



## Evaluation des risques de réémergence de l'épidémie du virus Chikungunya dans la vallée du Monastère de Mont Ngafula, RD Congo

### Assessment of the risks of re-emergence of the Chikungunya virus in the valley of the Monastery of Mont Ngafula, RD Congo

Dieudonné Kikozoko<sup>1</sup>, Olivier Munduku<sup>1</sup>,  
Steve Bondo<sup>1</sup>, Thérèse Ilunga Kalela<sup>1</sup>,  
Emmanuel Biéy<sup>1</sup>

#### Correspondance

Dieudonné Kikozoko

Courriel : dieudonnekikozoko@gmail.com

Sciences de l'Environnement, Université de Kinshasa

#### Summary

*Context and objective.* The Chikungunya virus epidemic is emerging, disabling and deadly everywhere. Chikungunya virus is transmitted to humans through the bite of infected Aedes mosquitoes. In Kinshasa, the recent episode of the epidemic dates back to 4 years ago. The objective of this study was to assess the risks of re-emergence of the Chikungunya virus epidemic in Kinshasa. *Methods.* This was a cross-sectional study conducted in Mont Ngafula from June 1<sup>st</sup> to August 30<sup>th</sup>, 2021, in which 4 sites were selected using a multistage sampling design. The insect larvae and pupae constituted the biological material for the study. Environmental variables (Temperature, pH, Turbidity, Conductivity, and Oxygen saturation) were collected at the larval sites. Multivariate logistic regression was performed to identify predictors of larval site density. *Results.* Four hundred households and 738 larval sites were explored. The stegomyia indices, Container index (CI), House index (HI) and Breteau index (BI) assessed were above WHO criteria and standards. Oxygen saturation, turbidity and conductivity were found to be significantly associated with larval site density. *Conclusion.* The risk of re-emergence of the Chikungunya epidemic in Kinshasa is real. An entomological surveillance is needed to implement public health prevention measures and control.

**Keywords:** Chikungunya, Kinshasa, Re-emergence, Risk, DR Congo

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v16i1.10>

Received : April 4<sup>th</sup>, 2022

Accepted : August 30<sup>th</sup>, 2022

<sup>1</sup> Sciences de l'Environnement/ Université de Kinshasa

#### Résumé

*Contexte et objectif.* L'épidémie à virus Chikungunya est émergente, invalidante et mortelle qui sévit partout. Le virus Chikungunya est transmis à l'homme par la piqûre des insectes infectés du genre Aedes. A Kinshasa, le récent épisode de l'épidémie remonte à 4 années. L'objectif de la présente étude a été d'évaluer les risques de réémergence de l'épidémie du virus Chikungunya à Kinshasa Mont Ngafula. *Méthodes.* Il s'agissait d'une étude transversale menée à Mont Ngafula, dans laquelle 4 sites ont été sélectionnés à l'aide d'un plan d'échantillonnage à plusieurs degrés du 1er juin au 30 août 2021. Les larves et les nymphes des insectes ont constitué le matériel biologique de l'étude. Des variables environnementales (Température, pH, turbidité, Conductivité et Saturation en oxygène) ont été recueillies dans les gîtes larvaires. Une analyse de régression logistique multivariée a été effectuée pour identifier les prédicteurs de la densité des gîtes larvaires. *Résultats.* 400 ménages et 738 gîtes larvaires ont été explorés. Les indices entomologiques, indice récipient (IR), indice maison (IM) et indice de Breteau (IB) évalués étaient supérieurs aux critères et normes de l'OMS. La saturation en oxygène, la turbidité et la conductivité se sont avérées significativement associées à la densité des gîtes larvaires. *Conclusion.* Les risques de réémergence de l'épidémie de Chikungunya à Kinshasa sont réels. Une surveillance entomologique est nécessaire pour mettre en place des mesures de prévention et de contrôle de santé publique.

**Mots-clés :** Chikungunya, Kinshasa, Réémergence, Risques, RD Congo

Reçu le 4 avril 2022

Accepté le 30 août 2022

#### Introduction

La maladie épidémique Chikungunya est une métazoönose causée par un alpha virus de la famille de Togaviridae appelé Chikungunya, transmis à l'homme par la piqure de moustiques d'espèce Aedes, en particulier *Aedes aegypti* et *Aedes albopictus* (1). Cette pathologie peut évoluer vers une forme chronique pendant plusieurs mois avec une fatigue prolongée et/ou la persistance des douleurs articulaires parfois très gênantes dans la vie quotidienne (2). L'atteinte d'autres organes est possible telle que celle des nerfs périphériques responsables des paralysies, des faiblesses musculaires et des troubles des sensations (3).

Toutes ces complications infligent une douleur articulaire très sévère, qui entrave le développement socio-économique en engendrant la diminution de la productivité et du tourisme, du fait de la faible fréquentation des zones touchées par la maladie. Les taux de morbidité et de mortalité sont souvent disproportionnellement élevés parmi les populations du Monde (4).

Le virus de chikungunya a été identifié pour la première fois en Tanzanie en 1952 (5). A travers le monde, la maladie sévit particulièrement en Amérique, en Afrique subsaharienne, en Asie du Sud-est et dans les régions tropicales du sous-continent Indien (6). Les épidémies ont été signalées sur plusieurs îles de l'océan Indien précisément la Réunion, Maurice, Mayotte, Seychelles et Madagascar (7). En 2007, le Chikungunya a fait son apparition en Europe ; il a infecté près de 300 personnes dans le Nord-est de l'Italie. De même, en septembre 2010, quelques cas ont été observés dans le Sud de la France (8). En Amérique, 1,7 million de cas ont été identifiés de 2013 à 2015. En 2016, le record en termes de prévalence du Chikungunya a été battu par les pays d'Amérique du Sud ; les plus atteints étaient le Brésil, la Bolivie et la Colombie (9).

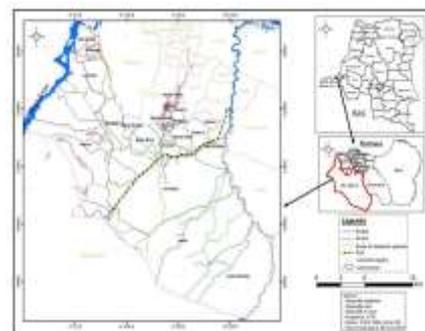
En Afrique, le Gabon a rapporté plusieurs épidémies dont 18000 cas à Libreville en 2007 et 300 cas confirmés dans le Sud-ouest du pays en 2010 où le virus du Chikungunya circulait concomitamment avec le virus de la Dengue (1). Au Cameroun, l'isolement des virus a été fait à partir des moustiques *Aedes* (10). A Madagascar, une épidémie a été rapportée en 2010 avec 2680 cas notifiés dans une zone située à l'Est du pays (8). En République Démocratique du Congo (RDC), la première épidémie ayant touché une zone urbaine fut à Kinshasa entre 1999 et 2000. D'autres flambées épidémiques de Chikungunya ont été déclarées dans la ville province de Kinshasa, en 2012 et, la plus récente, en 2018-2019. Pour cette dernière, le vecteur mis en cause a été *Aedes albopictus*, identifié pour la première à Kinshasa en 2016 (11). De plus, la commune de Mont-Ngafula étant l'épicentre de l'épidémie, des cas de Chikungunya ont été signalés quelques jours

plus tard à Kasangulu, cité voisine de la province du Kongo Central et à Matadi, la ville portuaire (12). Quelques auteurs ont abordé la problématique de Chikungunya en démontrant l'ampleur et la gravité de l'épidémie à Kinshasa (13). Cependant, peu d'études ont abordé l'analyse des conditions écologiques ayant prévalu lors de l'émergence et la réémergence de la pathologie, demeurant propices à la présence et à l'abondance des vecteurs, d'une part, et d'autre part d'hôtes vertébrés potentiels (14). D'où, l'intérêt de combler cette lacune, en réalisant la présente étude. Au sein de la commune de Mont-ngafula, certains quartiers ont enregistré plus de cas que d'autres. C'est le cas des quartiers autour de la vallée du monastère (15). D'où, le choix de ce site comme milieu d'étude. Les objectifs poursuivis par la présente étude ont donc été d'analyser les paramètres physico-chimiques des effluents domestiques des gîtes, de déterminer les indices entomologiques de transmission et d'identifier les facteurs associés à la densité larvaire dans les gîtes.

## Méthodes

### Site d'étude

La Commune de Mont Ngafula qui est le cadre d'étude est située dans la partie Sud-ouest de la ville de Kinshasa, en République Démocratique du Congo. A S° 4° 25' 35". E°15° 17' 44" et s'étend sur une superficie de 237,8 km<sup>2</sup>, avec une population estimée à 718.197 habitants (16).



Source : [https://www.congosciences.cd/images/Volume9/Decembre/KIKOZOKOZO\\_2021\\_Vol\\_9\\_N\\_3\\_Art\\_10](https://www.congosciences.cd/images/Volume9/Decembre/KIKOZOKOZO_2021_Vol_9_N_3_Art_10)

**Figure 1.** Carte administrative de la commune de Mont Ngafula



Mont Ngafula jouit du même climat de la ville de Kinshasa qui est tropical humide de type AW4 de la classification de Koppen, caractérisé par une alternance de saisons sèches et de saisons humides ou pluvieuses (17).

#### *Nature de l'étude*

Il s'agissait d'une étude transversale de type écologique ayant utilisé les méthodes d'observation et d'expérimentation pendant la période comprise entre le 1<sup>er</sup> juin et le 30 août 2021. Les espèces de moustiques *Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* ayant émergé à partir de larves et nymphes ont été collectées.

#### Echantillonnage

Nous nous sommes référés à la démarche de BRETEAU (indice de Breteau) qui veut que la base d'échantillonnage par site d'enquête soit de 100 ménages. Et cela nous place dans la marge de représentativité statistique (18).

Nous avons procédé à un échantillonnage probabiliste à plusieurs degrés qui nous a permis de sélectionner au hasard : 4 sites (Plateau 1, Kindele, Masangambila et Maman Yemo) sur 17 dans la commune de Mont Ngafula (premier degré), 10 rues par site (deuxième degré) et 10 ménages par rue (troisième degré). Pour la détermination des gîtes dans lesquels les prélèvements ont été réalisés, nous avons procédé à un échantillonnage non probabiliste par convenance. Ceci dans le souci d'explorer un grand nombre de gîtes afin d'atteindre un ratio gîte/ménage égal à 2, étant donné la possibilité de trouver certains ménages sans gîtes larvaires. Au total, 400 ménages et 738 gîtes ont été respectivement enquêtés et prospectés

#### *Critères d'inclusion :*

- tout plan d'eau ou récipient susceptible de servir de gîtes larvaires à potentiel d'*Aedes* situé dans un rayon de 40 mètres autour et à l'intérieur des habitations humaines dans le site d'étude ;
- gîtes larvaires à potentiel d'*Aedes* accessibles ;
- l'avis favorable du responsable de ménage.

#### *Collecte des données entomologiques et physico-chimiques*

Au niveau des ménages, ce sont les récipients à potentiel *Aedes* que visait la prospection. Tandis qu'au sein des gîtes, c'est l'analyse de paramètres physiques et chimiques des eaux contenant ou non les moustiques de forme pré-imaginaire qui était effectuée.

#### *Données entomologiques :*

- les types de gîtes
- la localisation des gîtes,
- la nature des gîtes, et
- la présence ou non de moustiques de forme pré-imaginaire .

#### *Données physico-chimiques :*

- le pH, la température, l'oxygène dissous, la conductivité, la turbidité et la profondeur des gîtes.
- les coordonnées géographiques.

Toutes les données collectées ont été saisies sur Microsoft Excel 2016, puis exportées sur SPSS Statistics Version 25 et OpenEpi 2.3.

#### *Matériel d'étude*

Le matériel biologique de cette étude a été constitué des larves et des nymphes trouvées dans les effluents provenant des gîtes de 4 sites de l'étude.

Pour cette fin, nous avons utilisé un équipement constitué d'(e) :

- une sonde multiparamétrique [Gombo Hanna] et un saturomètre ;
- un mètre ruban ;
- une louche de modèle OMS ;
- une pipette ;
- un tamis de faible maille ;
- bocal de conservation des échantillons des effluents ;
- un GPS [Garmin] ;
- un décimètre métallique rouable.

Pour l'élevage de larves, Capture et Conservation des moustiques, nous avons utilisé :

- les cages CDC/ Atlanta ;
- l'aspirateur à bouche ;

- le tube eppendorf de 1,5 ml ;
- le silicagel ;
- l'ouate.

Nous avons également utilisé pour l'identification :

- le stéréo-Microscope ;
- la pince entomologique souple.

### Analyse des données

Les statistiques descriptives ont été réalisées pour traiter les variables environnementales qui, du reste, sont explicatives (Température, pH, Turbidité, Conductivité, Saturation en oxygène).

Les paramètres physico-chimiques ont été comparés entre les différents sites en utilisant le test d'analyse de la variance (ANOVA) à un facteur pour les variables normalement distribuées, et le test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour les variables continues à distribution asymétrique.

Les variables catégorielles ont été décrites par des fréquences et des pourcentages. Quant aux variables continues, elles ont été résumées par la moyenne et l'écart-type pour certaines, et par la médiane et l'interquartile pour d'autres en fonction de leur distribution. Pour évaluer les liens entre les variables explicatives (température, pH, turbidité, conductivité, saturation en oxygène) et les variables d'intérêt, le test de Khi-deux a été employé pour tester l'indépendance ou la corrélation des variables de la densité larvaire. Après leur dichotomisation, une régression logistique multivariée a été réalisée afin de calculer les mesures associatives entre les différents paramètres et la densité larvaire. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées au seuil de signification  $p \leq 0,05$ .

### Définitions opérationnelles

Les indices de risque entomologique ont été calculés et interprétés selon les critères de l'OMS suivants :

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

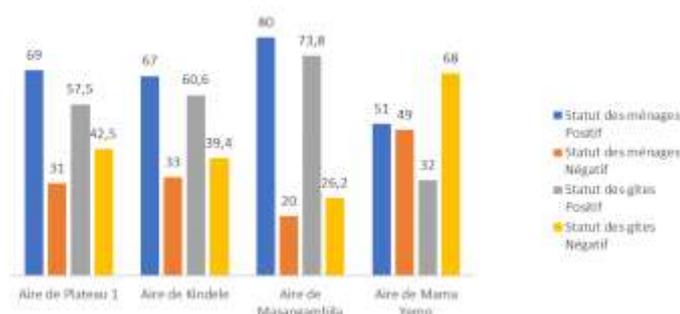
De plus, les indices entomologiques sont modérés si les valeurs de l'indice de Breteau se situent entre 5 et 50%.

Par ailleurs, l'indice de maison est modéré si les valeurs se situent entre 4-35 % et 3-20 % pour l'indice de récipient.

Enfin, le risque est faible lorsque les valeurs sont inférieures à 4 % pour l'indice de maison, inférieur à 3% pour l'indice de récipients et inférieur à 5% pour l'indice de Breteau (18).

### Résultats

La figure 2 présente les profils des ménages et des gîtes par site d'étude. Dans l'ensemble, sur un total de 400 ménages enquêtés, 267 d'entre eux soit 67% ont été positifs. Par ailleurs, sur un total de 738 gîtes observés, 385 soit 52 % ont été positifs. Selon les sites, 80 % des ménages positifs et 74 % de gîtes positifs ont été identifiés à Masanga Mbila.



**Figure 2.** Caractéristiques générales des sites des collectes des données entomologiques

Le tableau 1 fait double comparaison des résultats des moyennes des variables environnementales (le pH, la température et l'oxygène dissous) et des médianes pour la turbidité et la conductivité entre les différents sites.



**Tableau 1 : Variation des paramètres dans différents sites enquêtés**

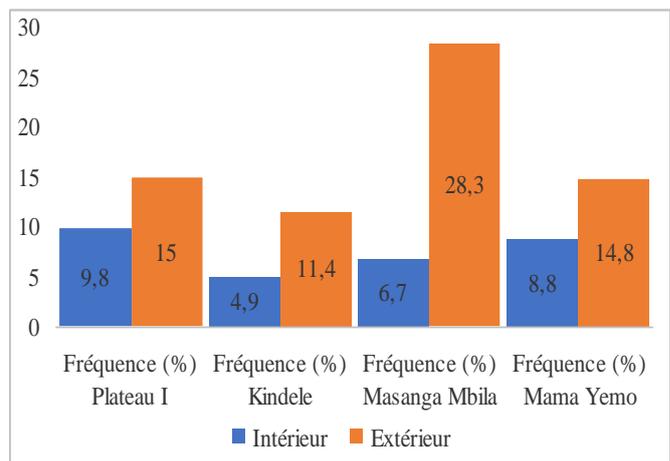
Paramètres /Aire	Site de Plateau 1	Site de Kindele	Site de Masanga-Mbila	Site de Mama Yemo	P
<b>pH</b>					
Min	7,60	6,60	6,50	7,40	< 0,0001
Max	9,46	9,00	9,75	8,40	
Moyenne	7,99	7,86	7,88	7,79	
Ecart-type	0,36	0,44	0,44	0,36	
<b>Température [°C]</b>					
Min	22,6	20,6	20,8	24,9	<,0001
Max	38,5	31,9	34,3	29,5	
Moyenne	26,4	26,3	25,1	26,1	
Ecart-type	1,97	1,96	2,14	1,29	
<b>Conductivité [µs/cm]</b>					
Min	25	30	48	38	,085
Max	1915	820	4000	272	
Médiane	144	163	136	129	
Interquartile	141	144	257	131	
<b>Turbidité [ppm]</b>					
Min	13	15	24	11	,077
Max	959	415	2000	1112	
Médiane	72	81,5	69	65	
Interquartile	75	74	125,5	66	
<b>Oxygène dissout [mg/l]</b>					
Min	62,1	72,8	31,1	81,5	,000
Max	98,6	100	101,9	95,1	
Moyenne	81,5	82,9	82,1	84,9	
Ecart-type	4,9	4,8	5,7	3,2	

Il indique la différence des moyennes des paramètres physico-chimiques d'un quartier à l'autre (P < 0,001) tandis que les valeurs des médianes ont été identiques.

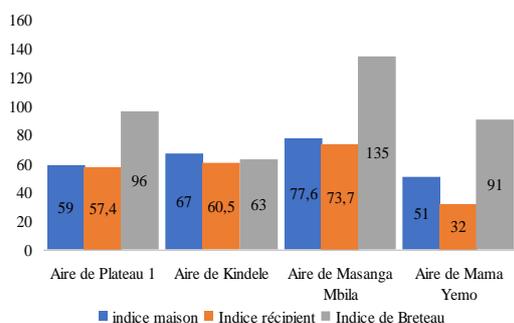
Les résultats post Hoc de la comparaison des moyennes ont montré les faits suivants: (i) par rapport au pH de l'eau des gîtes : le pH de l'eau du quartier Masanga Mbila diffère des autres quartiers. Ce pH de 7,7 est inférieur à d'autres (P < 0,001) ; (ii) par rapport à la température : celle de l'eau du quartier Masanga Mbila diffère des autres quartiers. Cette température de 25,19 °C est inférieure à d'autres (P < 0,001), (iii) par rapport à la saturation en Oxygène : l'eau des gîtes du quartier Masanga Mbila diffère des autres. Cette saturation de 84,86 mg/l est supérieure à d'autres (P < 0,001).

La figure 2 révèle une variation des gîtes larvaires au point de vue localisation des conteneurs. Les gîtes positifs de forme pré-imaginales ont été plus nombreux à l'extérieur des maisons qu'à l'intérieur. Le quartier

Masanga Mbila a dominé avec plus de gîtes soit 28,3% à l'extérieur de maisons.



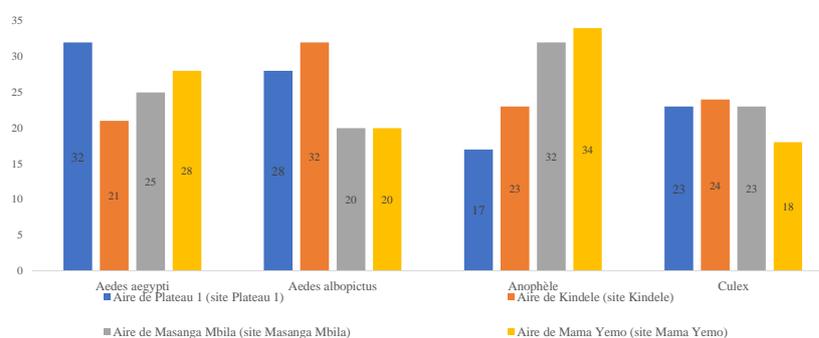
**Figure 2.** Localisation des gîtes positifs à l'intérieur et extérieur des ménages suivant les sites



**Figure 3.** Indices entomologiques de transmission vectorielle par site de collecte de larves et nymphes

En ce qui concerne les risques de transmission, la figure 3 a démontré une disparité indiciaire de différents sites enquêtés dans laquelle, les indices de Bréteau et les indices maisons d'*Aedes spp* ont été respectivement de 135% et 77,6% à Masanga mbila ; 96% et 59% au plateau I ; 91% et 51% à Mama yemo et enfin 63% et 67% à Kindele.

La figure 4 illustre que l'*Aedes aegypti* et l'anophèle ont été les genres de moustiques les plus abondants représentant 53 % de tous les moustiques collectés dans les 4 sites.



**Figure 4.** Répartition des espèces des culicidés selon les sites

Le tableau 2 indique que collectivement, les prédictors du modèle [pH, T°, Turbidité, Conductivité, Saturation en oxygène et Profondeur] permettent d'expliquer entre 13,5 % et 19 % de la variabilité trouvée dans la répartition de la densité larvaire des gîtes.

**Tableau 2 : Prédictors de la densité larvaires des gîtes**

	β	E.S	Wald	ddl	P	Exp (B)	Intervalle de confiance 95 % pour EXP (B)	
							Inférieur	Supérieur
Pas 1 Saturation en O <sub>2</sub>	,589	,270	4,77	1	,029	1,803	1,063	3,059
Turbidité	,955	,259	13,57	1	,000	2,599	1,564	4,319
Conductivité	,408	,660	,382	1	,037	1,504	1,2012	5,487
Température	-, 354	,251	1,98	1	,159	,702	,429	1,148
pH	, 682	,715	,90	1	,340	1,978	,487	8,039
Profondeur	-,041	,241	,029	1	,865	,960	,599	1,539
Constante	-,780	1,027	,57	1	,448	,459		

- pH : Potentiel d'hydrogène  
- O<sub>2</sub> : Oxygène

Après introduction de ces prédicteurs de risque, le modèle prédit 72% de la répartition par rapport au modèle nul qui en prédit 59,6%. Ce fait montre que les prédicteurs jouent un rôle important dans la variabilité de la densité des gîtes larvaires.

$$Y = 0.827 - [0.041 * \text{Profondeur}] + [0.682 * \text{pH}] - [0.354 * \text{Température}] + [0.408 * \text{Conductivité}] + [0.955 * \text{Turbidité}] + [0.589 * \text{O2 Dissout}].$$

Le tableau 3 nous montre que le modèle prédictif est significatif (P-value < 0,001) et a une performance de classification des gîtes larvaires (suivant leur densité) estimé à 72% (IC: 68% à 78,5%).

**Tableau 3 : Performance du modèle**

Variables des résultats tests	Zone	Erreur standard	Sig. asymptotique <sup>b</sup>	Intervalle de confiance asymptotique à 95%	
				Borne inférieure	Borne supérieure
Probabilité prédite	,717	,027	,000	,677	,785
Probabilités d'appartenance au groupe 1 pour analyse 1	,715	,027	,000	,661	,768

### Discussion

La maladie épidémique à virus Chikungunya est cause de morbidité et de mortalité dans plusieurs régions du monde ayant un impact sur le développement socio-économique (2).

La ville de Kinshasa est depuis 2019 à sa troisième flambée épidémique du virus Chikungunya (12).

Sur un total de 400 ménages enquêtés et 738 gîtes larvaires prospectés dans les quatre sites d'études, 267 ménages soit 67 % et 385 gîtes larvaires soit 52 % ont été positifs.

Cette présence importante des ménages et gîtes larvaires positifs a été déjà signalée par l'étude de Kikozokozo *et al.* (15) qui a démontré que la commune de Mont Ngafula est marquée par des forêts secondaires galeries et un lac à proximité duquel est situé le site d'hébergement des primates non humains. La présente étude a également montré que les prédicteurs de la densité larvaire des gîtes dont le pH, la Température, la Turbidité, la Conductivité, la Saturation en oxygène et la profondeur ; permettent d'expliquer entre 13,5 % et 19 % de la variabilité trouvée dans la répartition. Nos résultats sont en outre appuyés par ceux de Habari (19) qui affirment que Mont-ngafula réunit les conditions écologiques favorables au développement des gîtes larvaires et la prolifération des foyers viraux.

Les résultats de cette étude ont démontré que les gîtes positifs de forme pré-imaginaire ont été plus nombreux, soit 69,5% à l'extérieur des maisons. Cela pourrait être dû à l'insalubrité qui règne dans la ville de Kinshasa en général et à Mont ngafula en particulier (données non publiées) ; insalubrité caractérisée par la présence de nombreux et divers récipients, dans les voisinages des maisons et des

parcelles qui constituent selon Alayur M *et al.* (20) des bons gîtes potentiels pour la reproduction des moustiques *aedes spp.* L'*Aedes albopictus* et *Aedes aegypti* sont les genres de moustiques identifiés (21) et mis en cause dans la circulation d'arbovirus responsables des flambés épidémiques et dans la réémergence de maladies à vecteurs telles que la fièvre jaune, la dengue, le Chikungunya d'abord à Kinshasa, ensuite au Kongo-Central (12). Ceci démontre les exceptionnelles capacités invasives et la plasticité écologique de l'espèce vectrice du virus Chikungunya à élargir sa distribution spatiale. D'où, la nécessité de la contrer par la lutte anti vectorielle.

En ce qui concerne les risques de transmission, la présente étude a démontré une disparité indiciaire de différents sites enquêtés dans laquelle, les indices de Bréteau et les indices maisons d'*Aedes spp* ont été respectivement de 135% et 77,6% à Masanga mbila ; 96% et 59% au plateau I ; 91% et 51% à Mama yemo et enfin 63% et 67% à Kindele. En accord avec les résultats produits par le Ministère Français des Affaires Sociales de la Santé des droits des femmes (18), Ces indices entomologiques de transmission obtenus sont supérieurs aux seuils de l'OMS. Donc, les risques de transmission sont réels dans les 4 sites suivant les indices de récipients (IR), Maisons (IM) et Breteau (IB) évalués durant l'étude.

L'idéal aurait été d'explorer plus de paramètres bioécologiques et entomologiques et étendre cette étude sur d'autres communes de la ville ; mais aussi le recours à la biologie moléculaire pour la détermination de génomes d'intérêts entre agent infectieux et vecteur.

*Force de l'étude* : Malgré l'existence des différents moyens de lutte contre les moustiques vecteurs de maladies, la masse des connaissances que fournit la présente étude, alerte l'ensemble de la communauté sur les risques réels d'une réémergence de l'épidémie du virus Chikungunya à partir de la vallée du Monastère de Mont Ngafula. Ceci peut améliorer la communication à une échelle plus large sur les actions de préventions contre les risques de réémergence de cette maladie à Kinshasa.

### Conclusion

La présente étude montre que le risque de réémergence de l'épidémie de Chikungunya à Kinshasa est bel et bien réel. De ce fait, il en découle la nécessité de la mise en œuvre de surveillance entomologique efficace et efficiente afin d'orienter les mesures de prévention et de contrôle de santé publique.

### Conflit d'intérêt

Les auteurs attestent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt

### Contribution des auteurs

Tous les auteurs ont contribué équitablement à la conception, rédaction et finalisation de cet article.

### Références

1. Wahid C, Ali A, Rafique S, Idrees M. Global expansion of Chikungunya virus: Mapping the 64-year history. *Int J Infect Dis*. 2017 ; (58) : 69 -76. Disponible sur <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1201971217300899>
2. Aubry P., et Bernard - Alex G., Arboviroses Tropicales *Centre René Labusquière* (1-20). Institut de Médecine Tropicale, Université de Bordeaux. Disponible sur [www.medecine-tropicale.com](http://www.medecine-tropicale.com). 2018
3. WHO, Action mondiale pour lutter contre les vecteurs 2017-2030 P 1-6 <http://www.who.int/malaria/areas/vector-control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030-fre.pdf?ua=1>.
4. Bernard - Alex G., Aubry P., et Infection à virus Chikungunya Actualités 2018. Centre René labusquière, Institut de Médecine Tropicale, Université de Bordeaux, 33076 Bordeaux (France). Disponible sur [www.medecine-tropicale.com](http://www.medecine-tropicale.com). 2018
5. O Silva MM, Tauro LB, Kikuti M, O anjos R, Santos VC, Gonçalves TSF, *et al*. Concomitant transmission in Brazil: Clinical and Epidemiological Findings From Surveillance For Acute Febrile Illness. *Clin Infect Dis* 2019; **69** (8): 1353-1359.
6. Kraemer, Moritz U G, Marianne E., Sinka, Kirsten A., Duda, Adrian M., Freya M., Shearer, Oliver J-B. Messina, *et al*. The global compendium of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* occurrence. *Scientific Data* 2: Available on 1-8 <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.35>
7. Laurent J, Stephane A, Leila B. Impacts des changements climatiques sur les arboviroses dans une île tropicale en développement (Mayotte). *VertigO* 2010 ; **10** (3) :24.
8. Fontenille D, Lagneau C, Lecollinet S, Robin RL, Setbon M, Tirel B, *et al*. La lutte anti vectorielle en France. IRD Edition 2009 / *Collection Expertise collégiale* Marseille. *Open Edition books*. DOI.1044/books.irdeditions.1214.
9. Dupont-rouzeyrol M, Caro V, Guillaumot L, Vazaille M, D'Ortenzio E, Thiberge JM, *et al*. Chikungunya Virus and the Mosquito Vector *Aedes aegypti* in New Calidonia. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2012; **12** (12): 1036-1041.

10. Organisation Mondiale de la Santé Chikungunya, aide-mémoire n°327, Avril 2017. Available on <https://apps.who.int>
11. Bobanga T, Moyo M, Vulu F, and Irish SR. First report of *Aedes albopictus* Diptera : Culidae in Democratic Republic of Congo *African Entomology* 2018; **26** (1) :234-236.
12. Selhorst P, Makiala-Mandanda S, De smet B, Marien J, Anthony C, Binene- Mbuka G, *et al.* De weggheleire, A. Ilombe, G.Kinganda, L. E. Pukuta *at al.* Molecular Characterization virus during the 2019 the Democratic Republic of the Congo. *Emerging Microbes & infections* 2020; **9** (1002412): 1-25.
13. Kumakamba C, Nsiata N, Mukadi D, Sabi L, Mukadi P, Alama N, *et al.* Cas de Dengue chez les patients suspects de Chikungunya à Kinshasa. *Ann Afr Med* 2014 ; **7** (2) :1637.
14. Lelo FN. Kinshasa, Ville et environnement, édition l'Harmattan, Paris 2008. p 282. Disponible sur <https://www.editions-harmattan.fr>
15. Kikozoko D, Ifuta SD, Metelo EM, Mansiangi PM. Caractérisation de Types des Gîtes Larvaires d'*Aedes sp* à Kinshasa Mont-Ngafula après l'Epidémie de Chikungunya de 2018-2019. *Congosciences* 2021 ; **9** (3) :206-215.
16. Shomba, KS. , Mukoka, NF., Olela, ND., Kaminar, TM. And Mbalanda, W. Monographie de la ville de Kinshasa, ICREDES, Kinshasa-Montréal-Washitogn 2015.
17. Lelo FN. Kinshasa-Planification et aménagement. Edition l'Harmattan RDC, 2017.
18. Programme de Surveillance et Contrôle des vecteurs. Ministère Français des Affaires Sociales de la Santé des droits des femmes (DGS), 2014. Disponible sur [https://solidarites-santé\\*gouv.fr](https://solidarites-santé*gouv.fr)
19. Wouters T, Wolff E. Contribution à l'analyse de l'érosion intra-urbaine à Kinshasa (RDC). *Belgo* (en ligne) 2010 ; **3** :293-314. Disponible sur <https://journals.openedition.org/belgeo/6477>.
20. 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>
21. Mbanzulu KM, Wumba R, Mukendi JPK, Zanga JK, Shija F, Bobanga TL, *et al.* Mosquito- borne viruses circulating in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *Int J Infect Dis* 2017; **57**: 32–37. doi : 10.1016/j.ijid.2017.01.016.

Voici comment citer cet article : Kikozoko D, Munduku O, Bondo S, Kalela TI, Biey E. 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>