

Etude ethnobotanique des plantes utilisées contre les moustiques vecteurs du paludisme dans le territoire de Madimba, province du Kongo Central, République Démocratique du Congo.

Ethnobotanical study of plants used against malaria-carrying mosquitoes in the territory of Madimba, Kongo Central Province, Democratic Republic of Congo

Arsène BOKULU NSOKO^{1,2}, Jean-Paul Koto-Te-Nyiwa NGBOLUA¹, Immaculée MUNDABI-FAL ANGLETTY¹,
Hyacinthe LUKOKI NKOSI^{1,2}, David LILONGA MIDUA¹, Félicien LUKOKI LUYEYE¹, Pisco MENG
MUNKOLO^{1,*}, Emery METELO MATUBI^{2,3}

¹Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI, RD Congo ;

²Département d'Ecologie Vectorielle et Environnement, Institut National de Recherche Biomédicale, RD Congo ;

³Université de Bandundu, Faculté de Médecine, Province de Kwilu.

RESUME:

Le paludisme demeure un important problème de santé publique en Afrique subsaharienne, où les populations locales utilisent encore largement les ressources végétales pour se protéger contre les moustiques vecteurs. Cette étude visait à inventorier les plantes utilisées contre les moustiques dans le territoire de Madimba (Kongo Central, RDC), à évaluer leur importance ethnobotanique et à analyser les variations floristiques entre communautés locales. Des enquêtes ethnobotaniques semi-structurées ont été menées entre avril et décembre 2025 auprès de 385 informateurs, sélectionnés selon la méthode d'échantillonnage en boule de neige. Les données collectées ont été analysées à l'aide d'indices ethnobotaniques, de statistiques descriptives, du test exact de Fisher et de l'indice de similarité de Jaccard. Au total, 28 espèces appartenant à 17 familles botaniques ont été recensées, les Fabaceae et les Annonaceae étant les plus représentées. Les phanérophyles dominaient la flore inventoriée (75 %), tandis que les arbres constituaient la principale forme morphologique (46 %). Les feuilles représentaient l'organe le plus utilisé (74,29 % des citations). La fumigation était le principal mode d'utilisation des plantes (66,82 %). Les connaissances ethnobotaniques variaient significativement selon le sexe et l'âge des répondants ($p < 0,0001$), mais non selon le niveau d'instruction ($p > 0,05$). Les espèces les plus citées étaient *Tephrosia vogelii* (19,71 %) et *Nicotiana tabacum* (19,23 %), suivies de *Cananga odorata* (10,81 %) et de *Cinnamomum verum* (10,09 %). Les plantes à activité répulsive représentaient 67,85 % des espèces recensées, contre 10,71 % pour les plantes à activité insecticide. Les analyses de similarité ont révélé des variations modérées dans l'utilisation des plantes anti-moustiques entre les tribus ainsi qu'entre les villages étudiés, sans différence statistiquement significative ($p > 0,05$). Ces résultats soulignent l'importance des savoirs locaux dans la lutte contre les moustiques et mettent en évidence plusieurs espèces prometteuses pour le développement d'alternatives biologiques aux insecticides chimiques.

Mots clés : ethnobotanique, plantes anti-moustiques, paludisme, lutte antivectorielle, savoirs traditionnels, Madimba, République Démocratique du Congo.

ABSTRACT :

Malaria remains a major public health challenge in sub-Saharan Africa, where local communities continue to rely extensively on plant resources for protection against mosquito vectors. This study aimed to document the plant species used against mosquitoes in the Madimba Territory (Kongo Central Province, Democratic Republic of the Congo), assess their ethnobotanical importance, and analyze floristic variations among local communities. Semi-structured ethnobotanical surveys were conducted between April and December 2025 among 385 informants selected using the snowball sampling method. The collected data were analyzed using ethnobotanical indices, descriptive statistics, Fisher's exact test, and the Jaccard similarity index. A total of 28 plant species belonging to 17 botanical families were recorded, with Fabaceae and Annonaceae being the most represented families. Phanerophytes dominated the recorded flora (75%), while trees constituted the predominant growth form (46%). Leaves were the most frequently used plant part (74.29% of citations), and fumigation was the principal mode of application (66.82%). Ethnobotanical knowledge varied significantly according to respondents' sex and age ($p < 0.0001$), but not according to educational level ($p > 0.05$). The most frequently cited species were *Tephrosia vogelii* (19.71%) and *Nicotiana tabacum* (19.23%), followed by *Cananga odorata* (10.81%) and *Cinnamomum verum* (10.09%). Repellent plants accounted for 67.85% of the recorded species, whereas insecticidal plants represented 10.71%. Similarity analyses revealed moderate variation in the use of anti-mosquito plants among the studied tribes and villages, although no statistically significant differences were observed between groups ($p > 0.05$). These findings highlight the importance of indigenous knowledge in mosquito control and identify several promising plant species that could serve as potential sources of environmentally friendly alternatives to synthetic insecticides.

Keywords: ethnobotany; mosquito control plants; malaria; vector control; traditional knowledge; Madimba; Democratic Republic of the Congo.

*Adresse des Auteur(s)

Arsène BOKULU NSOKO, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI & Département d'Ecologie Vectorielle et Environnement, Institut National de Recherche Biomédicale, RD Congo ;

Jean-Paul Koto-Te-Nyiwa NGBOLUA, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI, RD Congo ;

Immaculée MUNDABI-FAL ANGLETTY, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI, RD Congo ;

Hyacinthe LUKOKI NKOSI, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI & Département d'Ecologie Vectorielle et Environnement, Institut National de Recherche Biomédicale, RD Congo ;

David LILONGA MIDUA, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI, RD Congo ;

Félicien LUKOKI LUYEYE, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI, RD Congo ;

Pisco MENG MUNKOLO, Laboratoire de Biodiversité Végétale, Ecologie et Ethnobotanique, Mention Sciences de la vie, Université de Kinshasa, B.P. 190/ Kinshasa XI, DR Congo ;

E-mail : mengapisco@yahoo.fr

Tél : +243 823224153.

Emery METELO MATUBI, Département d'Ecologie Vectorielle et Environnement, Institut National de Recherche Biomédicale & Université de Bandundu, Faculté de Médecine, Province de Kwilu, RD Congo ;

I. INTRODUCTION

Le paludisme demeure l'une des principales maladies parasitaires dans les régions tropicales. Transmise par les moustiques du genre *Anopheles*, cette maladie constitue encore un problème majeur de santé publique, particulièrement en Afrique subsaharienne. Elle est responsable d'un nombre important de cas de morbidité et de mortalité, touchant surtout les enfants de moins de cinq ans et les femmes enceintes. La République démocratique du Congo figure parmi les pays les plus affectés, avec plusieurs zones à forte transmission (WHO, 2024).

En RDC, la lutte contre les moustiques vecteurs du paludisme repose principalement sur l'utilisation des moustiquaires imprégnées d'insecticides, des aérosols domestiques, des serpentins fumigènes ainsi que sur certaines opérations de pulvérisation intra-domiciliaire. Ces différentes approches ont permis de réduire la transmission de la maladie dans plusieurs zones endémiques. Toutefois, l'utilisation répétée et parfois incontrôlée des insecticides de synthèse favorise progressivement l'apparition de résistance chez certaines populations de moustiques vecteurs (Minwuyelet *et al.*, 2025). Ngbolua *et al.* (2024) ont également mis en évidence les limites actuelles des stratégies de lutte antivectorielle dans le pays. Par ailleurs, l'usage excessif des insecticides présente des risques environnementaux importants, notamment la contamination des sols et des eaux, la toxicité pour les organismes non ciblés ainsi que des effets potentiels sur la santé humaine (Nkya *et al.*, 2013).

Dans plusieurs villages du territoire de Madimba, l'accès aux outils modernes de lutte contre les moustiques demeure limité. Bien que des campagnes de distribution de moustiquaires imprégnées soient régulièrement organisées, leur nombre reste insuffisant pour couvrir l'ensemble des familles (PNLP, 2020). En réponse à cette pénurie, certaines familles recourent encore à des méthodes traditionnelles transmises de génération en génération, notamment l'utilisation de plantes locales brûlées ou placées à proximité des habitations afin de réduire la présence des moustiques.

Certaines espèces végétales possèdent en effet des composés bioactifs capables d'agir sur le comportement des insectes en perturbant leurs mécanismes olfactifs ou leur recherche d'hôte (Nishida, 2014). Ces propriétés expliquent l'utilisation traditionnelle de plusieurs plantes comme répulsives naturelles dans différentes communautés africaines.

La province du Kongo Central dispose d'une importante diversité floristique répartie entre forêts, savanes et agroécosystèmes. A Madimba, diverses plantes sont utilisées depuis longtemps dans la médecine traditionnelle, dans l'alimentation et dans de nombreuses tâches domestiques

(Pathy *et al.*, 2021). Cependant, les connaissances sur les plantes utilisées contre les moustiques dans cette région restent peu documentées dans la littérature scientifique. Compte tenu de la résistance croissante des vecteurs aux insecticides conventionnels, une meilleure compréhension et une meilleure valorisation de ces plantes pourraient contribuer au développement de solutions locales adaptées aux besoins des communautés rurales.

La présente étude vise donc à inventorier les plantes utilisées contre les moustiques vecteurs du paludisme dans le territoire de Madimba, afin de contribuer à la conservation des savoirs locaux et de fournir une base scientifique pour de futures études visant à évaluer leur potentiel dans la lutte antivectorielle.

II. MATERIEL ET METHODES

II.1. Zone d'étude

Le territoire de Madimba est situé dans la province du Kongo Central, au Sud-ouest de la République Démocratique du Congo. Il est localisé entre 4°57' et 6°41' de latitude Sud et 14°53' et 15°36' de longitude Est (Figure 1), avec une altitude moyenne comprise entre 500 et 600 m et une superficie d'environ 8 260 km² (CAID, 2015).

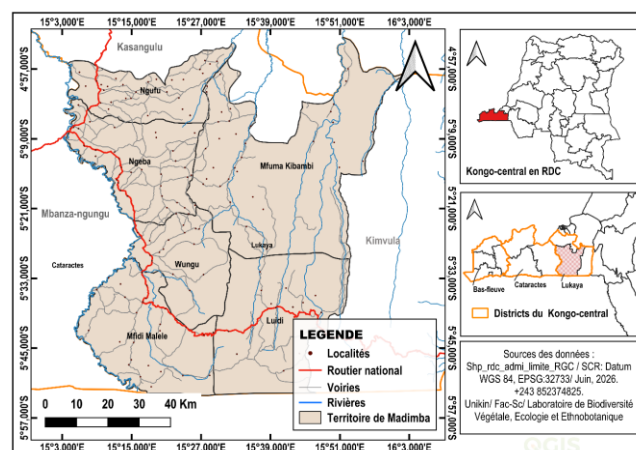


Figure 1. Carte de la zone d'étude dans le territoire de Madimba (Kongo Central, RDC)

Le territoire présente un climat tropical de type Aw selon la classification de Köppen, caractérisé par l'alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche. Les précipitations annuelles varient entre 1 200 et 1 600 mm et la température moyenne annuelle est d'environ 25 °C (Dubiez *et al.*, 2014 ; Karger *et al.*, 2017). La végétation est dominée par une mosaïque de savanes, de galeries forestières et de zones agricoles, offrant une diversité de ressources végétales utilisées par les communautés locales.

La population est majoritairement composée de tribus appartenant à l'ethnie Bakongo, notamment les Bambeko, Bantandu, Badikidiki, Balula, Bambata et Bankanu, qui disposent d'un riche patrimoine de connaissances traditionnelles relatives à l'utilisation des plantes (Joyce *et al.*, 2025). Toutefois, d'autres tribus provenant de différents territoires de la province du Kongo Central y sont également représentées.

II.2. Matériel

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est constitué de l'ensemble des plantes recensées au cours des enquêtes ethnobotaniques. Il comprend des plantes entières ou différentes parties végétales (feuilles, écorces, fleurs, graines, racines et sève) utilisées localement dans la lutte contre les moustiques.

II.3. Méthodes de recherche

II.3.1. Enquête ethnobotanique

Les données ethnobotaniques ont été collectées à l'aide d'entretiens individuels réalisés auprès des populations locales. La sélection des informateurs a été faite suivant la méthode d'échantillonnage en boule de neige. Cette méthode consiste à identifier un premier répondant reconnu pour ses connaissances en matière d'utilisation des plantes, puis à recruter progressivement d'autres informateurs recommandés au sein de la communauté (Ngbolua *et al.*, 2023 ; Menga *et al.*, 2024). Les enquêtes ont été poursuivies jusqu'à l'obtention d'informations répétitives et jugées suffisantes pour l'étude.

Les entretiens ont été conduits sur la base d'un questionnaire semi-structuré portant à la fois sur les caractéristiques sociodémographiques des répondants (sexe, âge, niveau d'instruction et statut matrimonial) et sur les connaissances ethnobotaniques associées aux plantes utilisées contre les moustiques vecteurs du paludisme. Les informations recueillies concernaient notamment les noms locaux des espèces, les parties utilisées, les modes de préparation ainsi que les modes d'utilisation des recettes locales.

II.3.2. Identification et classification des plantes

Les espèces végétales recensées ont été identifiées directement sur le terrain lorsque cela était possible, puis confirmées par comparaison avec les collections de référence du Jardin Botanique de Kisantu. La nomenclature et la classification taxonomique des espèces ont été établies conformément au système APG IV (Angiosperm Phylogeny Group, 2016).

II.3.3. Effort d'échantillonnage

En raison de l'absence de données fiables sur la taille exacte de la population cible, la taille minimale de l'échantillon a été estimée à l'aide de la formule de Cochran (1977), couramment utilisée pour les populations de grande taille ou dont la taille est inconnue. Le calcul a été effectué avec un niveau de confiance de 95 % ($Z = 1,96$), une marge d'erreur de 5 % ($E = 0,05$) et une proportion estimée de 50 % ($p = 0,50$), cette dernière étant retenue en l'absence d'informations préalables sur la fréquence des connaissances relatives aux plantes utilisées contre les moustiques vecteurs du paludisme (Wondimnew *et al.*, 2025).

$$n = \frac{Z^2 \times p(1 - p)}{E^2} \quad (1)$$

Après substitution des paramètres dans l'équation, la taille minimale de l'échantillon obtenue était de 384,16, arrondie à 385 informateurs enquêtés. Les enquêtes ethnobotaniques ont été réalisées entre avril et décembre 2025 dans 12 villages de la zone d'étude.

Toutefois, les informateurs ayant été sélectionnés au moyen d'un échantillonnage non probabiliste de type boule de neige, l'effectif calculé à partir de la formule de Cochran a été utilisé comme référence pour définir un effort d'échantillonnage minimal, et non comme une garantie de représentativité statistique de la population étudiée. Cette approche a permis de cibler efficacement les détenteurs de connaissances ethnobotaniques au sein des communautés locales, tout en tenant compte des contraintes liées à l'absence d'un cadre d'échantillonnage exhaustif.

II.3.4. Traitement et analyse des données

Les données issues des enquêtes ethnobotaniques ont été encodées et organisées sous Microsoft Excel 2019 avant d'être soumises aux analyses statistiques. Les caractéristiques écologiques des espèces, notamment les formes biologiques, les types morphologiques, les types de diaspores, les habitats et les distributions phytogéographiques, ont été établies à partir des données floristiques disponibles dans la littérature spécialisée (Menga *et al.*, 2024). Les statistiques descriptives ont permis de déterminer les proportions relatives de chaque catégorie considérée.

L'importance ethnobotanique des espèces a été évaluée à partir de trois paramètres : la fréquence de citation, l'indice de consensus des informateurs et la valeur d'usage. La fréquence de citation indique la proportion de citations attribuées à chaque espèce par rapport à l'ensemble des citations enregistrées. L'indice de consensus des

informateurs (IC_s) exprime la proportion d'informateurs ayant mentionné une espèce donnée par rapport au nombre total d'informateurs enquêtés. La valeur d'usage (VU_s) renseigne sur le nombre moyen d'usages rapportés pour une espèce par les informateurs l'ayant citée (Menga *et al.*, 2024). Ils ont été calculés suivant les formules ci-après :

$$IC_s = \frac{N_a}{N_t} \quad (2)$$

Où N_a est le nombre de personnes ayant cité l'espèce s , et N_t le nombre total de personnes interrogées.

$$VU_s = \frac{\sum U_{is}}{n_s} \quad (3)$$

où U_{is} est le nombre d'usages de l'espèce s mentionnés par l'informateur i , et n_s le nombre d'informateurs ayant cité cette espèce.

L'importance culturelle locale des plantes a été évaluée à partir de la valeur d'accord d'utilisation de l'espèce (VAU_s), selon la formule :

$$VAU_s = VU_s \times IC_s \quad (4)$$

Les relations entre les caractéristiques sociodémographiques des répondants et les connaissances des plantes anti-moustiques ont été analysées à l'aide du test du Chi carré de Pearson ou du test exact de Fisher lorsque les effectifs attendus étaient faibles. Le test exact de Fisher a également été appliqué pour évaluer les variations des modes de préparation et d'utilisation des plantes entre les tribus et entre les villages étudiés. Le seuil de significativité statistique a été fixé à $p < 0,05$.

Pour faciliter l'interprétation des usages rapportés, chaque espèce a été affectée à une activité dominante à partir des déclarations des informateurs. Lorsque au moins 70 % des citations concernaient une activité répulsive, l'espèce était classée comme répulsive. De même, lorsqu'au moins 70 % des citations rapportaient une activité insecticide (destruction des moustiques), l'espèce était classée comme tueuse. Les espèces pour lesquelles aucune des deux activités n'atteignait ce seuil étaient considérées comme mixtes, traduisant un usage concomitant à des fins répulsives et insecticides. Le seuil de 70 % a été retenu afin d'identifier une tendance majoritaire suffisamment marquée dans les déclarations des informateurs, tout en limitant les classifications ambiguës des espèces présentant des usages multiples. Cette classification constitue une convention analytique adoptée pour la présente étude et ne reflète pas une validation expérimentale de l'activité biologique des espèces.

Les similarités floristiques entre tribus et entre villages ont été évaluées à l'aide de l'indice de Jaccard. Une classification hiérarchique ascendante (CHA) suivant la méthode UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) a ensuite été utilisée pour établir les dendrogrammes de similarité floristique. Les associations entre les organes végétaux, les modes de préparation et les modes d'utilisation des plantes anti-moustiques ont été visualisées à l'aide d'un diagramme en cordes (Chord Diagram).

L'ensemble des traitements statistiques et des représentations graphiques a été réalisé avec le logiciel R version 4.5.3 (R Core Team, 2024), en utilisant principalement les packages *vegan*, *readxl*, *pheatmap* et *circlize*.

III. RESULTATS

III.1. Caractéristiques sociodémographiques et connaissances des plantes anti-moustiques

Au total, 385 personnes ont participé à l'enquête ethnobotanique. Les hommes représentaient 57,9 % des répondants, contre 42,1 % de femmes (Tableau 1). La majorité des enquêtés appartenait à la tranche d'âge de 51-60 ans (55,3 %), suivie des personnes âgées de 61 ans et plus (22,3 %). Concernant le niveau d'instruction, les répondants ayant un niveau secondaire étaient les plus représentés (37,9 %), tandis que les personnes ayant un niveau supérieur demeuraient faiblement représentées (0,8 %).

Les connaissances relatives aux plantes utilisées contre les moustiques variaient selon certaines caractéristiques sociodémographiques des répondants. Une proportion plus importante d'hommes (91,5 %) déclarait connaître les plantes anti-moustiques que celle des femmes (58,0 %), et cette différence était statistiquement significative (test du chi carré, $p < 0,0001$).

L'âge apparaissait également comme un facteur influençant le niveau de connaissances sur les plantes anti-moustiques. Les proportions les plus élevées ont été observées chez les personnes âgées de 61 ans et plus (88,4 %), suivies de celles de la tranche d'âge de 51 à 60 ans (78,9 %). En revanche, les répondants âgés de 31 à 40 ans présentaient la proportion la plus faible de connaissances (31,6 %). Les variations observées entre les différentes classes d'âge étaient statistiquement significatives (test exact de Fisher, $p < 0,0001$).

Les résultats ont montré que le niveau d'étude n'avait pas d'influence sur la connaissance des plantes utilisées contre les moustiques dans le territoire de Madimba (test exact de Fisher, $p > 0,05$), bien que des proportions relativement élevées aient été enregistrées dans la plupart des catégories.

Tableau 1. Relation entre les caractéristiques sociodémographiques des répondants et la connaissance des plantes anti-moustiques

Variables	Catégorie	Effectif	Connaissance des plantes	
		n (%)	Oui, n (%)	Non, n (%)
Genre	Femelle	162 (42,1)	94 (58,0)	68 (42,0)
	Mâle	223 (57,9)	204 (91,5)	19 (8,5)
Âge (ans)	≤ 30	17 (4,4)	14 (82,4)	3 (17,6)
	31–40	19 (4,9)	6 (31,6)	13 (68,4)
	41–50	50 (13,0)	34 (68,0)	16 (32,0)
	51–60	213 (55,3)	168 (78,9)	45 (21,1)
	≥ 61	86 (22,3)	76 (88,4)	10 (11,6)
Niveau d'étude	Néant	114 (29,6)	92 (80,7)	22 (19,3)
	Primaire	88 (22,9)	62 (70,5)	26 (29,5)
	Secondaire	146 (37,9)	112 (76,7)	34 (23,3)
	Supérieur	3 (0,8)	3 (100)	0 (0)
	Universitaire	34 (8,8)	29 (85,3)	5 (14,7)

III.2. Caractéristiques floristiques et écologiques

III.2.1. Distribution taxonomique des espèces utilisées contre les moustiques

L'inventaire ethnobotanique a permis de recenser 28 espèces réparties dans 17 familles botaniques et 13 ordres (Tableau 2). La richesse spécifique est principalement concentrée dans les ordres des Fabales, des Lamiales et des Magnoliales, chacun regroupant quatre espèces, soit 14,29 % de l'ensemble des taxons recensés. Les Malvales occupent la deuxième position avec trois espèces (10,71 %), tandis que les autres ordres sont représentés par une ou deux espèces.

En termes de fréquence de citation, les Fabales apparaissent comme l'ordre le plus important avec 94 citations, correspondant à 26,55 % de l'ensemble des citations enregistrées. Ils sont suivis des Solanales (72 citations ; 20,34 %) et des Magnoliales (49 citations ; 13,84 %). Les Lamiales et les Laurales totalisent respectivement 31 citations (8,76 %) et 30 citations (8,47 %). Les autres ordres présentent des fréquences de citation plus faibles, généralement inférieures à 6 %.

Au niveau des familles, les Fabaceae constituent la famille la plus représentée avec quatre espèces (14,29 %) et 94 citations (26,55 %). Elles sont suivies des Annonaceae, également représentées par quatre espèces (14,29 %) et 49 citations (13,84 %). Les Solanaceae, bien que représentées par une seule espèce, enregistrent 72 citations, soit 20,34 % de l'ensemble des citations. Les Lamiaceae et les Verbenaceae regroupent chacune deux espèces et totalisent respectivement 15 citations (4,24 %) et 16 citations (4,52 %).

À l'inverse, plusieurs familles, notamment les Cucurbitaceae, les Cupressaceae, les Costaceae, les Meliaceae, les Burseraceae et les Myrtaceae, ne sont représentées que par une seule espèce et présentent de faibles fréquences de citation, inférieures à 3 % pour la plupart d'entre elles.

Tableau 2. Structure taxonomique des plantes utilisées contre les moustiques : richesse spécifique et fréquence de citation des ordres et familles botaniques

Ordres	Famille	N Familles	N Espèces	% Espèces	NC	FC (%)
Asterales		1	2	7,14	11	3,11
	Asteraceae		2	7,14	11	3,11
Araucariales		1	2	7,14	9	2,54
	Araucariaceae		2	7,14	9	2,54
Cucurbitales		1	1	3,57	6	1,69
	Cucurbitaceae		1	3,57	6	1,69
Fabales		1	4	14,29	94	26,55
	Fabaceae		4	14,29	94	26,55
Lamiales		2	4	14,29	31	8,76
	Lamiaceae		2	7,14	15	4,24
	Verbenaceae		2	7,14	16	4,52
Laurales		1	1	3,57	30	8,47
	Lauraceae				30	8,47
Magnoliales		1	4	14,29	49	13,84
	Annonaceae		4	14,29	49	13,84
Malvales		2	3	10,71	18	5,08
	Malvaceae		2	7,14	14	3,95
	Myrtaceae		1	3,57	4	1,13
Pinales		1	1	3,57	4	1,13
	Cupressaceae		1	3,57	4	1,13
Poales		1	2	7,14	9	2,54
	Poaceae		2	7,14	9	2,54
Sapindales		3	3	10,71	20	5,65
	Burseraceae		1	3,57	8	2,26
	Meliaceae		1	3,57	1	0,28
	Simaroubaceae		1	3,57	11	3,11
Solanales		1	1	3,57	72	20,34
	Solanaceae		1	3,57	72	20,34
Zingiberales		1	1	3,57	5	1,41
	Costaceae		1	3,57	5	1,41

III.2.2. Caractéristiques écologiques des plantes

La répartition des espèces selon les principaux paramètres écologiques (types biologiques, types morphologiques, types de diaspores et types d'habitats) est présentée à la figure 2.

L'analyse des types biologiques montre une forte dominance des phanérophyles, qui représentent 75 % des espèces recensées (Figure 2B). Les thérophytes viennent en deuxième position avec 11 %, suivis des hémicryptophytes (7 %). Les géophytes et les chaméphytes restent faiblement représentés avec 4 % et 3 % respectivement.

Concernant les types morphologiques, les arbres constituent le groupe le plus représenté avec 46 % des espèces inventoriées (Figure 2A). Les herbes représentent 25 % des

espèces, suivies des sous-arbustes (14 %) et des arbustes (11 %). Les herbes lianescentes ne représentent que 4 % des espèces recensées.

La répartition des espèces selon les types de diaspores révèle une prédominance des sarcochores (32 %), suivie des barochores (29 %), des ballochores (18 %) et des ptérochores (14 %). Les sclérochores demeurent les moins représentés avec 7 % des espèces (Figure 2C).

Les espèces recensées proviennent majoritairement des milieux cultivés, qui regroupent 43 % des taxons inventoriés (Figure 2D). Les espèces forestières représentent 29 % des espèces recensées, tandis que les milieux rudéraux et les savanes contribuent chacun à hauteur de 14 %.

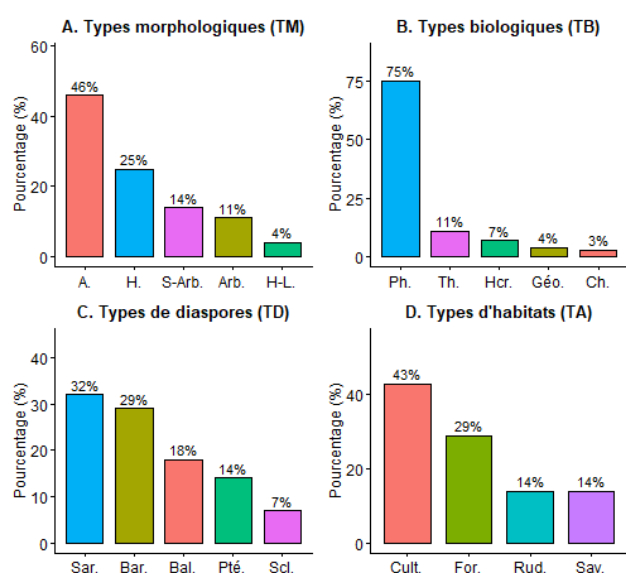


Figure 2. Répartition des espèces utilisées contre les moustiques selon les caractéristiques écologiques

Légende : A. = Arbres ; H. = Herbes ; Arb. = Arbustes ; S-Arb. = Sous-arbustes ; H-L. = Herbes lianescentes ; Ph = Phanérophytes ; Th = Thérophytes ; Hcr. = Hémicryptophytes ; Géo. = Géophytes ; Ch. = Chaméphytes ; Sar. = Sarcochores ; Bar. = Barochores ; Bal. = Ballochores ; Pté. = Ptérochores ; Scl. = Sclérochores ; Cult. = Culture ; For. = Forêt ; Rud. = Rudérale ; Sav. = Savane.

III.2.3. Distribution phytogéographique

La répartition phytogéographique des espèces montre une dominance des taxons à très large distribution. Les espèces paléotropicales (Pal) et pantropicales (Pan) représentent chacune 28,6 % des espèces recensées (Figure 3). Les espèces guinéo-congolaises (GC) occupent la troisième position avec 25 %, tandis que les espèces afro-tropicales (AT) représentent 14,30 % des taxons inventoriés. Les

espèces centro-guinéo-congolaises (CGC) demeurent faiblement représentées, représentant 3,6 % des espèces.

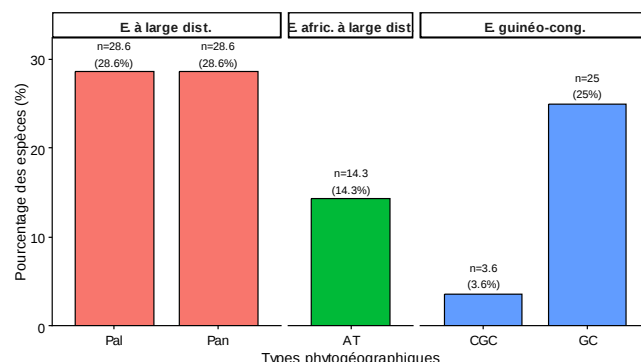


Figure 3. Répartition des espèces selon la distribution phytogéographique

Légende : Pal = Paléotropical, Pan = Pantropical, AT = Afro-tropical, CGC = Centro-guinéo-congolaise, GC = Guinéo-congolaise.

III.3. Usage ethnobotaniques des plantes

III.3.1. Parties utilisées, modes de préparation et modes d'utilisation des plantes

La figure 4 illustre les associations entre les organes végétaux, les modes de préparation et d'utilisation des plantes anti-moustiques recensées dans la zone d'étude. La largeur des liens reflète la fréquence des différentes combinaisons rapportées par les informateurs.

Le diagramme en cordes met en évidence une forte prédominance des feuilles (74,29 % des citations) dans les pratiques ethnobotaniques recensées. L'association feuilles, combustion et fumigation représente à elle seule 45,91 % de l'ensemble des citations, constituant de loin la combinaison la plus fréquemment rapportée. La seconde association la plus importante est celle des feuilles préparées par macération puis utilisées en pulvérisation, qui totalise 23,32 % des citations.

Les écorces occupent la deuxième place parmi les organes les plus utilisés. Leur utilisation est principalement associée à la combustion suivie de la fumigation, avec 14,18 % des citations. En revanche, les décoctions d'écorces destinées au bain du corps restent marginales (0,24 %).

La combustion apparaît comme le mode de préparation dominant, étant impliquée dans 66,82 % des citations totales. Cette méthode est principalement destinée à la fumigation, qui constitue le mode d'utilisation le plus fréquent avec 66,82 % des citations. Cette prédominance suggère que les populations locales privilégient la production de fumée comme stratégie de répulsion des moustiques.

La macération représente le deuxième mode de préparation le plus important (31,26 % des citations). Elle est principalement associée à la pulvérisation (31,02 %), notamment à partir des feuilles (23,32 %), des graines (4,09 %) et des fleurs (3,61 %). L'application directe des macérations est très rarement mentionnée (0,24 %).

Les graines contribuent à 5,05 % des citations, principalement sous forme de macération suivie de pulvérisation (4,09 %). Les fleurs représentent 3,85 % des citations, dont la majorité est également liée à la macération et à la pulvérisation (3,61 %). Les fruits sont exclusivement utilisés par combustion et fumigation (3,13 %).

Les racines (1,20 %) et la sève (1,20 %) sont faiblement représentées dans les pratiques recensées. Les racines sont utilisées soit par combustion et fumigation (0,96 %), soit par décoction et bain du corps (0,24 %), tandis que la sève est exclusivement employée par combustion suivie de fumigation (1,20 %).

Enfin, la plante entière représente 1,68 % des citations. Son utilisation est principalement associée à la plantation sans préparation préalable (1,44 %), indiquant que certaines espèces sont cultivées autour des habitations afin de repousser naturellement les moustiques.

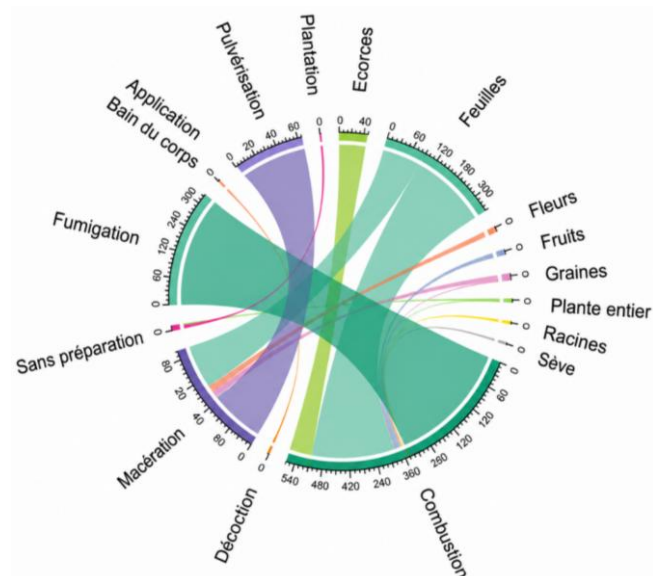


Figure 4. Diagramme en cordes illustrant les associations entre les organes végétaux, les modes de préparation et les modes d'utilisation des plantes

III.3.2. Importance ethnobotanique des espèces anti-moustiques

Les indices ethnobotaniques calculés révèlent une variation importante du niveau de citations et de l'importance des

espèces utilisées contre les moustiques dans la zone d'étude (Tableau 3).

Tableau 3. Principaux indices d'importance ethnobotanique des espèces anti-moustiques recensées

Espèces	Noms vern.	NC	FC (%)	IC	VU	VAU
<i>Agathis dammara</i> (Lamb.) Rich. & A. Rich.	-	4	0,962	0,007	0,500	0,003
<i>Annona muricata</i> L.	Mbundungombi	16	3,846	0,037	0,182	0,007
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Kilolo	11	2,644	0,023	1,286	0,030
<i>Anonidium mannii</i> (Oliv.) Engl. & Diels	Mungeni, Mobe	2	0,481	0,003	3,000	0,010
<i>Araucaria bidwillii</i> Hook.	-	12	2,885	0,027	0,125	0,003
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Neem	3	0,721	0,007	3,000	0,020
<i>Brucea javanica</i> (L.) Merr.	Diniokanioka	16	3,846	0,040	0,500	0,020
<i>Cananga odorata</i> (Lam.) Hook.f. & Thom.	-	45	10,817	0,097	0,069	0,007
<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	Kibidi	8	1,923	0,027	0,750	0,020
<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl	Arbre du bonheur	42	10,096	0,101	0,267	0,027
<i>Cogniauxia podolaena</i> Baill.	Kisakamba	6	1,442	0,017	1,400	0,023
<i>Cola acuminata</i> (P.Beauv.) Schott & Endl.	Kasu	11	2,644	0,037	0,909	0,034
<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) E.Walker.	Fumu di kiula	4	0,962	0,013	1,750	0,023
<i>Costus lucanusianus</i> J.Braun & K.Schum.	Munkeni	5	1,202	0,017	0,800	0,013
<i>Cupressus</i> sp.	Sapin	4	0,962	0,013	0,250	0,003
<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.	Sinda	5	1,202	0,017	2,000	0,034
<i>Cymbopogon densiflorus</i> (Steud.) Stapf.	Lusangusangu	4	0,962	0,013	0,250	0,003
<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	-	4	0,962	0,013	1,250	0,017
<i>Lantana camara</i> L.	Landani	8	1,923	0,013	1,250	0,017
<i>Lippia multiflora</i> Moldenke	Mbulukutu	10	2,404	0,034	0,700	0,023
<i>Milletia drastica</i> Welw. ex Baker.	Mbuengi	4	0,962	0,013	0,250	0,003
<i>Milletia versicolor</i> Welw. ex Baker.	Mbota	3	0,721	0,010	3,000	0,030
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Fumu	80	19,231	0,221	0,045	0,010
<i>Ocimum basilicum</i> L.	Dizulu	10	2,404	0,034	1,100	0,037
<i>Ocimum gratissimum</i> L.	Dinsusu nsusu	5	1,202	0,017	2,000	0,034
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Bawu-bawu	5	1,202	0,017	0,600	0,010
<i>Tephrosia vogelii</i> Hook.f.	Bualu	82	19,712	0,258	0,026	0,007
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A. Gray.	Nkadi nkadi	7	1,683	0,023	0,286	0,007

Légende : NC = nombre de citations ; FC = fréquence de citation ; IC = indice de consensus des informateurs ; VU = valeur d'usage ; VAU = valeur d'accord d'utilisation.

Les espèces les plus fréquemment citées sont *Tephrosia vogelii* (19,71 %) et *Nicotiana tabacum* (19,23 %), suivies de *Cananga odorata* (10,81 %) et *Cinnamomum verum* (10,09 %).

Ces espèces présentent également les valeurs les plus élevées de consensus des informateurs (IC), avec respectivement 0,258 ; 0,221 ; 0,097 et 0,101.

Les valeurs d'usage les plus élevées sont observées chez *Millettia versicolor*, *Azadirachta indica* et *Anonidium mannii*, avec une VU égale à 3 et des valeurs d'accord d'utilisation (VAU) de 0,030 ; 0,020 et 0,010 respectivement (Tableau 2). Des valeurs relativement importantes sont également enregistrées chez *Cymbopogon citratus* et *Ocimum gratissimum* (VU = 2 ; VAU = 0,034), ainsi que chez *Conyza sumatrensis* (VU = 1,75 ; VAU = 0,023) et *Cogniauxia podolaena* (VU = 1,4 ; VAU = 0,023).

En revanche, les espèces telles que *Nicotiana tabacum*, *Tephrosia vogelii* et *Cananga odorata* ont présenté des fréquences de citation élevées mais leurs valeurs d'usage individuelles restent faibles. D'autres espèces, notamment *Agathis dammara*, *Cymbopogon densiflorus* et *Millettia drastica*, affichent de faibles valeurs, tant pour les citations que pour les indices ethnobotaniques calculés.

III.3.3. Perception des activités anti-moustiques des plantes par les enquêtés

Les espèces inventoriées présentent majoritairement des activités répulsives contre les moustiques (Tableau 4). Parmi les 28 espèces recensées, 19 espèces (67,86 %) sont principalement utilisées pour éloigner les moustiques. Les espèces à activité mixte, combinant des effets répulsifs et tueurs, représentent 6 espèces (21,43 %), tandis que seulement 3 espèces (10,71 %) sont principalement utilisées pour tuer les moustiques.

Tableau 4. Répartition des espèces selon le type d'activité anti-moustique rapportée par les informateurs

Espèces	Nom vernaculaire	Répulsive n (%)	Tueuse n (%)	Total des citations	Activité dominante
<i>Agathis dammara</i>	–	2 (50,0)	2 (50,0)	4	Mixte
<i>Annona muricata</i>	Mbundungo mbi	8 (50,0)	8 (50,0)	16	Mixte
<i>Annona senegalensis</i>	Kilolo	8 (72,7)	3 (27,3)	11	Répulsive
<i>Anonidium mannii</i>	Mungeni, Mobe	1 (50,0)	1 (50,0)	2	Mixte
<i>Araucaria bidwillii</i>	–	8 (66,7)	4 (33,3)	12	Mixte

<i>Azadirachta indica</i>	Neem	1 (33,3)	2 (66,7)	3	Mixte
<i>Brucea javanica</i>	Diniokanioka	12 (75,0)	4 (25,0)	16	Répulsive
<i>Cananga odorata</i>	–	30 (66,7)	15 (33,3)	45	Mixte
<i>Canarium schweinfurthii</i>	Kibidi	8 (100)	0 (0)	8	Répulsive
<i>Cinnamomum verum</i>	Arbre du bonheur	30 (71,4)	12 (28,6)	42	Répulsive
<i>Cogniauxia podolaena</i>	Kisakamba	6 (100)	0 (0)	6	Répulsive
<i>Cola acuminata</i>	Kasu	10 (90,9)	1 (9,1)	11	Répulsive
<i>Conyza sumatrensis</i>	Fumu di kiula	4 (100)	0 (0)	4	Répulsive
<i>Costus lucanusius</i>	Munkeni	5 (100)	0 (0)	5	Répulsive
<i>Cupressus sp.</i>	Sapin	4 (100)	0 (0)	4	Répulsive
<i>Cymbopogon citratus</i>	Sinda	5 (100)	0 (0)	5	Répulsive
<i>Cymbopogon densiflorus</i>	Lusangusangu	4 (100)	0 (0)	4	Répulsive
<i>Eucalyptus citriodora</i>	–	4 (100)	0 (0)	4	Répulsive
<i>Lantana camara</i>	Landani	6 (75,0)	2 (25,0)	8	Répulsive
<i>Lippia multiflora</i>	Mbulukutu	3 (30,0)	7 (70,0)	10	Tueuse
<i>Millettia drastica</i>	Mbuengi	4 (100)	0 (0)	4	Répulsive
<i>Millettia versicolor</i>	Mbota	3 (100)	0 (0)	3	Répulsive
<i>Nicotiana tabacum</i>	Fumu	60 (75,0)	20 (25,0)	80	Répulsive
<i>Ocimum basilicum</i>	Dizulu	10 (100)	0 (0)	10	Répulsive
<i>Ocimum gratissimum</i>	Dinsusu nsusu	5 (100)	0 (0)	5	Répulsive
<i>Senna alata</i>	Bawu-bawu	0 (0)	5 (100)	5	Tueuse
<i>Tephrosia vogelii</i>	Bualu	5 (6,1)	77 (93,9)	82	Tueuse
<i>Tithonia diversifolia</i>	Nkadi nkadi	7 (100)	0 (0)	7	Répulsive

Légende : L'activité dominante correspond à la catégorie d'usage rapportée par au moins 70 % des informateurs. Les espèces principalement utilisées pour éloigner les moustiques ont été classées comme **répulsives**, tandis que celles principalement employées pour les tuer ont été considérées comme **tueuses (insecticides)**. Les espèces pour lesquelles aucun de ces deux usages n'atteignait ce seuil ont été classées comme **mixtes**, traduisant une utilisation à la fois répulsive et insecticide.

Plusieurs espèces citées par les informateurs possèdent une activité répulsive remarquable. Il s'agit de *Nicotiana tabacum* (75 %, 60 citations), *Cinnamomum verum* (71,4 %, 30 citations), *Brucea javanica* (75 %, 12 citations) et *Cola acuminata* (90,9 %, 10 citations). Certaines espèces, notamment *Canarium schweinfurthii*, *Conyza sumatrensis*, *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Ocimum*

basilicum et *Tithonia diversifolia* sont exclusivement mentionnées comme répulsives.

Trois espèces sont principalement rapportées par les informateurs pour leurs propriétés insecticides : *Tephrosia vogelii* (93,9 % des citations), *Lippia multiflora* (70 % des citations) et *Senna alata* (100 % des citations).

Certaines espèces, telles que *Agathis dammara*, *Annona muricata* et *Anodium mannii*, présentent une activité mixte. De même, *Cananga odorata* et *Araucaria bidwillii* ont été classées comme espèces à activité mixte, bien qu'une tendance vers une activité répulsive soit observée dans les citations recueillies.

III.4. Analyse des similarités floristiques

III.4.1. Similarité entre tribus

Le dendrogramme issu de la classification hiérarchique basée sur l'indice de similarité de Jaccard révèle une structuration différenciée des connaissances relatives à l'utilisation des plantes à propriétés anti-moustiques entre les tribus étudiées (Figure 5). Deux principaux groupes se distinguent.

Le premier rassemble les tribus Mbeko et Ntandu, qui présentent la plus forte similarité floristique, avant d'être rejointes par la tribu Ndibu. Le second groupe associe les tribus Dikidiki et Yombe, caractérisées elles aussi par une forte proximité, puis intègre le sous-groupe constitué des tribus Mbata et Manianga.

A l'inverse, la tribu Nkanu se distingue nettement des autres en ne rejoignant le dendrogramme qu'à un niveau de distance plus élevé, traduisant une composition floristique plus spécifique. Globalement, les distances observées témoignent d'une similarité faible à modérée dans les connaissances ethnobotaniques relatives aux plantes anti-moustiques entre les différentes tribus.

Les valeurs les plus élevées de l'indice de similarité de Jaccard (ISJ) ont été enregistrées entre les tribus Dikidiki et Yombe (ISJ = 0,571), Mbata et Manianga (ISJ = 0,500), ainsi qu'entre Mbata et Yombe (ISJ = 0,500), indiquant des convergences significatives dans les espèces végétales utilisées.

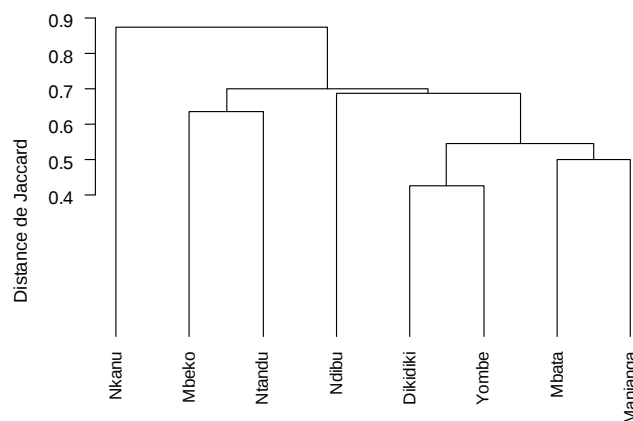


Figure 5. Dendrogramme de similarité floristique des tribus basé sur l'indice de Jaccard (Méthode UPGMA)

III.4.2. Similarité entre villages

Le dendrogramme obtenu à partir de l'indice de similarité de Jaccard met en évidence une structuration hétérogène des connaissances relatives à l'utilisation des plantes anti-moustiques entre les villages étudiés (Figure 6). Deux principaux groupes se dégagent.

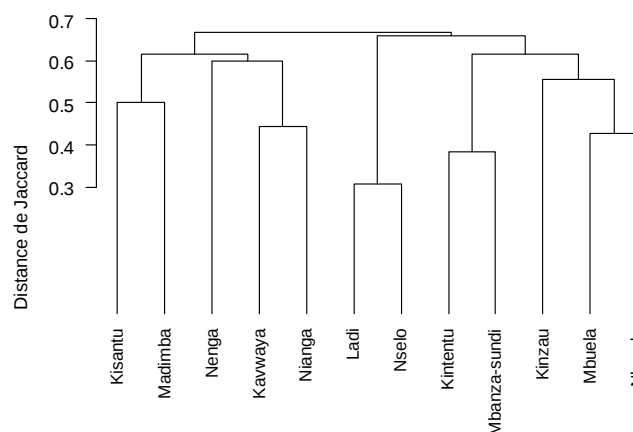


Figure 6. Dendrogramme de similarité floristique des villages basé sur l'indice de Jaccard (Méthode UPGMA)

Le premier regroupe les villages Kisantu et Madimba, qui présentent la plus forte similarité au sein de ce groupe, auxquels se rattachent successivement Nenga, puis le sous-groupe constitué de Kawwaya et Nianga. Le second ensemble associe d'abord les villages Ladi et Nselo, avant d'intégrer Kintetu et Mbanza Nsundi. Les villages Kinzau, Mbuela et Nkandu forment également un sous-groupe caractérisé par une forte proximité floristique. Les deux groupes ne fusionnent qu'à un niveau de distance relativement élevé sur le dendrogramme.

Les coefficients de similarité les plus élevés ont été observés entre Ladi et Nselo (ISJ = 0,692), Kintetu et Mbanza Nsundi (0,615), Mbuela et Nkandu (0,571), Kawwaya et Nianga (0,556), Nselo et Nenga (0,529), Nselo et Nkandu (0,529),

Kisantu et Kavwaya (0,524), ainsi qu'entre Nkandu et Kavwaya, Nkandu et Kintetu, Mbuela et Kinzau, et Madimba et Kisantu (0,500 respectivement).

III.5. Variabilité des pratiques de préparation et d'utilisation des plantes anti-moustiques

III.5.1. Variation des modes de préparation des plantes selon les tribus

La combustion directe est le mode de préparation des plantes anti-moustiques le plus fréquemment cité dans l'ensemble des tribus enquêtées (Figure 7). Elle représente plus de 70 % des citations dans la plupart des tribus et atteint 100 % chez les Nkanu et les Yombe. La macération constitue le deuxième mode de préparation, avec des proportions plus élevées chez les Ntandu (38,5 %), les Ndibu (31,2 %), les Manianga (30,4 %) et les Mbeko (26,2 %). La décoction est rarement mentionnée et n'a été rapportée que chez les Mbeko (1,6 %). Le test exact de Fisher n'a révélé aucune différence statistiquement significative entre les tribus quant aux modes de préparation des plantes anti-moustiques ($p = 0,091$).

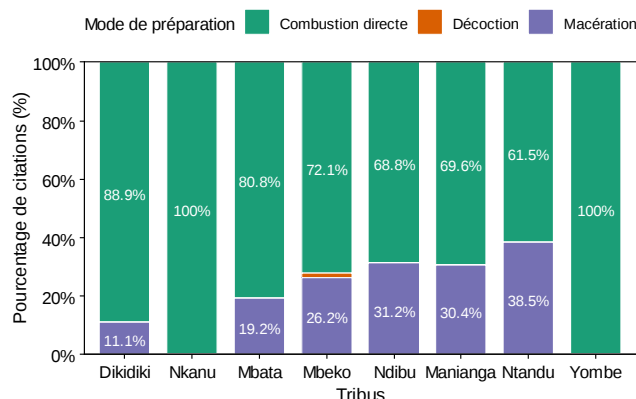


Figure 7. Répartition des modes de préparation des plantes anti-moustiques selon les tribus enquêtées.

III.5.2. Variation des modes d'utilisation des plantes selon les tribus

La fumigation constitue le principal mode d'utilisation des plantes anti-moustiques dans l'ensemble des tribus enquêtées (Figure 8). Elle représente plus de 65 % des citations dans la plupart des tribus et atteint 100 % chez les Nkanu et les Yombe. La pulvérisation est le deuxième mode d'utilisation le plus fréquemment rapporté, avec des proportions plus élevées chez les Ntandu (38,5 %), les Ndibu (31,2 %), les Manianga (30,4 %) et les Mbeko (25,4 %). La plantation des arbres autour des parcelles est peu mentionnée et n'a été rapportée que chez les Mbata (7,7 %), les Ndibu (3,1 %), les Mbeko (0,8 %) et les Ntandu (0,6 %). L'application et le bain du corps sont exceptionnels, ces deux modes n'ayant été cités que chez les Mbeko (0,8 % et 1,6 %, respectivement). Le test exact de Fisher ne met pas en évidence de différence

statistiquement significative des modes d'utilisation des plantes entre les tribus enquêtées ($p = 0,083$).

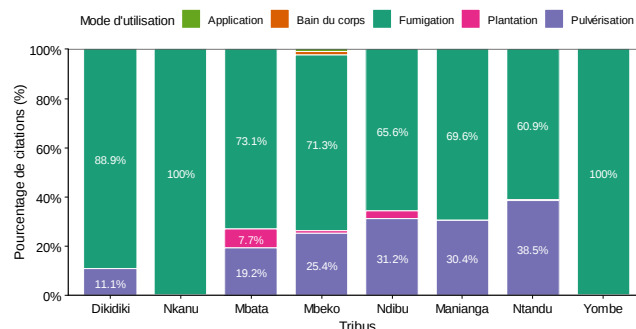


Figure 8. Répartition des modes d'utilisation des plantes anti-moustiques selon les tribus enquêtées.

IV. DISCUSSION

Dans l'ensemble, la flore utilisée contre les moustiques dans le territoire de Madimba est dominée par un nombre restreint de familles et d'ordres concentrant l'essentiel des espèces recensées et des citations enregistrées, tandis qu'un ensemble plus large de groupes taxonomiques demeure faiblement représenté.

IV.1. Déterminants sociodémographiques des connaissances anti-moustiques

Les résultats de cette étude révèlent une prédominance des hommes et des personnes âgées parmi les détenteurs de connaissances relatives aux plantes anti-moustiques. Ces observations ont été rapportées dans plusieurs travaux (Shibeshi *et al.*, 2024 ; Yolidje *et al.*, 2020 ; Youmsi *et al.*, 2017). Dans de nombreuses communautés rurales, les hommes sont souvent plus impliqués dans les activités agricoles, la collecte des ressources végétales et certaines pratiques traditionnelles de lutte contre les insectes, ce qui pourrait expliquer leur niveau relativement élevé de connaissances. D'autres études ethnobotaniques menées en Afrique ont également montré que la maîtrise des plantes répulsives ou insecticides varie selon le sexe, l'âge, l'expérience individuelle et le contexte socioculturel des populations enquêtées (Youmsi *et al.*, 2017). La forte représentation des personnes âgées parmi les détenteurs de connaissances rejoint les observations d'Ilumbe *et al.* (2014), qui soulignent que les savoirs ethnobotaniques sont généralement conservés par les générations les plus avancées en âge, grâce à l'accumulation progressive des expériences et des pratiques culturelles au fil du temps. La faible proportion de connaissances observée chez certains groupes plus jeunes pourrait expliquer un affaiblissement progressif de la transmission intergénérationnelle des savoirs traditionnels, phénomène déjà rapporté dans plusieurs régions d'Afrique subsaharienne (Ilumbe *et al.*, 2014 ; Tugume *et al.*, 2016).

L'absence de différence significative entre les niveaux d'étude et la connaissance des plantes anti-moustiques montre que ces savoirs proviennent principalement de l'apprentissage communautaire et familial, plutôt que de l'école. Des études similaires en RDC et dans d'autres pays tropicaux ont aussi montré que ces connaissances restent très ancrées dans les traditions locales (Ngbolua *et al.*, 2023).

IV.2. Diversité floristique et importance des familles botaniques

Dans cette étude, 28 espèces végétales appartenant à 17 familles ont été identifiées comme étant utilisées dans la lutte contre les moustiques dans la zone d'étude. Ces résultats sont similaires à ceux de Yolidje *et al.* (2020), qui ont également recensé 28 espèces végétales utilisées dans la lutte contre les moustiques au Niger. Cependant, ils diffèrent de ceux rapportés par Pavela et Benelli (2016), qui ont recensé un nombre plus élevé de plantes insectifuges.

Parmi les espèces végétales répertoriées, les familles des *Fabaceae* et des *Annonaceae* sont les plus représentées. La prédominance des *Fabaceae* observée dans cette étude est fréquemment rapportée dans plusieurs travaux ethnobotaniques africains portant sur les plantes à potentiel insecticide ou médicinal (Shibeshi *et al.*, 2024 ; Stevenson *et al.*, 2017). Cette importance pourrait refléter la disponibilité de ces espèces dans la zone d'étude ainsi que la transmission des connaissances traditionnelles associées à leurs usages. Toutefois, les usages répulsifs ou insecticides rapportés dans la présente étude reposent sur les déclarations des informateurs et ne constituent pas une preuve expérimentale de leur efficacité biologique.

Les plantes les plus fréquemment mentionnées dans cette étude sont *Tephrosia vogelii* et *Nicotiana tabacum*, avec respectivement 19,71 % et 19,23 % des citations. Des résultats similaires ont été rapportés par Nyirenda *et al.* (2011) au Malawi et en Zambie, ainsi que par Didolanvi *et al.* (2025) au Bénin, qui ont signalé l'importance ethnobotanique de *Tephrosia vogelii* dans la lutte contre les insectes. Toutefois, alors que ces auteurs en décrivent principalement l'utilisation comme pesticide agricole, notre étude rapporte son emploi traditionnel dans la lutte contre les moustiques.

Les résultats de la présente étude sont également en accord avec les travaux de Mikolo et Mananga (2020) menés en République du Congo, où *Nicotiana tabacum* figurait parmi les plantes les plus utilisées contre les moustiques. La convergence de ces observations dans deux contextes géographiquement proches renforce l'idée d'une diffusion régionale des connaissances ethnobotaniques relatives à l'utilisation de cette espèce dans la lutte antivectorielle.

Deux autres espèces fréquemment citées par les informateurs sont *Cananga odorata* (10,8 % des citations) et *Cinnamomum verum* (10,0 % des citations). Bien que ces espèces soient rarement mentionnées dans les enquêtes ethnobotaniques consacrées spécifiquement aux plantes anti-moustiques, elles occupent une place importante dans plusieurs systèmes de médecine traditionnelle. *Cananga odorata* est largement documentée pour ses usages médicinaux et aromatiques dans diverses communautés locales (Rahmawati *et al.*, 2024). Par ailleurs, les huiles essentielles et extraits issus de *Cananga odorata* et de *Cinnamomum verum* ont fait l'objet de nombreuses études évaluant leurs activités biologiques contre différents stades de développement des moustiques, notamment les œufs, les larves et les adultes. La fréquence élevée de citation de ces espèces dans notre étude suggère que les connaissances locales pourraient refléter des propriétés bioactives déjà reconnues expérimentalement, soulignant leur potentiel comme ressources végétales prometteuses pour le développement d'approches alternatives de lutte antivectorielle.

IV.3. Profil écologique des plantes utilisées contre les moustiques

La prédominance des phanérophytes et des arbres traduit l'importance des espèces ligneuses dans les pratiques locales de lutte contre les moustiques. Ce résultat est proche de celui rapporté par Youmsi *et al.* (2017), qui ont recensé au Cameroun plusieurs espèces ligneuses utilisées comme répulsifs contre les insectes. Cette tendance est souvent observée dans les études ethnobotaniques tropicales, les espèces ligneuses étant généralement disponibles toute l'année et facilement accessibles dans les paysages ruraux et agroforestiers (Tugume *et al.*, 2016).

La prédominance des sarcochores et des barchores pourrait être liée à la forte représentation des espèces ligneuses et fruitières utilisées dans la lutte contre les moustiques sur le territoire de Madimba.

Plusieurs plantes utilisées par les informateurs proviennent de milieux cultivés. Cette observation suggère que les populations privilégient les plantes facilement accessibles à proximité des habitations et des champs. Cette accessibilité revêt une importance particulière dans une perspective de valorisation locale, car les plantes cultivées peuvent être mobilisées plus rapidement par les ménages que les espèces strictement forestières.

Ce résultat rejoint les observations de plusieurs travaux menés en Afrique centrale montrant que les espaces anthropisés jouent un rôle majeur dans l'approvisionnement

des populations en plantes médicinales et utilitaires (Pathy *et al.*, 2021).

La dominance des espèces pantropicales et paléotropicales montre que les plantes utilisées contre les moustiques appartiennent majoritairement à des taxons largement distribués et bien adaptés aux conditions écologiques tropicales. Cette tendance pourrait favoriser leur disponibilité continue dans différents milieux écologiques du territoire étudié.

IV.4. Parties utilisées et modes locaux de préparation et d'utilisation des plantes

Les feuilles constituent la partie végétale la plus utilisée dans les recettes anti-moustiques. Ce résultat est largement rapporté dans la littérature ethnobotanique africaine (Kweka *et al.*, 2008 ; Nyasvisvo *et al.*, 2024). L'utilisation préférentielle des feuilles pourrait s'expliquer par leur disponibilité tout au long de l'année ainsi que par leur facilité de récolte.

La prédominance de la combustion directe et de la fumigation comme principaux modes de préparation et d'utilisation montre que les populations locales privilégient des méthodes favorisant la diffusion rapide des substances odorantes et fumigènes à l'intérieur des habitations. Le recours aux fumées végétales pour éloigner les moustiques constitue en effet une pratique largement répandue dans les ménages ruraux africains, notamment parce qu'elle ne requiert aucun équipement particulier (Waka *et al.*, 2004 ; Yolidje *et al.*, 2020). La pulvérisation, qui constitue la seconde forme d'utilisation observée dans cette étude, traduit une adaptation des savoirs traditionnels vers des pratiques plus proches des usages domestiques modernes.

IV.5. Espèces à forte importance ethnobotanique et potentiel biopesticide

Tephrosia vogelii et *Nicotiana tabacum* se distinguent par leurs fréquences de citation élevées, ce qui traduit leur forte reconnaissance locale. Leur importance ethnobotanique est cohérente avec leur réputation comme plantes à propriétés insecticides. *Tephrosia vogelii* est bien connue pour sa richesse en rotenoïdes, notamment la roténone, reconnue pour ses propriétés insecticides (Stevenson *et al.*, 2017), tandis que *Nicotiana tabacum* est connue pour ses alcaloïdes, dont la nicotine, historiquement associés à des effets insecticides.

La présence de *Cymbopogon citratus*, *Ocimum basilicum*, *Ocimum gratissimum*, *Lippia multiflora* et *Eucalyptus citriodora* est également remarquable, ces espèces étant reconnues pour produire des huiles essentielles riches en

composés volatils à activité répulsive, notamment le citronellal, l'eugénol et le cinéole (Kweka *et al.*, 2008 ; Nerio *et al.*, 2010 ; Maia & Moore, 2011).

La prédominance des espèces utilisées comme répulsifs par rapport à celles employées comme insecticides suggère que les populations locales privilégient davantage les stratégies visant à éloigner les moustiques plutôt qu'à les éliminer directement. Cette tendance pourrait s'expliquer par la simplicité des techniques de fumigation ainsi que par l'accessibilité des plantes traditionnellement utilisées comme répulsifs. Ces résultats s'inscrivent aussi dans la continuité des travaux de Kweka *et al.* (2008) en Tanzanie et de Youmsi *et al.* (2017) au Cameroun, qui ont documenté l'usage de plantes locales comme répulsifs contre les moustiques dans des zones de transmission du paludisme.

Par ailleurs, la distinction entre espèces répulsives, insecticides et mixtes constitue une information importante pour l'orientation des travaux futurs. Les espèces exclusivement ou majoritairement répulsives pourraient être prioritairement destinées à des tests de répulsion, tandis que les espèces à forte activité insecticide, notamment *Tephrosia vogelii*, *Senna alata* et *Lippia multiflora*, mériteraient des bioessais larvicides ou adulticides approfondis.

Certaines espèces présentent une valeur d'usage élevée malgré un nombre de citations relativement faible, notamment *Milletia versicolor*, *Azadirachta indica* et *Anodium mannii*. Ce résultat indique que ces espèces sont associées à plusieurs formes d'utilisation par les informateurs les ayant citées, mais leur faible fréquence de citation invite à interpréter leur importance ethnobotanique avec prudence. À l'inverse, *Tephrosia vogelii*, *Nicotiana tabacum*, *Cananga odorata* et *Cinnamomum verum* présentent les fréquences de citation et les indices de consensus les plus élevés, ce qui traduit une reconnaissance plus large au sein des communautés enquêtées. Ces espèces figurent parmi les plantes les plus étudiées pour leurs propriétés répulsives et insecticides contre les moustiques vecteurs (Pavela & Benelli, 2016 ; Isman, 2006).

IV.6. Similarités floristiques entre tribus et villages

Les analyses de similarité floristique montrent que les différentes tribus et villages partagent en partie leurs connaissances ethnobotaniques. Plusieurs communautés utilisent certaines espèces en commun, mais chaque groupe garde aussi un ensemble particulier de plantes contre les moustiques. Les ressemblances entre les Dikidiki et les Yombe, ainsi qu'entre les Mbata et les Manianga, pourraient s'expliquer par leur proximité géographique, leurs échanges socioculturels ou des conditions écologiques similaires favorisant la disponibilité des mêmes espèces végétales. En

revanche, les Nkanu présentent une composition floristique plus distincte, ce qui pourrait refléter un certain isolement géographique ou culturel par rapport aux autres groupes étudiés.

Plusieurs villages, notamment Ladi et Nselo ainsi que Kintentu et Mbanza-sundi, présentent des similarités floristiques relativement élevées. Cette situation pourrait s'expliquer par des échanges de connaissances traditionnelles, des pratiques culturelles communes ou une disponibilité comparable des ressources végétales.

En revanche, le village de Kinzau présente de faibles similarités avec certains villages tels que Madimba, Nenga et Nianga. Cette faible proximité floristique pourrait être liée à des différences dans la disponibilité locale des espèces végétales, aux pratiques culturelles propres à chaque communauté ou à une transmission différenciée des connaissances ethnobotaniques.

Ces différences montrent que les connaissances sur les plantes anti-moustiques dépendent fortement du contexte local. Elles soulignent également que les résultats ethnobotaniques obtenus dans une localité donnée ne peuvent être généralisés à l'ensemble du territoire sans tenir compte des spécificités culturelles, écologiques et floristiques propres à chaque communauté.

IV.7. Convergences des pratiques de préparation et d'utilisation des plantes anti-moustiques

Malgré la diversité des espèces végétales recensées entre les tribus, les modes de préparation et d'utilisation des plantes anti-moustiques apparaissent remarquablement homogènes. La combustion directe constitue le principal mode de préparation, tandis que la fumigation représente le mode d'utilisation dominant dans l'ensemble des tribus étudiées. Les tests exacts de Fisher n'ont mis en évidence aucune différence statistiquement significative entre les groupes, ce qui suggère que les pratiques de préparation et d'utilisation reposent sur un socle commun de connaissances traditionnelles à l'échelle du territoire de Madimba.

Cette homogénéité peut s'expliquer par les échanges historiques, les liens de parenté, les mariages intercommunautaires et les interactions quotidiennes entre les populations locales, qui favorisent la circulation des savoirs ethnobotaniques. Dans de nombreux contextes africains, les connaissances relatives à la prévention des piqûres de moustiques sont transmises oralement de génération en génération et dépassent souvent les frontières tribales. Ainsi, même lorsque les espèces végétales utilisées diffèrent selon les groupes, les techniques de préparation et les modalités d'administration demeurent relativement stables, car elles

répondent au même objectif : produire des fumées ou des composés volatils capables de repousser les moustiques.

La prédominance de la combustion directe suivie de la fumigation est cohérente avec les propriétés recherchées des plantes répulsives. La combustion favorise la libération de composés organiques volatils, notamment des terpènes et d'autres métabolites secondaires, dont plusieurs ont été reconnus pour leurs effets répulsifs à l'égard des moustiques. Cette pratique présente également l'avantage d'être simple, peu coûteuse et facilement réalisable à partir de ressources végétales disponibles localement, ce qui peut expliquer sa large adoption par les différentes communautés.

À l'inverse, la macération et la pulvérisation, bien que moins fréquentes, sont davantage représentées chez certaines tribus. Ces pratiques traduisent probablement une adaptation locale visant à appliquer directement les extraits végétaux sur le corps, les habitations ou leurs abords afin d'obtenir un effet répulsif plus prolongé. En revanche, la décoction, l'application directe sur la peau, les bains corporels et la plantation d'espèces répulsives restent marginales. Leur faible fréquence suggère qu'elles correspondent à des pratiques plus spécifiques ou à des usages ponctuels, plutôt qu'à des méthodes largement partagées au sein des communautés.

Ces résultats montrent que la variabilité des savoirs locaux réside davantage dans le choix des espèces végétales mobilisées que dans les procédés de préparation ou d'utilisation. Cette distinction est importante pour les recherches de valorisation des plantes anti-moustiques, car elle indique que les différences culturelles entre tribus concernent principalement la sélection des ressources végétales, alors que les stratégies de lutte contre les moustiques reposent sur des pratiques largement communes. Ces observations renforcent l'intérêt de concentrer les investigations phytochimiques et pharmacologiques sur les espèces les plus fréquemment citées, tout en tenant compte des particularités floristiques propres à chaque groupe culturel.

IV.8. Limites de l'étude

Cette étude présente certaines limites qu'il convient de prendre en compte dans l'interprétation des résultats. Premièrement, les données collectées reposent sur les déclarations des informateurs et reflètent donc les connaissances et pratiques locales rapportées, sans validation expérimentale directe des activités répulsives ou insecticides des plantes recensées. Deuxièmement, l'échantillonnage en boule de neige, bien qu'adapté à l'identification des détenteurs de savoirs ethnobotaniques, reste une méthode non probabiliste et ne permet pas de généraliser strictement

les résultats à l'ensemble de la population du territoire de Madimba. Troisièmement, les classifications des plantes comme répulsives, tueuses ou mixtes sont fondées sur les citations des répondants et non sur des tests biologiques contrôlés.

Des travaux complémentaires sont donc nécessaires pour confirmer le potentiel des espèces les plus citées. Ces recherches devraient inclure des analyses phytochimiques, des essais répulsifs, larvicides, adulticides et ovicides contre les moustiques vecteurs du paludisme, ainsi que des études toxicologiques et écotoxicologiques afin d'évaluer leur efficacité, leur innocuité et leur possibilité d'intégration dans des stratégies locales de lutte antivectorielle.

V. CONCLUSION

Cette étude a documenté les plantes utilisées contre les moustiques vecteurs du paludisme dans le territoire de Madimba et a mis en évidence un répertoire local de 28 espèces appartenant à 17 familles botaniques. Elle montre que les savoirs anti-moustiques restent fortement ancrés dans les communautés locales, avec une prédominance des feuilles comme organe utilisé et de la fumigation comme principal mode d'application.

Les espèces *Tephrosia vogelii*, *Nicotiana tabacum*, *Cananga odorata* et *Cinnamomum verum* se distinguent par leurs fréquences de citation élevées et par le consensus observé chez les informateurs. Ces espèces constituent ainsi des candidates prioritaires pour de futures investigations scientifiques.

Les résultats de cette étude fournissent une base ethnobotanique utile pour orienter la recherche sur des alternatives végétales aux insecticides de synthèse. Les prochaines étapes devraient porter sur des analyses phytochimiques, des essais anti-vectoriels contrôlés, notamment répulsifs, larvicides, adulticides et ovicides, ainsi que sur des études de sécurité, de toxicité et d'écotoxicité afin d'évaluer le potentiel réel des espèces les plus prometteuses dans la lutte antivectorielle.

REFERENCES

1. Angiosperm Phylogeny Group. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1-20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
2. CAID. (2015). Profil du territoire de Madimba. Cellule d'Analyses des Indicateurs de Développement, Primature de la République

Démocratique du Congo. CAID - Cellule d'Analyses des Indicateurs de Développement, 65, Colonel Tshatshi, Gombe (2026)

3. Didolanvi, L., Chougourou, D. C. ., Azonkpin, S. ., Favi, G. A. ., & Akpo, A. A. . (2025). Ethnobotany and intra-cultural diversity in the uses of *Tephrosia vogelii* (Fabaceae) in Centre Benin (West Africa). *Ethnobotany Research and Applications*, 31, 1–13. Retrieved from <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/6967>
4. Dubiez, E., Yamba Yamba, T., Mvolo, B., Freycon, V. (2014). Perception locale des sols et de leur évolution dans des terroirs en cours de savanisation des populations Batandu en République démocratique du Congo. *Bois. for. trop.* 319(1), 19-29. <https://doi.org/10.19182/bft2014.319.a20549>
5. Ilumbe Bayeli, G., Van Damme, P., Lukoki Luyeye, F., Joiris, V., Visser, M., & Lejoly, J. (2014). Contribution à l'étude des plantes médicinales dans le traitement des hémorroïdes par les pygmées Twa et leur voisin Oto de Bikoro, en RDC. *Congo Sciences*, 2(1), 46-54. <http://hdl.handle.net/1854/LU-4358485>
6. Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review of Entomology*, 51, 45-66. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151146>
7. Joyce, N. D., Dede, P., Zola, M., mawusa Rodrigue, N., & Solange, K. Z. (2025). Développement local : Un nouveau regard sur le territoire de madimba par la mécanisation agricole : Développement local : Un nouveau regard sur le territoire de madimba par la mécanisation agricole. *African Scientific Journal*, 3(32), 153-153. www.afsaj.com/index.php/AfricanScientificJournal/article/view/1360
8. Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, H. P., & Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific Data*, 4, 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>

9. Kweka, E. J., Mosha, F., Lowassa, A., Mahande, A. M., Kitau, J., Matowo, J., Mahande, M. J., Massenga, C. P., Tenu, F., Feston, E., Lyatuu, E. E., Mboya, M. A., Mndeme, R., Chuwa, G., & Temu, E. A. (2008). Ethnobotanical study of some mosquito repellent plants in north-eastern Tanzania. *Malaria Journal*, 7, 152. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-7-152>
10. Maia, M. F., & Moore, S. J. (2011). Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. *Malaria Journal*, 10(Suppl 1), S11. <https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-S1-S11>
11. Menga Munkolo, P., Gerengbo Koto, G., Mawunu, M., Masengo Ashande, C., Mpiana Tshimankinda, P., Mudogo Virima, M., & Ngbolua, K.-T.-N. (2024). Integrating ethnobotany and artificial intelligence to validate the potential bioactivity of two medicinal plants traditionally used in the treatment of influenza in IBI-Village and surrounding areas, Democratic Republic of the Congo. *Natural Resources for Human Health*, 4(3), 230-246. <https://doi.org/10.53365/mrfhh/187385>
12. Mikolo, B., & Mananga, V. (2020). Ethnobotanical survey on insecticidal and repellent plants in the Republic of Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 148, 15209–15217. <https://doi.org/10.35759/JABs.148.5>
13. Minwuyelet, A. M. A., Yewhalaw, D. D., Sciarretta, A., & Atenafu, G. (2025). Evaluating insecticide susceptibility in major African malaria vectors: A meta-analysis and systematic review. *Frontiers in Malaria*, 4, Article 1478249. <https://doi.org/10.3389/fmala.2025.1478249>
14. Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2010). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 101(1), 372-378. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.07.048>
15. Ngbolua, K. N., Basosila, N., Mbembo, B., Mukomena, E., Masengo, C. A., Agossa, F., Zanga, J., Ulrich, S., & Nagahuedi, J. (2024). Resistance of Anopheles mosquitoes to insecticides in the Democratic Republic of the Congo: A literature review and future directions. *Orapuh Journal*, 5(7), e1161. <https://doi.org/10.4314/orapi.v5i7.61>
16. Ngbolua, K.-T.-N. J.-P., Moke, E. L., Masengo Ashande, C., Mawunu, M., Inkoto Liyongo, C., Kasali, F. M., Baholy, R. R., Tshilanda Dinangayi, D., Tshibangu Sha-Tshibey, D., & Mpiana Tshimankinda, P. (2023). Ethno-botanical survey of medicinal plants traditionally used against Diabetes mellitus in the Eastern Kinshasa City, Democratic Republic of the Congo. *Revue Congolaise des Sciences et Technologies*, 2(2), 96-108. DOI: 10.59228/rcst.023.v2.i2.32
17. Nishida, R. (2014). Chemical ecology of insect-plant interactions: Ecological significance of plant secondary metabolites. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 78(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/09168451.2014.877836>
18. Nkya, T. E., Akhouayri, I., Kisinza, W., & David, J. P. (2013). Impact of environment on mosquito response to pyrethroid insecticides: facts, evidences and prospects. *Insect biochemistry and molecular biology*, 43(4), 407–416. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2012.10.006>
19. Nyasvisvo, D. S., Nhwatiwa, T., Sithole, R. ., Sande, S., & Chapano, C. (2024). An An ethnobotanical survey of plants used against host-seeking mosquitoes by communities in Mazowe and Shamva districts, Zimbabwe. *Ethnobotany Research and Applications*, 28, 1-19. Retrieved from <https://ethnobotanyjournal.org/index.php/era/article/view/5661>
20. Nyirenda, S. P., Sileshi, G. W., Belmain, S. R., Kamanula, J. F., Mvumi, B. M., Sola, P., Nyirenda, G. K. C., & Stevenson, P. C. (2011). Farmers' ethno-ecological knowledge of vegetable pests and pesticidal plant use in Malawi and Zambia. *African Journal of Agricultural Research*, 6(6), 1525-1537. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/688D12838818>
21. Pathy, K. K., Flavien, N. B., Honore, B. K., Vanhove, W., & Van Damme, P. (2021). Ethnobotanical characterization of medicinal plants used in Kisantu and Mbanza-Ngungu territories, Kongo-Central Province, DR Congo. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(5), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13002-021-00436-1>
22. Pavela, R., & Benelli, G. (2016). Essential oils as ecofriendly biopesticides: Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*, 21(12), 1000-1007. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>

23. PNLP (2020). Plan stratégique national de lutte contre le paludisme 2020-2023. Ministère de la Santé Publique, République Démocratique du Congo. <https://pnlprdc.org/wp-content>
24. Rahmawati, N., Sholikhah, I. Y. M., Mujahid, R., Widiyastuti, Y., Nugroho, A. E., & Rohman, A. (2024). Ethnomedical uses of *Cananga odorata* (Lam.) Hook. f. and Thomson in indigenous traditional medicine among Indonesia ethnic groups. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 14(9), 128–137. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2024.183534>
25. Shibeshi, A., Sebsibe, A., Teka, A., & Aklilu, E. (2024). Ethnobotanical Study of Mosquito Repellent Plants Used in Seweyna District, Bale Zone, Southeast, Ethiopia. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM, 2024, 6610579. <https://doi.org/10.1155/2024/6610579>
26. Stevenson, P. C., Isman, M. B., & Belmain, S. R. (2017). Pesticidal plants in Africa: A global vision of new biological control products from local uses. *Industrial Crops and Products*, 110, 2–9. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.08.034>
27. Tugume, P., Nyakoojo, C., Ethno, R., Kamatenesi-Mugisha, M., Mucunguzi, P., & Oryem-Origa, H. (2016). Ethnobotanical survey of medicinal plant species used by communities around Mabira Central Forest Reserve, Uganda. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12, 5. <https://doi.org/10.1186/s13002-015-0077-4>
28. Waka, M., Hopkins, R. J., & Curtis, C. (2004). Ethnobotanical survey and testing of plants traditionally used against hematophagous insects in Eritrea. *Journal of Ethnopharmacology*, 95(1), 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.07.003>
29. Wondimnew, A., Yiblet, Y., Getachew, A., Muche, T., & Amsalu, H. (2025). Ethnobotanical Study of Traditional Medicinal Plants Used by the Local People in Mekdela Woreda, South Wollo Zone, Ethiopia. *Scientifica*, 2025, 8875307. <https://doi.org/10.1155/sci5/8875307>
30. World Health Organization. (2024). World malaria report 2024: Addressing inequity in the global malaria response. World Health Organization.
31. Yolidje, I., Keita, D. A., Moussa, I., Toumane, A., Bakasso, S., Saley, K., Much, T., Pirat, J.-L., & Ouamba, J. M. (2020). Enquête ethnobotanique sur les plantes utilisées traditionnellement au Niger dans la lutte contre les moustiques vecteurs des maladies parasitaires. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 14(2), 570-579. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i2.21>
32. Youmsi, R. D. F., Fokou, P. V. T., Menkem, E. Z., Bakaranga-Via, I., Keumoe, R., Nana, V., & Boyom, F. F. (2017). Ethnobotanical survey of medicinal plants used as insects repellents in six malaria endemic localities of Cameroon. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13, 33. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0155-x>