18886ff](https://doi.org/10.25518/1780-4507.18886ff). [ffhal-04369657](https://doi.org/10.25518/1780-4507.18886ff)
 17. Mbassi-Mvogo A, Ngangoué DA, Yogback GE, Ajeegah, GA. Influence des facteurs abiotiques sur la biodiversité des macroinvertébrés benthiques du cours d'eau Mgbaba dans le département de la Lékié (région du Centre Cameroun). *European Scientific Journal, ESJ* 2024; **20** (33), 241. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n33p2>
 18. Lecollinet, S. Fontenille, D. Pagès, N. Failloux, A.-B. *Le moustique, Ennemi public n° 1 ?* édition Quae 2022 ISBN 978-2-9572-3598-8 RD 10 98026 Versailles Cedex www.quae-open.com Pp 94-104.
 19. Fatima HS, Basit-Rasheed ASS, Zaidi F, Hussain E. Species Distribution Modelling of *Aedes aegypti* in two dengue-endemic regions of Pakistan, *Tropical Medicine and International Health* 2016; **21** (3) 427-436. doi.org/10.1111/tmi.12664 Mm.

Voici comment citer cet article : Kikozoko DK, Munduku OM, Bondo SB, Biey EM, Lubini C, Kivule D, *et al.* Modélisation de la dynamique écologique des gîtes à forte densité larvaires pour répondre à la lutte antivectorielle D'*Aedes sp* A Mont Ngafula, RD Congo. *Ann Afr Med* 2025; **18** (2): e6028-e6039. <https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v18i2.13>