



Open Access



## Importance de la pluviométrie dans la transmission potentielle des pathologies virales et parasitaires par les moustiques à Bamako (Mali)

⊗ Massiriba KONE<sup>1,2\*</sup>, ⊗Alpha Seydou YARO<sup>2</sup>, ⊗Boubacar COULIBALY<sup>3</sup>, ⊗Karim SAWADOGO<sup>2</sup> Mamadou Oumar DIWARA<sup>3</sup>, ⊗Bernard SODIO<sup>2</sup> & ⊗Ali DOUMMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Faculté de Pharmacie (FAPH), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), Bamako Mali ;

<sup>2</sup>Laboratoire, Entomologie– Parasitologie, Faculté des Sciences et Techniques (FST), USTT-B, Bamako Mali, Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), Bamako Mali ;

<sup>3</sup>Faculté de Médecine et Odonto-Stomatologie (FMOS), Université des Sciences, des Techniques et des Technologies de Bamako (USTT-B), Bamako Mali ;

<sup>4</sup>Université Abdou Moumouni, Niamey, Niger

\*Auteur correspondant, E-mail: [massiriba@yahoo.fr](mailto:massiriba@yahoo.fr)

Copyright © 2024, Kone et al. | Published by LENAF/ IFA-Yangambi | [License CC BY-NC-4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Received: 20 juin 2024

Accepted: 05 Octobre 2024

Published : 21 Octobre 2024

### RÉSUMÉ

Les moustiques sont les vecteurs de nombreuses maladies. Ils constituent une menace sans cesse croissante pour la santé. La présente étude s'est déroulée dans les six (6) communes de Bamako, au cours des années 2021 et 2022, pour les mois de juillet à décembre. Il s'est agi de déterminer l'impact de la pluviométrie sur le risque des maladies liées aux moustiques. Trois quartiers ont été aléatoirement choisis dans chaque commune puis trente concessions par quartier. Ainsi, 540 chambres ont été prospectées par pulvérisation intra domiciliaire au pyréthre ou « spray-catch ». Tous les moustiques morts ou moribonds tombés ont été collectés, identifiés et conservés à l'éthanol 90° dans des tubes au laboratoire. L'étude a permis la capture de 26090 moustiques en 2021 dont 94,24% de Culex ; 5,17% d'Anopheles et 0,59% d'Aedes. En 2022, 16897 moustiques ont été capturés dont 93,41% de Culex ; 4,94% d'Anopheles et 1,65% d'Aedes. Des corrélations positives et hautement significatives ont été observées entre la densité de moustiques et la pluviométrie.

**Mots-clés :** zone urbaine, Culicidae, paramètres climatologiques, Bamako.

### ABSTRACT

#### Relationship between rainfall and the risk of mosquito disease transmission in Bamako

Mosquitoes are vectors of numerous diseases. They constitute a constantly renewed threat to health. The aim of this study is to determine the impact of rainfall on the risk of mosquito-borne diseases in the city of Bamako. It took place from July to December 2021 and 2022 in the six communes of Bamako. Three neighborhoods were randomly selected in each commune, followed by thirty concessions per neighborhood. A total of 540 rooms were spray-catched. All fallen dead or dying mosquitoes were collected, identified and preserved with 90° ethanol. The study resulted in the capture of 26090 mosquitoes in 2021, of which 94.24% were Culex, 5.17% Anopheles and 0.59% Aedes. In 2022, 16897 mosquitoes were captured, including 93.41% Culex; 4.94% Anopheles and 1.65% Aedes. Positive and highly significant correlations were observed between mosquito density and rainfall.

**Keywords:** Mosquito, urbanization, Culicidae, rainfall, Bamako.

### INTRODUCTION

Les moustiques sont parmi les arthropodes qui transmettent le plus de maladies à l'homme. Depuis leur apparition il y a environ 270 millions d'années, ils ont colonisé tous les milieux, de l'équateur aux cercles polaires, et ce grâce à une extraordinaire diversification avec plus de 3 600 espèces répertoriées à ce jour (Lecollinet et al., 2022). Ils sont vecteurs de plusieurs agents pathogènes tels que, les bactéries, les virus et les nématodes. Leurs caractères hématophages leurs

confèrent l'état d'ectoparasites temporaires transmettant à l'homme et aux animaux diverses maladies (Fouzia et al., 2016). Parmi les maladies transmises à l'homme par les moustiques, on trouve en première place le paludisme. Selon l'OMS en 2022, on estime à 249 millions le nombre de cas de paludisme et à 608 000 le nombre de décès dus au paludisme (Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2023b). On note également 50 millions les cas de dengue, alors que près de 200 000 personnes sont frappées chaque

année par la fièvre jaune. Plus de 882 millions de personnes dans 44 pays sont exposés à la filariose lymphatique (Organisation Mondiale de la Santé (OMS) 2023a) (OMS, 2023) et d'autres divers virus tel que la maladie de Lyme et Chikungunya ou encore la peste équine. Depuis 1937, le virus West Nile transmis par les moustiques du genre *Culex* à travers des oiseaux, est devenu un souci primordial chez les scientifiques (Lecollinet et al., 2022). Le virus Zika isolé en 1947 est transmis à l'homme par des moustiques du genre *Aedes* (Lecollinet et al., 2022). Au Mali la transmission du paludisme est assurée par *Anopheles gambiae sensu lato* et *An. funestus* qui sont les principaux vecteurs rencontrés (Touré et al. 1994) (Touré et al. 1998). Le Mali, à l'instar de la plupart des pays en développement, n'a pas échappé à la poussée démographique (Tabutin et Schoumaker, 2020). Bamako, a été l'épicentre de cette urbanisation galopante avec 55,3% de la population urbaine du Mali (INSTAT, 2012). L'urbanisation incontrôlée des villes africaines a engendré une dégradation du cadre de vie des citoyens, affectant ainsi leur état de santé, notamment dans les zones dépourvues de système d'assainissement adéquat (Ibrahim et Traore, 2022). De nombreuses études ont souligné le poids du développement de l'urbanisation dans l'essor des maladies transmises à l'homme par les moustiques dans plusieurs villes africaines (Salem 1998; Dongo et al. 2009 ;Sy et al. 2011). D'autres auteurs ont montré que les variations des niveaux d'urbanisation au sein d'un même ensemble urbain généraient une variabilité de l'expression de la maladie à des échelles

intra-urbaines (Vallée et al., 2009). Ainsi selon des études, les environnements urbains fournissent souvent des conditions idéales pour la reproduction des moustiques. Les eaux stagnantes dans les caniveaux, les déchets urbains accumulés et les récipients abandonnés, offrent des sites de ponte propices pour les moustiques, favorisant ainsi leur multiplication (Johnson et Munshi-Sud 2017, Wilke et al. 2019, Duval et al. 2023). En plus de cette urbanisation incontrôlée et souvent rapide, les facteurs tels que la température, les précipitations, peuvent avoir un impact sur la biologie des vecteurs. Une augmentation des précipitations peut favoriser la propagation géographique des infections, notamment des maladies transmises par les moustiques et augmenter le nombre et la qualité des gîtes larvaires des moustiques Githeko et al., (2000) . C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude qui a pour objectif, d'évaluer l'influence de quelques paramètres météorologiques sur la faune Culicidienne dans la ville de Bamako.

## MATERIEL ET METHODES

### Site d'étude

L'étude s'est déroulée dans trois quartiers de chacune des six communes de Bamako. Les 3 quartiers par commune ont été choisis par tirage aléatoire. Le district de Bamako entouré par le cercle de Kati, région de Koulikoro est traversé par le fleuve Niger avec deux communes sur la rive droite et quatre communes sur l'autre rive. Chaque commune est subdivisée en quartiers (Figure 1).

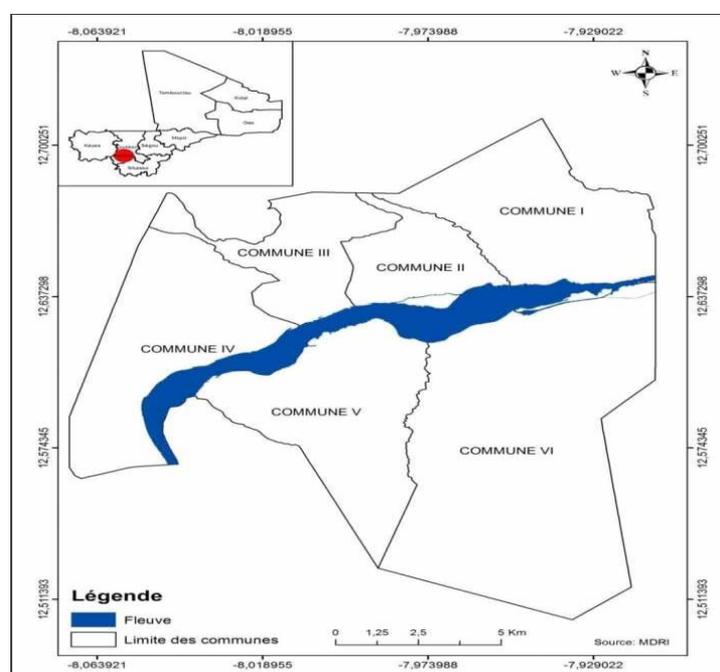


Figure 1. Localisation et la répartition des communes où ont été réalisées les captures de moustiques à Bamako

La ville de Bamako est le principal centre administratif du pays ; elle comptait 2 529 300 habitants en 2020 (UNdata, 2020). Elle est construite dans une cuvette entourée de

collines. Elle s'étend d'ouest en est sur 22 km et du nord au sud sur 12 km, pour une superficie de 267 km<sup>2</sup>. Le district de Bamako compte une forêt classée qui s'étend

sur une superficie de 2010 hectares. Elle est située dans la zone soudanienne du Mali et bénéficie de ce fait d'un climat tropical humide, avec une pluviométrie annuelle oscillant entre 900 et 1200 mm. Le climat y est caractérisé par une saison sèche bien marquée allant de novembre à mai et une saison pluvieuse entre mi-juin et octobre. La majeure partie des pluies tombe entre juillet et septembre (71%) avec une approximation de 50% durant les mois de juillet et août. La ville de Bamako est érigée en district et divisée en six communes dirigées par des maires élus. Ainsi, dans chaque commune trois quartiers ont été choisis de façon aléatoire, soient un total de 18 quartiers au niveau desquels 30 chambres ont été échantillonnées. Ainsi, 540 chambres ont été suivies dans les 18 quartiers retenus.

### Type et période d'étude

Il s'agissait d'une étude longitudinale avec des enquêtes transversales. Les collectes de moustiques ont été effectuées dans les ménages de juillet à décembre en 2021 et 2022.

### Variation des paramètres météorologiques

La variation temporelle de quelques paramètres météorologiques à Bamako est présentée dans le tableau 1. En 2022, la saison des pluies a duré 4 mois de juillet à octobre, le mois le plus pluvieux a été le mois d'août avec 273,8mm. La température moyenne la plus basse a été enregistrée en novembre et la plus élevée en juillet avec 24,35 °C. L'humidité relative la plus élevée a été enregistrée en août avec 75,39% et la plus faible en décembre avec 44,26%.

**Tableau 1.** Variation temporelle des paramètres météorologiques en 2022 à Bamako

Mois/Paramètres	Pluviométrie (mm)	Température moyenne (°C)	Humidité relative (%)
<b>Juillet</b>	353,9	24,35 ± 1,98	70,77 ± 7,80
<b>Août</b>	273,8	23,16 ± 1,44	75,39 ± 5,38
<b>Septembre</b>	235,8	23,20 ± 1,42	74,83 ± 7,11
<b>Octobre</b>	39,9	24,00 ± 1,67	63,97 ± 9,89
<b>Novembre</b>	0	19,67 ± 3,86	54,87 ± 16,18
<b>Décembre</b>	0	20,61 ± 2,55	44,26 ± 10,75

### Matériels utilisés

Le kit utilisé pour la collecte des moustiques sur terrain était composé de : Insecticide *pyrethrum* ou *Pyrethrinoid* (KILLTOX), Draps blancs, boîtes de pétri, Loupe binoculaire, pincettes de dissection, Marqueur ; fiches de collecte, Alcool 90°, Tube eppendorf 1,5 ml, Masque cache nez et Gants de laboratoire et Matériel anti COVID-19 (Gel ou solution hydro alcoolique, Savon et eau de javel).

### Collectes des données

La méthode utilisée au cours de cette collecte de données est la capture par pulvérisation d'insecticide ou « Spray catch ». Les chambres ont été prospectées en utilisant la technique de capture de jour par pulvérisation du *pyrethrum* ou *Pyrethrinoid* « Spray-catch » (PSC). Le type

de bombe aérosol utilisé est appelé « KILLTOX ». Le principe était d'étaler des draps blancs sur le plancher de la chambre, puis fermer portes et fenêtres et tout autre aérateur. L'insecticide à base de pyréthre était ensuite pulvérisé. Tous les objets et aliments pouvant être contaminés par l'insecticide ont été mis à l'abri de la pulvérisation avec des draps. Environ 10 à 15 minutes après la pulvérisation, les draps portant les moustiques morts ou moribonds ont été récupérés. Pour chaque chambre prospectée, le nom du propriétaire, le type d'habitat (toit en tôle ou en béton), le nombre de dormeurs et le nombre de moustiques collectés (par état de réplétion) ont été portés sur une fiche de collecte. Les captures ont eu lieu entre 09 heures du matin et 14 heures de l'après-midi.

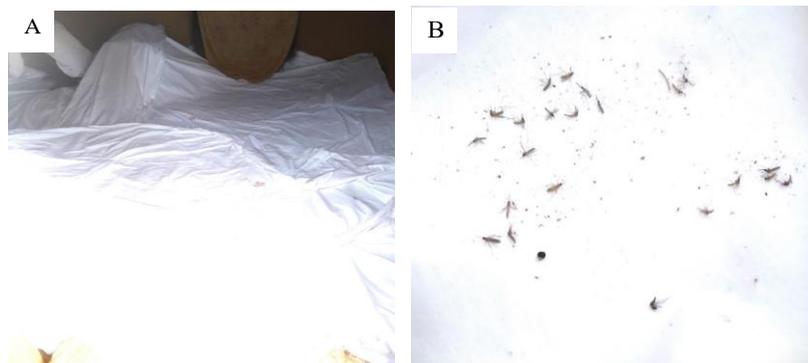


Figure 2. Collecte et triage des échantillons au laboratoire (A : Etalage de Drap dans la chambre ; B : Récolte des moustiques tombés sur les draps après 15 min d'attente).

Les moustiques ainsi capturés ont été morphologiquement identifiés, décomptés et classifiés en femelles à jeun, gorgées, semi-gravides et gravides et conservés dans des tubes à eppendorf contenant 90% d’Ethanol. Les échantillons de chaque chambre ont été gardés séparément dans des tubes portant un numéro d’identification de la chambre, la date de capture et les références du quartier. Le nom du propriétaire de la chambre, le nombre de personnes ayant dormi dans la case la veille de la capture, le type de la chambre ainsi que le nombre de moustiques capturés ont été enregistrés sur des fiches de collecte. Les échantillons ont été conservés à température ambiante au laboratoire avant le tri.

### Saisie et analyse des données

Le logiciel Excel (Microsoft office 2013) a été utilisé pour la saisie des données. Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel SPSS (Version 22 pour Windows). Le test t et l’analyse de la variance ont été utilisés pour la comparaison des moyennes. Le risque alpha à 5% a été considéré comme le seuil de signification pour tous les tests effectués. Les captures effectuées ont permis de calculer selon le protocole de l’OMS, (2003): La densité moyenne de moustiques par chambre, qui correspond à la moyenne du nombre de moustiques capturés par chambre.

En capture de jour, l’agressivité correspond au nombre total d’anophèles femelles gorgés et semi-gravides capturés dans une chambre divisée par le nombre de personnes ayant dormi dans cette chambre la veille.

### Considérations éthiques

Le protocole d’étude a été approuvé par le comité d’éthique institutionnel de la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d’Odontostomatologie (FMPOS). L’accord des autorités locales a été obtenu (autorités administratives, coutumières, les notables), ainsi que le consentement éclairé, volontaire de tous les propriétaires de maison. Toutes les mesures étaient prises pour minimiser les risques liés à la participation à l’étude.

### RESULTATS

#### Composition de la faune culicidienne

Au total, 26090 moustiques ont été capturés en 2021 dans les six communes de la ville de Bamako. Cette population culicidienne est composée de 94,2% (N= 24587) de *Culex*, 5,2% (N= 1348) d’*Anopheles* et 0,6% (N=155) d’*Aedes*. En 2022, un total de 16897 moustiques a été collecté dont 93,4% (N= 15784) de *Culex* ; 4,9% (N=835) d’*Anopheles* et 1,7% (N=278) d’*Aedes*.

**Tableau 2.** Proportion de moustiques capturés par espèce et par commune dans la ville de Bamako au cours des deux années de collecte (Juillet à Décembre en 2021 et 2022)

Communes	Années	<i>Anopheles</i>		<i>Culex</i>		<i>Aedes</i>		Effectifs des moustiques capturés
		Effectifs (N)	Proportions	Effectifs (N)	Proportions	Effectifs (N)	Proportions	
Commune I	2021	400	29,7%	8008	32,6%	36	23,2%	8444
	2022	157	18,8%	3394	21,5%	48	17,3%	3599
Commune II	2021	127	9,4%	4049	16,5%	37	23,9%	4213
	2022	124	14,9%	3163	20,0%	46	16,5%	3333
Commune III	2021	55	4,1%	1919	7,8%	14	9,0%	1988
	2022	36	4,3%	1617	10,2%	24	8,6%	1677
Commune IV	2021	509	37,8%	3077	12,5%	15	9,7%	3601
	2022	347	41,6%	2819	17,9%	34	12,2%	3200
Commune V	2021	52	3,9%	3548	14,4%	17	11,0%	3617
	2022	20	2,4%	1868	11,8%	53	19,1%	1941
Commune VI	2021	205	15,2%	3986	16,2%	36	23,2%	4227
	2022	151	18,1%	2923	18,5%	73	26,3%	3147
Total	2021	1348	<b>5,2%</b>	24587	<b>94,2%</b>	155	<b>0,6%</b>	<b>26090</b>
	2022	835	<b>4,9%</b>	15784	<b>93,4%</b>	278	<b>1,6%</b>	<b>16897</b>

### Dynamique temporelle de la population Culicidienne

#### Variation mensuelle de la densité Culicidienne en fonction de la pluviométrie selon les espèces dans la ville de Bamako

La densité anophélienne était plus élevée dans la commune IV que dans les autres communes de Bamako. Toutefois une différence hautement significative est observée entre les densités anophélienne enregistrées dans les différentes communes (F= 9,819 et p=0,000). La

différence a été aussi hautement significative entre les densités des *Aedes* au niveau des six (6) communes (F= 3,909 et p= 0,002). Par contre la densité des *Culex* enregistrée dans la commune I est significativement plus importante que celles enregistrées dans les autres communes (F= 21,748 et p= 0,0001). Dans toutes les communes, la densité des *Culex* a été plus élevée que celle des autres genres de moustiques à savoir les *Anopheles* et les *Aedes*.

Tableau 3. Variation de la densité moyenne des différentes espèces au niveau des 6 communes de Bamako au cours des deux années de collecte (Juillet à Décembre en 2021 et 2022)

Communes/ Densité	Anopheles	Culex	Aedes
Commune I	0,52	10,56	0,08
Commune II	0,23	6,68	0,08
Commune III	0,08	3,27	0,04
Commune IV	0,79	5,46	0,05
Commune V	0,07	5,01	0,06
Commune VI	0,33	6,40	0,10
Moyenne	<b>0,34</b>	<b>6,23</b>	<b>0,07</b>
Ecart type	<b>0,22</b>	<b>1,33</b>	<b>0,03</b>
Probabilité	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>

La densité anophélienne était plus élevée en septembre 2021 par contre en 2022 cette densité était presque similaire de juillet jusqu'en octobre. Toutefois, au cours des deux années de collecte, une différence significative est observée entre les densités anophéliennes par mois et par année (F=4,735 et p=0,029). Par ailleurs il apparaît une diminution de cette densité avec la diminution de la pluie. La densité des *Culex* était plus élevée en décembre au cours des deux années. Il apparaît que cette densité augmente (22,07 en 2021 et 6,73 en 2022) avec la rareté

des pluies (novembre et décembre) et une différence hautement significative est observée entre les densités de *Culex* enregistrées par mois et par année (F=40,058 et p=0,0001). La densité des *Aedes* était plus élevée en Juillet et Août de 2021 et 2022. Toutefois, une différence hautement significative est observée entre les densités des *Aedes* enregistrées par mois (t=14,832 et p=0,0001). Il apparaît que cette densité diminue avec la rareté des pluies.

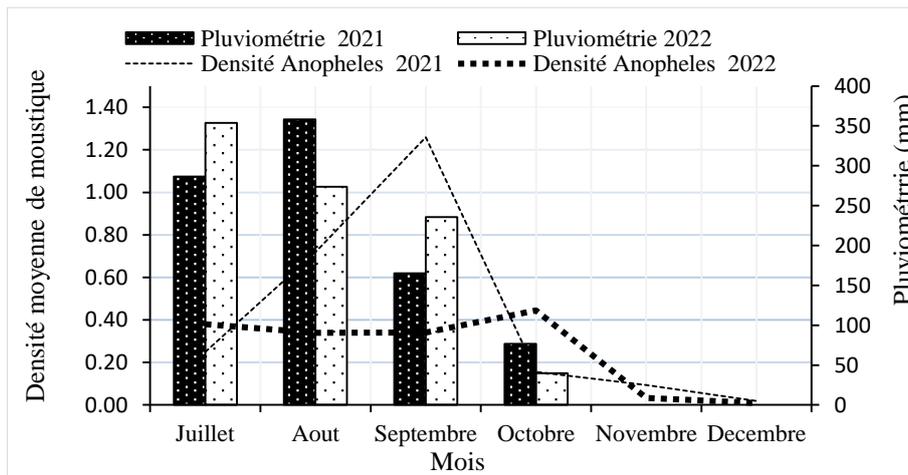


Figure 3. Variation de la densité moyenne des *Anopheles* en fonction de la pluviométrie dans la ville de Bamako de juillet à décembre en 2021 et 2022

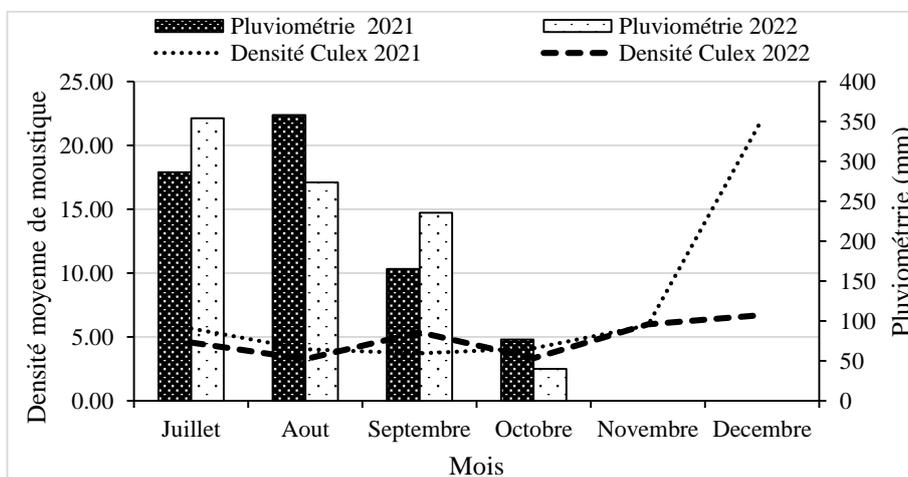


Figure 4. Variation de la densité moyenne des *Culex* en fonction de la pluviométrie dans la ville de Bamako de juillet à décembre en 2021 et 2022

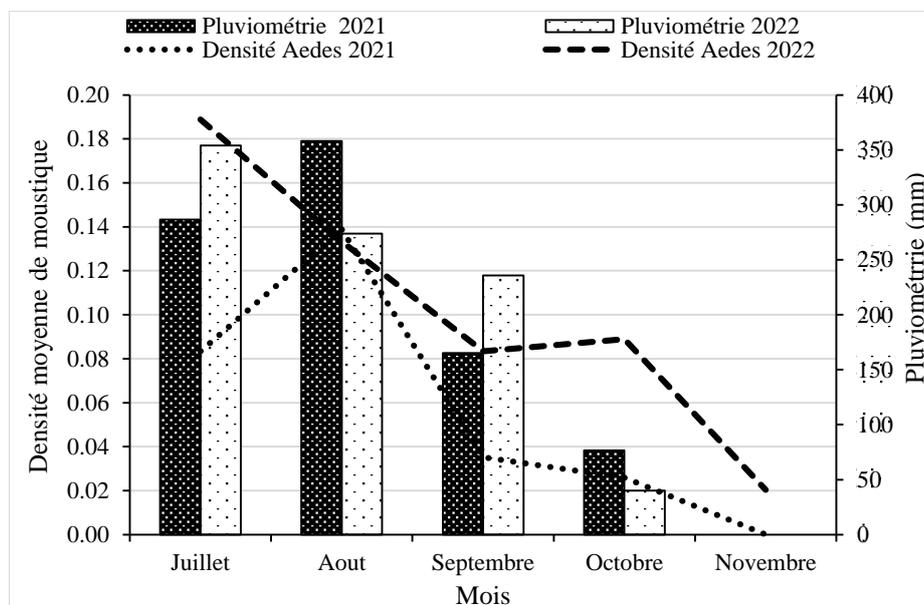


Figure 5. Variation de la densité moyenne des *Aedes* en fonction de la pluviométrie dans la ville de Bamako de juillet à décembre en 2021 et 2022

L'influence de certains paramètres météorologiques sur la densité des trois espèces de moustique est présentée dans le tableau 3. Une corrélation positive et hautement significative ( $p=0,0002$ ) a été observée entre la densité de *Aedes* et la variation temporelle de la pluviométrie ( $r=0,88$ ). La densité de *Culex* est négativement corrélée à la température minimale enregistrée sous-abris ( $r=-0,84$ ) avec une probabilité critique  $p=0,0007$ . La température maximale est négativement corrélée à la densité des *Aedes* ( $r=-0,73$ ). L'humidité relative quant à elle, est

positivement corrélée à la densité de *Aedes* ( $r=0,73$ ) et négativement corrélée à la densité des *Culex* ( $r=-0,76$ ) au seuil de 5% avec des probabilités critiques  $p=0,007$  et  $P=0,004$  respectivement. Seule la température minimale sous-abris est faiblement corrélée à la densité des *Anopheles* ( $r=0,57$ ) avec une différence significative ( $p=0,05$ ) par contre cette différence n'est pas significative avec la température maximale sous l'abri ( $r=-0,42$ ) ( $p=0,18$ ) et l'humidité ( $r=0,55$ ) ( $p=0,06$ ). Les corrélations avec les autres paramètres ne sont pas significatives.

Tableau 4. Corrélation entre les paramètres météorologiques et la densité de moustique à Bamako

Paramètres météorologiques	<i>Anopheles</i>		<i>Culex</i>		<i>Aedes</i>	
	r	p-value	r	p-value	r	p-value
Pluviométrie	0,47	0,12	-0,40	0,20	0,88	0,0002
Température minimale sous abris	0,57	0,05	-0,84	0,0007	0,60	0,04
Température maximale sous abris	-0,42	0,18	0,43	0,17	-0,73	0,007
Humidité relative	0,55	0,06	-0,76	0,004	0,73	0,007

N =12 ; au seuil significatif de 5%

## DISCUSSION

Dans toutes les communes échantillonnées à Bamako, seulement trois genres de Culicidae ont été capturés au cours de cette étude : *Anopheles*, *Culex* et *Aedes*. Le genre *Culex* prédominait avec 94,24% en 2021 et 93,41% en 2022 ; suivi des genres *Anopheles* 5,17% et 4,94%, et *Aedes* 0,59% et 1,65%, respectivement. Ainsi il a été montré la présence de trois genres de *Culicidae* dans toutes les communes de Bamako. Cependant dans toutes les communes, la densité des *Culex* a été plus élevée que celle des deux autres genres de moustiques. Cette prédominance des *Culex* s'expliquerait par la diversité de leurs habitats de reproduction. Ils peuvent se reproduire dans des eaux stagnantes, mais aussi dans des eaux plus polluées et riche en matière organique comme des égouts,

des latrines, des fossés de drainage, des réservoirs d'eau, et même des contenant artificiels (pneus usagé, bidon, pots de fleurs). Cette capacité de s'adapter à tous les biotopes naturels et artificiels leur permet de coloniser divers environnements, y compris urbain et périurbain. Doumbo et al. (1989) ont trouvé à Bamako que 99,3% des espèces rencontrées étaient des *Culex* contre 0,4% d'*Anopheles* et 0,3% d'*Aedes*. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Soumeiya et al. (2021) en Algérie ; Klinkenberg et al. (2008) à Accra et Fillinger et al. (2008) à Dar es Salam en Tanzanie. Dans toutes ces études, les auteurs montrent une prédominance des *Culex* par rapport aux deux autres genres. Nos résultats sont différents de ceux obtenus par Adja et al. (2015) qui ont montré dans une étude réalisée dans la ville d'Adzopé

(Cote d'Ivoire) que la faune Culicidienne est dominée par le genre *Anopheles*.

Les résultats montrent que la pluviométrie influence la densité de moustiques. La densité anophélienne était plus élevée en septembre et diminuait avec la diminution des pluies. Il y a une corrélation positive modérée entre la pluviométrie et la densité des *Anopheles*. Cela pourrait être due à la multiplicité des gîtes larvaires moins pollués en saison pluvieuse, ensoleillé et pauvre en matière organique dissoute semblent largement contribuer à la prolifération des *Anopheles*. Ces résultats sont similaires aux travaux de Coulibaly et al. (2021) qui ont montré une augmentation de la densité anophélienne en saison pluvieuse à Bamako. D'autres études ont confirmé ces résultats (Aniedu 1992) ; Lehmann et al. (2010)

La densité des *Aedes* était plus élevée en Juillet et Août que les autres mois. Cette densité diminuait aussi avec la rareté des pluies (novembre et décembre). Une forte corrélation positive existait entre la pluviométrie et la densité des *Aedes* avec une différence hautement significative ( $p = 0,0002$ ). Cette présence pourrait s'expliquer par la mauvaise urbanisation créant de nombreux gîtes domestiques favorables non seulement à la ponte des œufs mais aussi au développement des *Aedes*. Ces gîtes sont tel que des pots de fleurs dans les maisons, des pneus usés, les boîtes de conserve, les objets abandonnés pouvant stocker de l'eau ou de larges amas de déchets ménager. Anges et al., (2018) ont capturé dans la ville de Cotonou plus d'*Aedes* en saison pluvieuse qu'en saison sèche.

Il apparaît ainsi une présence accrue des *Anopheles* et des *Aedes* pendant la saison pluvieuse dans la ville de Bamako. Par contre la densité des *Culex* était plus élevée en décembre. Cette densité augmentait avec la rareté des pluies (novembre et décembre). Une corrélation négative modérée existait entre la pluviométrie et la densité des *Culex*. Cela s'explique par présence des gîtes larvaires permanent et semi permanent (fossés, les canaux de drainage...) qui ne seront pas lessivés par la pluie. Contrairement aux *Anopheles* et aux *Aedes* qui préfèrent les eaux propres, les *Culex* utilise les eaux riches en matière organique essentielle à la survie de leurs larves.

La température minimale sous abris a une corrélation positive modérée pour les *Anopheles* et négative la température maximale sous l'humidité. Cette température maximale sous abri a une forte corrélation négative statistiquement significatives avec les *Culex* et positive modérée à la minimale sous abris. Les *Aedes* ont une corrélation positive modérée avec la température minimale sous abris et négative à la maximale sous abris. Lamy et al. (2023) ont aussi montré que la température et les précipitations peuvent influencer l'abondance de moustiques.

L'humidité a une corrélation positive modérée avec la population des *Anopheles*, une forte corrélation négative avec les *Culex* et une forte corrélation positive avec les *Aedes*. Ces résultats corroborent également avec les données de la littérature démontrant le rôle de la

température et de l'humidité sur la dynamique des populations de moustiques (Costa et al., 2010 ; Brown et al., 2023).

## CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif d'évaluer l'influence de quelques paramètres météorologiques sur la faune Culicidienne de la ville de Bamako. Il en ressort que le risque d'infection est élevé au cours de la période considérée (juillet –décembre) compte tenu de la densité des moustiques. Elle a révélé l'influence des paramètres météorologiques comme la pluviométrie, la température et l'humidité relative sur la bio-écologie des *Culicidae*. Elle a aussi permis de déterminer les moustiques vecteurs potentiels de pathologies virales et parasitaires dans la ville de Bamako. L'élaboration de la carte de distribution de la présence de ces vecteurs permettra d'améliorer la surveillance des maladies liées aux moustiques dans la capitale.

## Conflits d'intérêt

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt à propos de cet article.

## Remerciements

Nous tenons à remercier les populations de Bamako qui nous ont gracieusement permis d'entrer dans leurs propriétés pour capturer les moustiques. Nous remercions le rectorat de l'USTT-B pour avoir facilité la réalisation de ce travail à travers les fonds PFF. Les auteurs remercient tous ceux qui ont apporté leur aide pour la correction de ce document.

## RÉFÉRENCES

- Adja, A. M. 2015. « Etude Du Comportement Au Repos Et Des Preferences Trophiques De *Anopheles gambiae* Dans La Ville d'Adzope, Cote D'ivoire ». *European Scientific Journal* vol.11, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e:403.
- Anges, Y., G. Dramane, K. Ahadji-Dabla, R. Youssof, Tchibozo C, Agolinou A., T. Roland, et L. Baba-Moussa. 2018. « Evaluation du Comportement Trophique de *Aedes aegypti* dans la Ville de Cotonou au Sud du Bénin ». *European Scientific Journal* 14:70-79. doi: 10.19044/esj.2018.v14n33p70.
- Aniedu, I. 1992. « Étude Comparative de la Répartition de l'Abondance Saisonnière des Vecteurs du Paludisme dans trois Habitats Ecologiquement distincts dans le District de Baringo, au Kenya ». *Journal of Applied Entomology - J APPL ENTOMOL* 114:268-74. doi: 10.1111/j.1439-0418.1992.tb01126.x.
- Anon. s. d. « UNdata ». Consulté 20 mai 2024 (<https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=http%3A%2F%2Fdata.un.org%2Fen%2Fiso%2Fml.html#federation=archive.wikiwix.com&tab=url>)
- Brown, J. J., M. Pascual, M. C. Wimberly, L. R. Johnson,

- et C. C. Murdock. 2023. « L'humidité – La Variable Négligée dans la Biologie Thermique des Maladies Transmises par les Moustiques ». *Ecology letters* 26(7):1029-49. doi: 10.1111/ele.14228.
- Chahed\*, Soumeya, Karima Brahmi, et Thinhinane Djouaher. 2021. « Etude sur la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie): Biodiversité, abondance et répartition ». *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology*. doi: 10.25518/2030-6318.5105.
- Costa, E., E. Santos, J. Correia, et C. Albuquerque. 2010. « Impact de Petites Variations de Température et d'Humidité sur l'Activité Reproductive et la Survie d'*Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) ». *Revista Brasileira de Entomologia* 54:488-93. doi: 10.1590/S0085-56262010000300021.
- Coulibaly, B., AS Yaro, A. Traoré, S. Ballo, S. I. Kone, S. Sidibe, ZL Sanogo, CT Diallo, B. Sodio, et A. Doumma. 2021. « Transmission Vectorielle Du Paludisme En Zones Urbaine Et Periurbaine Du District De Bamako ». *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences* 13(5):530-37.
- Dongo, K., F. K. Kouamé, B. Koné, J. Biém, M. Tanner, et G. Cissé. 2009. « Analyse de la situation de l'environnement sanitaire des quartiers défavorisés dans le tissu urbain de Yopougon a Abidjan, Côte d'Ivoire ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* (Volume 8 Numéro 3). doi: 10.4000/vertigo.6252.
- Doumbo, O., N. I. Ouattara, O. Koita, A. Maharaux, Y. Toure, S. F. Traoré, et M. Quilici. 1989. « Approche Eco-Geographique du Paludisme en Milieu Urbain : Ville de Bamako au Mali ». *Ecol hum* 8(2):3.
- Duval, P., P. Antonelli, C. Aschan-Leygonie, et C. Valiente Moro. 2023. « Impact Des Activités Humaines Sur Les Moustiques Propagateurs de Maladies En Milieu Urbain ». *Journal of Urban Health* 100(3):591-611. doi: 10.1007/s11524-023-00732-z.
- Fillinger, U., K. Kannady, G. William, M. J. Vanek, S. Dongus, D. Nyika, Y. Geissbühler, P. P. Chaki, N. J. Govella, E. M. Mathenge, B. H. Singer, H. Mshinda, S. W. Lindsay, M. Tanner, D. Mtasiwa, M. C. de Castro, et G. F. Killeen. 2008. « Une Boîte à Outils Pour La Lutte Opérationnelle Contre Les Larves de Moustiques : Résultats Préliminaires et Premières Leçons Du Programme de Lutte Contre Le Paludisme En Milieu Urbain à Dar Es Salaam, En Tanzanie ». *Malaria Journal* 7(1):20. doi: 10.1186/1475-2875-7-20.
- Fouzia, T., H. Bouabida, et N. Soltani. 2016. *Répartition Spatio-Temporelle des Culicidés dans la Région de Tébessa*.
- Githeko, AK, SW Lindsay, et UE Confalonieri. 2000. « Changement Climatique et Maladies à Transmission Vectorielle : une Analyse Régionale ». *Bulletin of the World Health Organization* 2000 78 (9)(4):1136-44.
- Ibrahim, I., et S. S. Traore. 2022. « Analyse des facteurs environnementaux d'émergence et de développement de maladies en commune VI du District de Bamako ». 4(1).
- INSTAT. 2012. « 4ème Recensement General De La Population Et De L'habitat Du Mali (RGPH-2009) ».
- Johnson, M. T. J., et J. Munshi-Sud. 2017. « Évolution de la vie en milieu urbain ». *Science* 358(6363):eaam8327. doi: 10.1126/science.aam8327.
- Klinkenberg, E., PJ McCall, M. D. Wilson, F. P. Amerasinghe, et M. J. Donnelly. 2008. « Impact de l'Agriculture Urbaine Sur Les Vecteurs Du Paludisme à Accra, Ghana ». *Malaria Journal* 7(1):151. doi: 10.1186/1475-2875-7-151.
- Lamy, K., A. Tran, T. Portafaix, M. D. Leroux, et T. Baldet. 2023. « Impact du Changement Climatique Régional sur le Moustique vecteur *Aedes albopictus* en Milieu Insulaire Tropical : La Réunion ». *Science of The Total Environment* 875:162484. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.162484.
- Lecollinet, S., D. Fontenille, N. Pagès, et A. B. Failloux. 2022. *Le Moustique, ennemi public n° 1 ?* Éditions Quæ. Éditions Quæ.
- Lehmann, T., A. Dao, A. S. Yaro, A. Adamou, Y. Kassogue, M. Diallo, T. Sékou, et C. Coscaron-Arias. 2010. « Estivation du moustique africain du paludisme, *Anopheles gambiae* au Sahel ». *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 83(3):601-6. doi: 10.4269/ajtmh.2010.09-0779.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2003. *Entomologie du paludisme et contrôle des vecteurs : Guide du Stagaire*. Organisation mondiale de la Santé.
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2023a. « Filariose Lymphatique ». *Lymphatic Filariasis*. In: *Internet*. Consulté 7 août 2024 (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lymphatic-filariasis>).
- Organisation Mondiale de la Santé (OMS). 2023b. « Rapport Sur Le Paludisme Dans Le Monde 2023 ». Consulté 28 août 2024 (<https://www.who.int/teams/global-malaria-programme/reports/world-malaria-report-2023>).
- Salem, G. 1998. *La santé dans la ville: géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. KARTHALA Editions.
- Soumeya, C., B. Karima, et D. Thinhinane. 2021. « Etude sur la faune Culicidienne (Diptera: Culicidae) de la région de Tizi-Ouzou (Nord d'Algérie): Biodiversité, abondance et répartition ». *Entomologie faunistique - Faunistic Entomology*. doi: 10.25518/2030-6318.5105.
- Sy, Ibrahima, Mouhamadou Koita, Doulo Traoré, Moussa Keita, Baidy Lo, Marcel Tanner, et Guéladio Cissé.

2011. « Vulnérabilité sanitaire et environnementale dans les quartiers défavorisés de Nouakchott (Mauritanie) : analyse des conditions d'émergence et de développement de maladies en milieu urbain sahélien ». *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* (Volume 11 Numéro 2). doi: 10.4000/vertigo.11174.
- Tabutin, D., et B. Schoumaker. 2020. « La démographie de l'Afrique subsaharienne au XXIe siècle. Bilan des changements de 2000 à 2020, perspectives et défis d'ici 2050 ». *Population* 75(2-3):169-295. doi: 10.3917/popu.2002.0169.
- Touré, Y. T., V. Petrarca, S. F. Traoré, A. Coulibaly, H. M. Maïga, O. Sankaré, M. Sow, M. A. Di Deco, et M. Coluzzi. 1994. « Etudes de Génétique Écologique de La Forme Chromosomique Mopti d'*Anopheles gambiae s.Str.* Au Mali, En Afrique de l'Ouest ». *Genetica* 94(2):213-23. doi: 10.1007/BF01443435.
- Touré, Y. T., V. Petrarca, S. F. Traoré, A. Coulibaly, H. M. Maïga, O. Sankaré, M. Sow, M. A. Di Deco, et M. Coluzzi. 1998. « La Distribution et Le Polymorphisme d'Inversion Des Taxons Chromosomiquement Reconnus Du Complexe *Anopheles gambiae* Au Mali, En Afrique de l'Ouest ». *Parassitologia* 40(4):477-511.
- Vallée, J., A. Dubot-Pérès, P. Ounaphom, C. Sayavong, J. E. Bryant, et J. P. Gonzalez. 2009. « Distribution Spatiale et Facteurs de Risque de l'Infection Par Le Virus de La Dengue et de l'Encéphalite Japonaise En Milieu Urbain : Le Cas de Vientiane (RDP Lao) ». *Tropical Medicine & International Health* 14(9):1134-42. doi: 10.1111/j.1365-3156.2009.02319.x.
- Wilke, A. B. B., C. Chase, C. Vasquez, A. Carvajal, J. Medina, W. D. Petrie, et John C. Beier. 2019. « L'Urbanisation Crée Des Habitats Aquatiques Diversifiés Pour Les Moustiques Immatures Dans Les Zones Urbaines ». *Scientific Reports* 9(1):15335. doi: 10.1038/s41598-019-51787-5.