



Cartographie de risque du paludisme en milieu périurbain à Kinshasa : Étude transversale descriptive dans la zone de santé de Selembao basée sur une approche multicritère et les SIG

Malaria Risk Mapping in Peri-Urban Kinshasa: A Descriptive Cross-Sectional Study in the Selembao Health Zone Using a Multi-Criteria and GIS-Based Approach

Al Katamba Mukendi¹, Beni-georgette Ngakiamba Ngweme¹, Nancy Loso Mbula², Abel Mwen Ntombi³.

Auteur correspondant

Al Katamba Mukendi

Courriel : mukendial@gmail.com

Téléphone : +243815085788

Ecole de Santé Publique de Kinshasa, Faculté de Médecine, Université de Kinshasa

Summary

Context and objective. In the Democratic Republic of Congo (DRC), malaria remains a public health priority, particularly in peri-urban areas. Selembao, in the Province of Kinshasa, has recorded the highest incidence rate in the province over the past five years. The present study aimed to map malaria risk areas in Selembao using a weighted multi-criteria assessment via Analytic Hierarchy Process (AHP) integrated with geographic information system (GIS). *Methods.* A descriptive cross-sectional study was conducted among 326 households with at least one confirmed case in 2023. Environmental, socioeconomic, and vulnerability factors were weighted using AHP and then combined in a weighted overlay model using GIS. *Results.* The results show that 25.5% of the study area is exposed to high to very high risk, mainly around rivers and in densely populated areas where waste management is poor. More than half of the area (56.2%) presents a moderate risk. *Conclusion.* The AHP/GIS approach allows for the precise identification of priority areas for targeted mosquito net distribution, sanitation interventions, and larval control, thus optimizing resource allocation.

Keywords: Malaria, Risk mapping, GIS, AHP, Socio-environmental vulnerability

Received: July 10th, 2025

Accepted: October 5th, 2025

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v19i1.11>

1. Ecole de Santé Publique de Kinshasa, Faculté de Médecine, Université de Kinshasa
2. Programme de formation en épidémiologie de terrain (FETP), République Démocratique du Congo
3. Faculté des Sciences et Technologies, Département des Géosciences, Université de Kinshasa.

Résumé

Contexte et objectif. En République Démocratique du Congo, le paludisme demeure une priorité de santé publique, particulièrement dans les zones péri-urbaines. Selembao, à Kinshasa, a enregistré la plus forte incidence provinciale ces cinq dernières années. Cette étude visait à cartographier les zones à risque de paludisme à Selembao en utilisant une évaluation multicritère pondérée par Analytic Hierarchy Process (AHP) intégrée au système d'information géographique (SIG). *Méthodes.* Une étude descriptive transversale a été menée auprès de 326 ménages ayant connu au moins un cas confirmé en 2023. Les facteurs environnementaux, socioéconomiques et de vulnérabilité ont été pondérés par AHP, puis combinés dans un modèle de superposition pondéré sous SIG. *Résultats.* Les résultats montrent que 25,5 % de la zone étudiée est exposée à un risque élevé à très élevé, principalement autour des cours d'eau et dans les zones densément peuplées, où la gestion des déchets est déficiente. Plus de la moitié de la zone (56,2 %) présente un risque modéré. *Conclusion.* L'approche AHP/SIG permet d'identifier avec précision les zones prioritaires pour la distribution ciblée de moustiquaires, les interventions d'assainissement et la lutte anti-larvaire, optimisant ainsi l'allocation des ressources.

Mots-clés : Paludisme ; Cartographie des risques ; SIG ; AHP, Vulnérabilité socio-environnementale

Reçu le 10 juillet 2024

Accepté le 5 octobre 2025

<https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v19i1.11>



Introduction

Le paludisme ou « Malaria » constitue un réel problème de santé publique. Elle est l'une des maladies parasitaires les plus répandues et les plus meurtrières dans le monde (1). Une étude récente montre que le taux d'incidence du paludisme, initialement en baisse entre 2010 et 2019, a rebondi après la pandémie de COVID-19, entraînant une augmentation conséquente des décès dans les régions à faible Indice de Développement Sociodémographique où on estime que 263 millions de cas et 597 000 décès dus au paludisme sont survenus dans le monde en 2023 (2). Le paludisme, transmis par diverses espèces d'anophèles, est endémique dans la zone intertropicale. Environ 90% des cas et décès surviennent en Afrique (1). Par ailleurs, 70 à 90% du risque de transmission est lié à des facteurs environnementaux, lesquels influencent directement l'abondance et la survie des vecteurs (3).

La République Démocratique du Congo (RDC) et le Nigeria représentent à eux seuls près de 40% de morbidité et de mortalité due à cette endémie (1). Le Nigeria venant en tête avec 31,9% des cas et la RDC avec 13,2 %. La province de Kinshasa est parmi les provinces de la RDC qui présentent le taux d'incidence de paludisme les plus élevés du pays. La prévalence du paludisme est très variable selon la zone d'habitation et le niveau socio-économique du ménage (de 4 % en zone strictement urbaine à 65 % en zone périurbaine) (4). La Zone de Santé (ZS) péri-urbaine de Selembao, connaît une prévalence alarmante des cas de paludisme avec 144.091 cas de paludisme en 2023 soit 6,75% des cas dans la province de Kinshasa et occupe la première position ces 5 dernières années d'après les données de DHIS2

(DHIS2 2023). Cependant, quelques études menées dans la province de Kinshasa dans les zones de santé de Ngiri-ngiri et de Selembao ont établi une carte de risque du paludisme en déterminant sa prévalence (5) mais n'ont pas utilisé une approche d'évaluation multicritère des décisions (EMC) basée sur le système d'information géographique (SIG) qui sont des approches efficaces pour l'analyse des données environnementales et sociales afin de générer des cartes optimales des risques de paludisme (6). La présente étude a visé à combler cette lacune en identifiant les zones à risques de paludisme grâce à des techniques d'évaluation multicritère associées au SIG. L'objectif de cette étude était de fournir un mécanisme de ciblage efficace pour la planification stratégique et l'allocation des ressources, afin d'améliorer l'efficacité des efforts de prévention.

Méthodes

Type et période d'étude

Cette étude était descriptive transversale ayant couvert une période de 12 mois allant du 01 janvier au 31 décembre 2023, et s'est déroulée en mai 2024.

Cadre d'étude

L'étude s'est déroulée à Kinshasa dans la Zone de Santé de Selembao d'environ 20 km² de superficie qui comprend 18 aires de santé et située essentiellement entre 15°15'23.72" et 15°18'4.32 de longitude Est et 4°21'34.13" et 4°21'49.03" de latitude Sud). La ZS Selembao est comprise entre les altitudes de 255 à 549 mètres et est assise sur les formations de couche sableuse remaniée et de sable plus ou moins argileux (7).

La localisation de la zone de santé de Selembao à Kinshasa/RDC est présentée dans la figure 1.

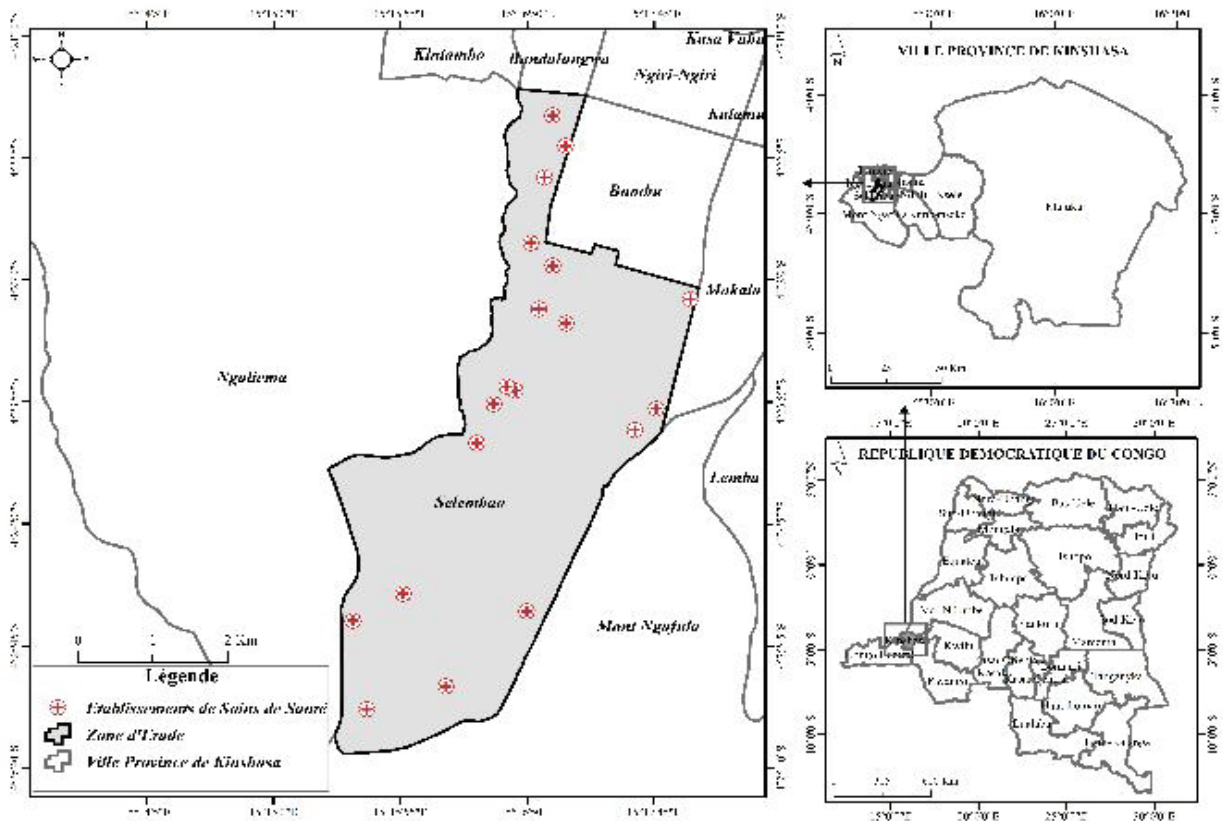


Figure 1. Localisation de la zone de santé de Selembao à Kinshasa/RDC

Echantillonnage

Population d'étude

La population d'étude était constituée des ménages de la zone de santé de Selembao ayant connu au moins un cas confirmé de paludisme par test de diagnostic rapide (TDR) ou par goutte épaisse (GE) en 2023. Comme répondant, il a été retenu les chefs de ménages ou leurs représentants âgés de 18 ans ou plus.

Taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon a été calculée en utilisant la formule de Schwartz ci-dessous :

$$n = Z^2 \times p \times (1-p) / d^2$$

Avec :

- n : taille minimale de l'échantillon ;
- p : prévalence du paludisme à Selembao (p=26,8% selon l'étude menée par Giovan

francesco Ferrari *et al.*, Dans la zone de santé de Selembao en 2016 (5) ;

- z² : coefficient de confiance à 95% pour un test bilatéral (Z²= 1,96) ;
- d : degré de précision (d = 0,05).

En utilisant cette formule, la taille minimale de l'échantillon calculée a été de 301 ménages. Avec un taux de non-réponse de 10%, la taille ajustée de l'échantillon s'est élevée à 334 ménages.

Technique d'échantillonnage

Pour sélectionner les 334 ménages, nous avons utilisé la technique d'échantillonnage probabiliste à 3 degrés avec la zone de santé au premier degré, l'établissement des soins de santé de référence de l'aire de santé au deuxième degré et les ménages au troisième degré, tel que représenté sur la figure 2.

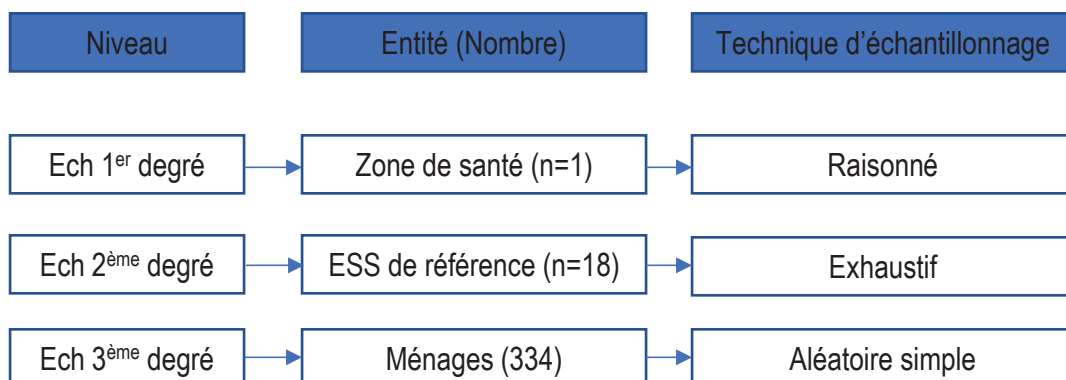


Figure 2. Diagramme de flux échantillonnage

Critères d'inclusion

Était inclus dans cette étude tout ménage sélectionné dans les registres des consultations curatives des établissements des soins de santé intégrés dans le système de la ZS de Selembao ayant connu au moins un cas palustre confirmé par TDR ou par goutte épaisse.

Variables

Les variables d'intérêt ont porté sur les caractéristiques sociodémographiques du ménage, les facteurs socio-environnementaux et de risque, liés à l'aléa (altitude, pente, humidité topographique, proximité d'une rivière, présence des marres, utilisation des terres/occupation du sol),

à l'élément à risque (occupation des terres et couverture du sol, indice normalisé de végétation, densité de la population) et à la vulnérabilité socio-économiques (accès aux soins de santé, cadre de vie).

Collecte des données

La collecte des données a été faite à l'aide d'un questionnaire structuré basé sur le « Malaria Indicator Questionnaire » (MIQ)(8) paramétré dans Kobocollect et déployé sur téléphone Android ou sur Smartphone.

Le tableau 1 liste les données primaires et secondaires qui ont permis de générer la carte de risque du paludisme à Selembao.

Tableau 1. Types et sources des données primaires et secondaires

Numéro	Types de données	Sources	Résolution spatiale
1	Image satellitaire Landsat 8	USGS	30 m
2	Image DEM	Alos-palsar	12,5 m
3	Données cliniques	ESS Aires de Santé	-
4	Shape file des limites de la zone d'étude	RGC	-
5	Points des données GPS	Enquête de terrain	-
6	Localisation des ménages palu +	Enquête de terrain	-

DEM: Digital Elevation Model, USGS: United States Geological Survey, ESS: Etablissement des soins de Santé, GPS: Global Positioning System

Analyse des données

La base de données brute a été nettoyée en utilisant des tests de cohérence, aboutissant à la base de données finale. Les statistiques descriptives ont été réalisées sur les données quantitatives avec le logiciel SPSS Statistics 25 et une analyse de contenu directe a été faite sur les données qualitatives.

Les techniques géospatiales et la méthode d'évaluation multicritère ont été utilisées pour l'analyse et la cartographie des zones à risque avec un algorithme d'identification des zones à risques du paludisme pour calculer les paramètres liés aux facteurs de risque de paludisme.

L'Analytic Hierarchy Process (AHP) a été utilisée pour obtenir le poids cartographique ou l'importance de chaque facteur de risque individuel du paludisme.

Considérations éthiques



Avant la collecte des données, notre protocole de recherche avait été soumis au comité d'éthique de l'école de santé de Kinshasa et avait reçu l'approbation sous le numéro ESP/CE/081/2024. Nous avons ensuite obtenu les différentes autorisations auprès des autorités politico-administratives et sanitaires à chaque niveau. Les répondants ont participé à l'étude de manière volontaire et libre après avoir reçu toutes les informations sur l'étude et signé un formulaire de consentement éclairé. Les informations personnelles des répondants ont été gardées confidentielles et les participants ne couraient aucun risque majeur en participant à l'étude, et

personne n'a été contraint d'y participer ou réprimandé pour avoir refusé.

Résultats

Au total 326 ménages ont été enquêtés dans les dix-huit aires de santé que compte la zone de santé de Selembao. Le taux de non réponse était calculé à 2,6%, soit 8 ménages qui avaient refusé l'interview.

Caractéristiques sociodémographiques des répondants dans les ménages enquêtés

Les caractéristiques sociodémographiques des répondants dans les ménages enquêtés sont reprises dans le tableau 2.

Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques des répondants, zone de santé de Selembao, 2023

Modalités		N	%
Sexe	Féminin	170	52,15
	Masculin	156	47,85
	Total	326	100
Age	18 à 35	121	37,12
	36 à 55	155	47,55
	> 55	50	15,33
	Total	326	100
Taille ménage	1-4	166	50,9
	5-6	107	32,8
	> 7	53	16,3
	Total	326	100
Etat civil	Célibataire	111	34,04
	Divorcé	10	3,07
	Marié	182	55,83
	Veuf(ve)	23	7,06
	Total	326	100
Niveau d'étude	Aucun	13	3,98
	Formation professionnel	36	11,04
	Primaire	26	7,98
	Secondaire	139	42,64
	Supérieur/universitaire	112	34,36
	Total	326	100
Profession	Agropastoral	11	3,37
	Employé du secteur privé	52	15,95
	Employé du secteur public	39	11,96
	Exerçant un petit métier	54	16,56
	Ménagère ou Etudiant	55	16,87
	Pas d'occupation	62	19,03



Travail à son propre compte	53	16,26
Total	326	100

Ce tableau met en évidence une majorité de répondants de sexe féminin (52,15%), avec une tranche d'âge prédominante de 36 à 65 ans représentant 47,55%. Plus de la moitié des participants (55,83%) étaient mariés, tandis que 42,64% avaient un niveau d'études secondaires. La

taille des ménages variait entre 1 et 4 personnes dans près de la moitié des ménages (50,9%).

Caractéristiques socio environnementales des ménages

Niveau de vie de ménages

Le tableau 3 renseigne sur le niveau de vie de ménages enquêtés.

Tableau 3. Niveau de vie de ménages, ZS Selembao 2023

Variables	Modalités	N	%
Principal matériau des murs extérieurs de la maison	Murs crépis	201	62
	Murs non crépis	99	30
	Planches de bois	6	2
	Tôles galvanisés	18	6
	Total	326	100
Principal matériau du toit	Tôles galvanisés	317	97
	Autres	7	3
	Total	326	100
Principal matériau de revêtement du sol de la maison	Carreaux	82	25
	Ciment	220	67
	Béton	11	3
	Sable	17	5
	Total	326	100

Sur un total de 326 ménages enquêtés, 201 (62%) avaient des murs extérieurs crépis, 317 (soit 97 %) avaient des tôles galvanisées et 220 (soit 67%) avaient le sol de la maison en ciment.

Vulnérabilité des ménages au paludisme

Les variables de vulnérabilité des ménages au paludisme sont reprises dans le tableau 4.

Tableau 4. Vulnérabilité des ménages au paludisme, ZS Selembao 2023

Variables	Modalités	N	%
Mode d'évacuation des déchets liquide	Dans un cours d'eau	7	2
	Dans un puit	29	9
	Rigole	13	4
	Dans la cour ou sur la voie publique	277	85
	Total	326	100
Mode d'évacuation des déchets solide	Dépotoirs sauvage	17	5
	Brulage	33	10
	Dans un cours d'eau	35	11
	Service privé	59	18
	Voie publique	60	18
	Enfouissement	122	38



	Total	326	100
Dormir sous la MILD la nuit précédant l'enquête	Non	136	42
	Oui avant 23 heures	116	36
	Oui après 23 heures	74	22
	Total	326	100
Distance culture maraichère aux ménages	A plus de 20 m	39	12
	A moins de 20 m	117	36
	Dans la résidence	170	52
	Total	326	100
Assainissement 12 mois précédant l'enquête	Non	88	27
	Oui	238	73
	Total	326	100

Au total 277 ménages (soit 85 %) évacuaient leurs déchets liquides dans la cour de leurs parcelles ou sur la voie publique, 122 ménages (soit 38 %) enfouissaient leurs déchets solides, 60 ménages (soit 18%) les évacuaient sur la voie publique, 59 ménages (soit 18%) utilisaient un service privé d'évacuation, 35 ménages (soit 11%) évacuaient dans un cours d'eau, 33 ménages (soit 10%) les brûlaient et 17 ménages (soit 5%) les évacuaient directement dans un dépotoir sauvage. La majorité des ménages (42%) n'avait pas dormi sous une MILD la nuit précédant l'enquête, 170 ménages (soit 52 %) possédaient un potager dans leur parcelle et 238 (73 %) avaient affirmé avoir assaini leur parcelle au cours des 12 mois précédant l'enquête.

Cartographie des facteurs de risque

Facteurs de risque du paludisme

L'analyse du facteur aléa a montré que, sur une superficie totale de 20 km² que couvre la ZS de Selembao, 8,55 km² (soit 43 %) étaient catégorisés comme zone à aléa modéré de paludisme, 7,49 km²

(soit 37 %) comme zone à aléa élevé, 2,11 km² (soit 10 %) comme zone à aléa très élevé, 1,51 km² (soit 8 %) comme zone à faible aléa, et 0,4 km² (soit 2 %) comme zone à très faible aléa de paludisme.

L'analyse du facteur éléments à risque a montré que 9,2 km² (soit 46 %) étaient catégorisés comme zone à faible risque de paludisme, 8,4 km² (soit 42 %) comme zone à risque modéré, 1,6 km² (soit 8 %) comme zone à risque élevé, 0,6 km² (soit 3 %) comme zone à très faible risque, et 0,02 km² (soit 0,1 %) comme zone à risque très élevé de paludisme.

Enfin, celle de la vulnérabilité de la zone au paludisme a montré que 6,29 km² (soit 32 %) étaient classés comme zone à faible vulnérabilité, 5,22 km² (soit 26 %) comme zone à très faible vulnérabilité, 4,93 km² (soit 25 %) comme zone à vulnérabilité modéré, 2,46 km² (soit 12 %) comme zone à vulnérabilité élevé, et 0,84 km² (soit 4 %) comme zone à vulnérabilité très élevé au paludisme.

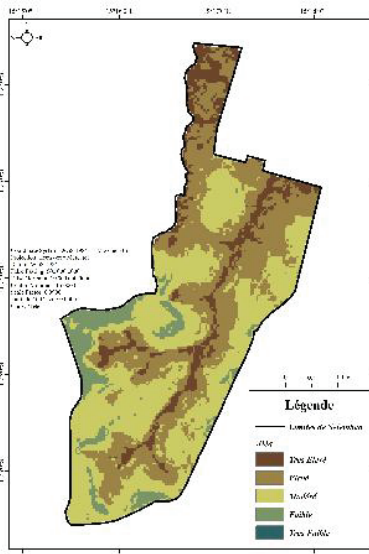


Figure 3. Aléa ou danger

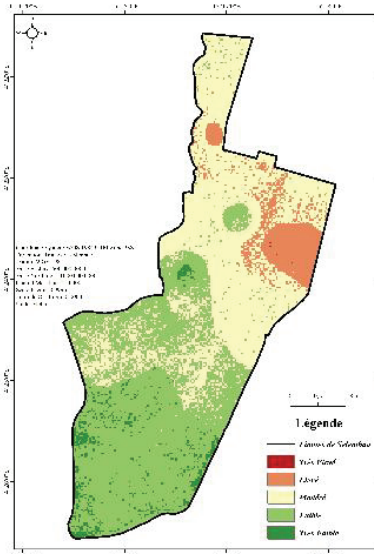


Figure 4. Éléments à risque

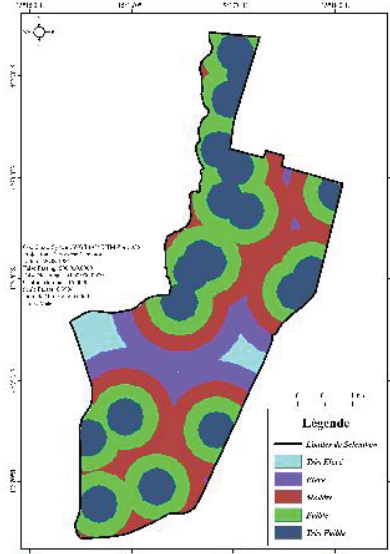


Figure 5. Vulnérabilité

Carte de risque du paludisme

La carte des risques du paludisme représenté sur la figure 6 a montré que 10,9 km² (soit 55 %) sont classés comme zone à risque modéré de paludisme, 4,6 km² (soit 23 %) comme zone à risque élevé, 3,8 km² (soit 19 %) comme zone à faible risque,

0,5 km² (soit 2,5 %) comme zone à risque très élevé, et 0,2 km² (soit 1 %) comme zone à faible risque. Par conséquent, environ 25,5 % de la superficie totale de la zone de santé est considérée comme à risque élevé ou très élevé de paludisme.

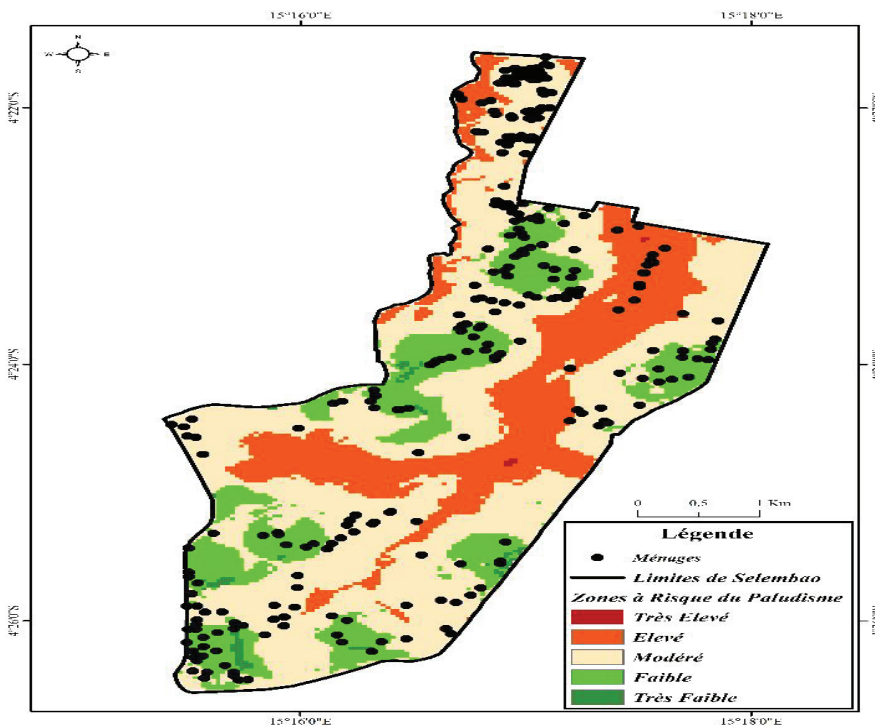


Figure 6. Carte de risque du paludisme dans la zone de santé de Selembao 2023

Discussion

La présente étude a cartographié, pour la première fois dans la zone de santé périurbaine de Selembao, les zones à risque de paludisme à l'aide d'une

évaluation multicritère spatiale combinée à une analyse de superposition pondérée sous le SIG, en suivant les recommandations de plusieurs auteurs sur l'efficacité de cette méthode pour la



modélisation spatiale des maladies vectorielles (1,6, 10-11).

Les résultats sur l'analyse du risque de paludisme ont mis en évidence la complexité des interactions entre les facteurs environnementaux (proximité des cours d'eau, végétation et topographie), sociodémographiques et économiques (niveau de vie, mode d'évacuation des déchets).

Le recours au modèle AHP avec un rapport de cohérence de 0,03 (inférieur au seuil acceptable à 0,1 en accord avec les recommandations de Saaty & Vargas (9)) assure la validité des pondérations appliquées de ces facteurs, sur l'acceptabilité des matrices de comparaison.

Cette approche valide également la pertinence de l'utilisation combinée de l'AHP et du SIG pour la cartographie de la vulnérabilité spatiale au paludisme, comme validée dans l'étude de Diriba *et al.* (10) en Ethiopie, démontrant une amélioration significative de la précision des cartes de risque dans des contextes où les données sont limitées.

La micro stratification, soulignée par Minale & Alemu (11) comme cruciale pour identifier les zones urbaines à risque à haute résolution, occupe une place centrale dans notre approche. Elle permet d'optimiser le ciblage des interventions de santé publique et ouvre la voie à une planification stratégique fondée sur des données probantes, avec une allocation plus efficace des ressources pour l'assainissement et la lutte anti larvaire.

De plus, l'utilisation du modèle de Shook (12) pour structurer l'analyse méthodologique garantit une cohérence globale entre les facteurs de risque cartographiés (aléa, vulnérabilité, éléments à risque) et leur intégration dans le modèle de superposition pondérée.

Les cartes obtenues indiquent qu'environ le quart de la superficie étudiée est à risque "élevé" à "très élevé", ce qui confirme les observations faites par Wondim *et al.* (13) en Éthiopie, montrant que les zones topographiquement basses ou à faible altitude et proches des cours d'eau sont exposées au risque accru de paludisme. Cette réalité est également conforme à l'étude menée à Madagascar par Rakotoarison *et al.* (14) où les pondérations des paramètres tels que la proximité des rivières (0,11) et la densité de population (0,59) ont été jugés comme facteurs contribuant significativement à l'habitat des vecteurs et à l'intensité de la transmission du paludisme.

La prédominance des risques dans les zones urbanisées, combinée à une végétation dense et à une mauvaise gestion des eaux stagnantes, soutient les conclusions de Banti *et al.* (15) sur la vulnérabilité spatiale accrue en milieu périurbain mal planifié.

L'analyse des caractéristiques sociodémographique révèle une prédominance de femmes parmi les répondants (52,15%), ce qui pourrait refléter leur rôle central au foyer et leur disponibilité pour participer aux enquêtes, comme observé dans d'autres contextes africains (16).

L'analyse a également souligné la vulnérabilité sociale des ménages. En effet, près de 42% des ménages n'utilisaient pas de moustiquaires imprégnées la nuit précédant l'enquête, tandis qu'une grande majorité de la population vivaient dans les logements précaires avec une mauvaise gestion des déchets. Cette situation est conforme aux analyses de Bigirinama *et al.* (17) qui ont montré une corrélation entre la pauvreté des ménages et leur exposition au risque de paludisme, soulignant la dimension sociale de la vulnérabilité à cette maladie.

Enfin, cette étude confirme que l'approche intégrée basée sur des outils géospatiaux et des données diverses permet d'optimiser l'identification des zones prioritaires, en accord avec les recommandations de Kabaria *et al.* (18) pour les interventions ciblées en milieu urbain et périurbain.

Limites de l'étude

L'absence de mesures physico-chimiques des gîtes larvaires limite la validation de la vulnérabilité environnementale. Nous avons utilisé l'indice normalisé de végétation car il permet de détecter les environnements favorables à la survie des anophèles. De plus, le modèle AHP repose sur des jugements experts, exposant les pondérations à un biais subjectif malgré un rapport de cohérence acceptable (RC = 0,03).

Forces de l'étude

La présente a des forces certaines. Elle est une des premières à fournir cette cartographie paludique en recourant l'approche EMC/GIS. Bien que nos résultats soient spécifiques à Selembao mais la méthodologie reste transférable à d'autres milieux péri-urbains équatoriaux disposant de données SIG et de validation terrain. L'approche EMC/GIS peut être adaptée aux zones à densité variable et à différents contextes de transmission sous réserve de recalibrage des pondérations.

Implications pour la pratique



La carte de risque à haute résolution permet de repérer les micro zones à cibler pour :

- ✓ Renforcer des activités d'assainissement et de lutte anti-larvaire autour des points d'eau prioritaires
- ✓ Mener des campagnes intensifiées de distribution de moustiquaires à longue durée d'action concentrées sur les secteurs à vulnérabilité élevée
- ✓ Intégrer ces cartes dans un système de décision opérationnel pour ajuster en temps réel les interventions.

Conclusion

Le paludisme demeure encore un problème majeur de santé publique en RDC, en particulier dans la zone périurbaine de Selembao. Diverses variables socioéconomiques et environnementales défavorables influent sur le risque de transmission de cette maladie et les techniques de SIG combinées à l'évaluation multicritères intégrant les composantes de l'aléa, de la vulnérabilité et des éléments à risque, permettent l'analyse des facteurs environnementaux et la cartographie des risques de paludisme ainsi que des niveaux de risque des zones concernées.

Ainsi, la présente étude fournit un outil stratégique pour orienter les actions de prévention et de contrôle du paludisme. Elle peut guider la distribution ciblée de moustiquaires imprégnées, les activités d'assainissement et la lutte anti-larvaire autour des foyers à risque, tout en optimisant l'utilisation des ressources disponibles.

Conflit d'intérêt

Aucun des auteurs n'a signalé de conflit d'intérêts.

Contribution des auteurs

Conception, collecte et analyse des données, interprétation des résultats, rédaction : Mukendi A. Collecte et analyse des données : Mbula N, Ntombi A. Mukendi A.

Supervision, interprétation, rédaction : Mukendi A, Ngweme G, Mbula N, Ntombi A.

Remerciements

J'exprime ma gratitude au comité directeur de l'École de Santé Publique de Kinshasa et au Professeur Ngweme Ngakiamama pour son soutien indéfectible durant tout le processus de rédaction.

Références

1. Cissoko M, Magassa M, Sanogo V, Ouologuem A, Sangaré L, Diarra M *et al.* Stratification at the health district level for targeting malaria control interventions in Mali. *Sci Rep.* 2022;**12** (1):1–17.
2. Huang J, Hu Y, Wu Y, Pan L, Wang M, Wang W, *et al.* Global burden of malaria before and after the COVID-19 pandemic based on the global burden of disease study 2021. *Sci Rep.* 2025;**15** (1):1–9.
3. Ahmed H. Geographic Information System and Remote Sensing Based Malaria Risk Mapping Using Environmental Factors: A Case of Arba Minch Zuria Woreda, Southern Nations Nationalities and Peoples' Regional State. *Cah d'études africaines.* 2006;**46**(182):291–312.
4. Kazadi W, Sexton JD, Makengo B, Bompela MW. Malaria in primary school children and infants in Kinshasa, Democratic Republic of the Congo: surveys from the 1980s and 2000. *Am J Trop Med Hyg.* 2004;**71**(Suppl 2):97–102.
5. Ferrari G, Ntuku HM, Schmidlin S, Diboulo E, Antoinette K, Lengeler C. Une carte de risque de paludisme, République Démocratique du Congo. *Ann Africaines médecine.* 2016;**9**:2175–2176.
6. Gebre SL, Temam N, Regassa A. Spatial analysis and mapping of malaria risk areas using multi-criteria decision making in Didessa District, South West Ethiopia. *Cogent Environ Sci* [Internet]. 2020;**6**(1). Available from: <https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1860451>
7. Lateef ASA, Fernandez-Alonso M, Tack L, Delvaux D. Geological constraints on urban sustainability, Kinshasa City, Democratic Republic of Congo. *Environ Geosci.* 2010;**17**(1):17–35.
8. USAID. Demographic and health surveys. <https://dhsprogram.com/publications/publication-DHSQ8-DHS-Questionnaires-and-Manuals.cfm>. 2022.
9. Saaty, T. L., & Vargas LG. Models, methods, concepts, and applications of the analytic hierarchy process. *Kluwer Acad Publ.* 2001;333 p doi:10.1007/978-1-4615-1665-1.
10. Diriba D, Karuppanan S, Regasa T, Kasahun M. Spatial analysis and mapping of malaria risk areas using geospatial technology in the case of Nekemte City, western Ethiopia. *Int J Health Geogr* [Internet]. 2024;**23**(1). Available from: <https://doi.org/10.1186/s12942-024-00386->



11. Minale AS, Alemu K. Mapping malaria risk using geographic information systems and remote sensing: The case of Bahir dar city, Ethiopia. *Geospat Health*. 2018;**13**(1):157–163.
12. Shook G. An assessment of Disaster Risk and its Management in Thailand. *Disasters*. 1997;**21**:77–78.
13. Wondim KY, Alemayehu EB, Abebe WB. Malaria Hazard and Risk Mapping Using GIS Based Spatial Multicriteria Evaluation Technique (SMCET) in Tekeze Basin Development Corridor, Amhara Region, Ethiopia. *J Environ Earth Sci* [Internet]. 2017;**7**(5):76–87. Available from: <https://iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/36981>
14. Rakotoarison A, Rasamimalala M, Rakotomanga J-M, Ramiranirina B, Franchard T, Kapesa L, *et al.* Malaria risk assessment through Remote Sensing and MultiCriteria Evaluation in Madagascar. *Online J Public Health Inform*. 2018;**10**(1):2–3.
15. Daniel Banti A, Asfaw Worku H, Karuppannan S, Kamaraj P, Hussain S, Taran A, *et al.* Modelling malaria vulnerability hotspot by using geospatial techniques: the case of Kindo Koysha Woreda, Wolaita Zone, Ethiopia. *Geocarto Int* [Internet]. 2024;**39**(1). Available from: <https://doi.org/10.1080/10106049.2024.2326003>
16. Abbas F, Kigadye E, Mohamed F, Khamis M, Mbaraka J, Serbantez N, *et al.* Socio-demographic trends in malaria knowledge and implications for behaviour change interventions in Zanzibar. *Malar J* [Internet]. 2023;**22** (1):1–11. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12936-023-04472-y>
17. Bigirinama RN, Ntaongo JA, Batumbo D, Sam-Agudu NA, Katoto PDMC, Byamungu LN, *et al.* Environmental and anthropogenic factors associated with increased malaria incidence in South-Kivu Province, Democratic Republic of the Congo. *Trop Med Int Heal*. 2020;**25**(5):600–611.
18. Kabaria CW, Molteni F, Mandike R, Chacky F, Noor AM, Snow RW, *et al.* Mapping intra-urban malaria risk using high resolution satellite imagery: A case study of Dar es Salaam. *Int J Health Geogr*. 2016;**15**(1):1–12.

Comment citer cet article : Mukendi AK, Ngweme B-G N, Mbula NL, Ntombi AM. Cartographie de risque du paludisme en milieu périurbain à Kinshasa : Étude transversale descriptive dans la zone de santé de Selembao basée sur une approche multicritère et les SIG. *Ann. Afr. Med* 2025; **19** (1): e6687-e6697. <https://dx.doi.org/10.4314/aamed.v19i1.11>