UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

lantes anti-malaria et anti-moustiques au Burundi: Ethnobotanique et perspectives de conservation

HAVYARIMANA, Célestin; Sous la direction de : Prof Tatien MASHARABU (Directeur); Dr Jacques NKENGURUTSE (Co-directeur)

2020-06
UB
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/643

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

Plantes anti-malaria et anti-moustiques au Burundi : Ethnobotanique et perspectives de conservation

Célestin HAVYARIMANA





MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir :

Diplôme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement

Option : Gestion des Ressources Naturelles

Sous la direction de : **Prof Tatien MASHARABU** (Directeur)

Dr Jacques NKENGURUTSE (Co-directeur)

Bujumbura, juin 2020

DEDICACES

A notre cher père Liboire SINZOHAGERA,

A notre regrettée mère Pétronie GAKOBWA,

A nos frères et sœurs,

A tous ceux qui nous sont chers,

Nous dédions ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Ce travail n'aurait pu aboutir qu'avec le ferme soutien de plusieurs personnes que nous aimerions, à travers ces quelques lignes, remercier du fond du cœur.

Nous tenons avant tout à exprimer nos sincères remerciements à **Prof Tatien MASHARABU** et **Dr Jacques NKENGURUTSE**, respectivement Directeur et Co-directeur de mémoire, pour avoir orienté notre travail. Les précieux conseils qu'ils nous ont prodigués et la confiance qu'ils nous ont témoignée, ont été déterminants dans l'accomplissement de ce travail de recherche.

Nos remerciements s'étendent ensuite à tous les professeurs de l'Université du Burundi, plus particulièrement ceux qui nous ont enseigné au niveau du Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement, pour le savoir et la passion qu'ils nous ont transmis tout au long de ces deux années.

Nous exprimons nos profonds remerciements à l'**Ambassade de Chine au Burundi**, pour le soutien financier qu'elle nous a accordée tout au long de ces deux ans de formation.

Nos vifs remerciements sont également exprimés à **ICIPE** qui, à travers le programme ***BioInnovate Africa*** financé par Sida, a accepté de supporter financièrement ce travail. A travers ce programme, tous les moyens de terrain nécessaires à la réalisation de ce travail ont été mis à notre disposition.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nous remercions profondément tous les membres de notre famille ainsi que toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences l'aboutissement de ce travail.

Célestin HAVYARIMANA

LISTE DES ABREVIATIONS

FABI : Faculté d'Agronomie et de Bio-Ingénierie

FC : Fréquence de citation

GPS : Global Positioning System

ICIPE : International Centre of Insect Physiology and Ecology

ICs : Indice de Consensus des informateurs

ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

MEEATU : Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (ancienne appellation de l'actuel Ministère de l'Environnement, de l'Agriculture et de l'Elevage)

MSPLS : Ministère de la Santé Publique et de la Lutte contre le SIDA

OBPE : Office Burundais de Protection de l'Environnement

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Sida : Swedish International Development Cooperation Agency

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

WHO : World Health Organisation

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2. 1. Situation géographique des 7 provinces échantillonnées dans les régions écoclimatiques du Burundi **7**

Tableau 3. 1. Caractéristiques socio-démographiques de la population d'enquête **10**

Tableau 3. 2. Liste des espèces anti-malaria recensées au Burundi, leur taxonomie et leurs modes d'utilisation **12**

Tableau 3. 3. Liste des espèces anti-moustiques recensées au Burundi, leur taxonomie et leurs modes d'utilisation **16**

Tableau 3. 4. Habitats, statuts d'origine et disponibilité des espèces d'intérêt contre la malaria recensées au Burundi **22**

LISTE DES FIGURES

Figure 2. 1. Localisation de la zone d'étude : les sept provinces concernées par l'enquête ethnobotanique sont hachurées sur la carte du Burundi **6**

Figure 3. 1. Importance spécifique des familles des plantes recensées **11**

Figure 3. 2. Parties utilisées des espèces de plantes recensées **17**

Figure 3. 3. Modes de préparation des espèces de plantes recensées **18**

Figure 3. 4. Modes d'administration des espèces de plantes recensées **18**

Figure 3. 5. Types morphologiques des plantes anti-malaria et anti-moustique recensées au Burundi **19**

Figure 3. 6. Répartition des espèces recensées suivant leurs statuts d'origine et les habitats. **21**

RÉSUMÉ

Le paludisme étant une maladie qui sévit de manière endémique en Afrique où la population a des difficultés d'accès aux soins de santé, la médicine traditionnelle demeure le recours principal pour une grande majorité des populations. Le présent travail de recherche est une contribution à l'étude des ressources végétales utilisées par la population burundaise, dans la lutte contre le paludisme. Son objectif est de constituer une base de données des ressources végétales utilisées dans le traitement du paludisme et dans la lutte contre son vecteur (moustique). Les informations ont été obtenues par des méthodes ethnobotaniques à partir d'entretiens réalisés avec 341 informateurs des milieux ruraux et urbains, dans 7 provinces du Burundi, choisies compte tenu de leur différence géoclimatique. 44 espèces de plantes réparties dans 23 familles ont été recensées. Les Asteraceae sont les plus représentées (9 espèces), suivies par les Fabaceae (5 espèces), les Lamiaceae (4 espèces) et les Poaceae (4 espèces). Les espèces de plantes inventoriées sont essentiellement préparées par expression (52 %) et administrées par voie orale (76 %), tandis que la feuille (46 %) est l'organe le plus exploité. Le type morphologique le plus dominant est celui des arbustes (20 espèces). L'étude montre que la population burundaise dispose de très peu de connaissances sur les espèces répulsives de moustiques, comparativement aux connaissances des plantes anti-malaria. Certaines espèces sont citées pour la première fois et des analyses phytochimiques plus approfondies ou des essais cliniques sont donc nécessaires pour évaluer le niveau d'efficacité phytothérapeutique de celles-ci. Les facteurs de vulnérabilité de ces espèces devraient être suffisamment étudiées en vue d'en faire une gestion durable.

Mots clés : Méthodes ethnobotaniques, plantes antipaludiques, répulsifs de moustiques, gestion durable

SUMMARY

As malaria is a disease that is rampant in Africa, where people have difficulties accessing health care, traditional medicine remains the main remedy for the vast majority of people. This research work is a contribution to the study of plant resources used by the Burundian population in the fight against malaria. Its objective is to constitute a database of plant resources used in the treatment of malaria and in the fight against its vector (mosquito). The information was obtained by ethnobotanical methods from interviews carried out with 341 informants from rural and urban areas, in 7 provinces of Burundi, chosen based on their geoclimatic difference. 44 plant species from 23 families have been identified. The Asteraceae are the most represented (9 species), followed by the Fabaceae (5 species), the Lamiaceae (4 species) and the Poaceae (4 species). The inventoried plant species are mainly prepared by expression (52%) and administered orally (76%), while the leaf (46%) is the most exploited organ. The most dominant morphological type is that of shrubs (20 species). The study shows that the Burundian population has little knowledge of mosquito repellents, compared to knowledge of anti-malaria plants. Some species are reported for the first time and therefore in-depth phytochemical analyzes or clinical test are necessary to assess the level of phytotherapeutic effectiveness of these species. Their vulnerability factors should be sufficiently documented to make them sustainable management.

Key words: Ethnobotanical methods, antimalarial plants, mosquito repellents, sustainable management

TABLE DES MATIERES

DEDICACES ..... **i**

REMERCIEMENTS ..... **ii**

LISTE DES ABREVIATIONS ..... **iii**

LISTE DES TABLEAUX ..... **iv**

LISTE DES FIGURES ..... **v**

RÉSUMÉ ..... **vi**

TABLE DES MATIERES ..... **vii**

INTRODUCTION GENERALE **1**

CHAPITRE I. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES PLANTES ANTI-MALARIA ET ANTI-MOUSTIQUES **3**

I.1. Situation au niveau régional 3

I.2. Situation au niveau national 4

I.2.1. Source du savoir sur les plantes médicinales au Burundi 4

I.2.2. Etat des connaissances sur les plantes anti-malaria et anti-moustiques 5

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES **6**

II.1. Description de la zone d'étude 6

II.2. Enquête ethnobotanique 7

II.3. Traitement et analyse des données 8

II.3.1. Dépouillement et compilation des données d'enquête 8

II.3.2. Identification des espèces 8

II.3.3. Constitution des spécimens d'herbiers 9

II.3.4. Analyse de l'intérêt médicinal des espèces de plantes recensées 9

CHAPITRE III. PRESENTATION DES RESULTATS **10**

III.1. Profil socio-démographique des enquêtés 10

III.2. Inventaire des plantes anti-malaria et anti-moustiques au Burundi 11

III.3. Parties exploitées, mode de préparation et d'administration 17

III.4. Types morphologiques des plantes recensées 19

III.5. Habitats, statut d'origine et disponibilité des plantes anti-malaria et anti-moustiques recensées 19

CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS 29

IV.1. Importance des familles de plantes recensées 29

IV.2. Plantes « anti-malaria » recensées 29

IV.3. Plantes « anti-moustiques » recensées 31

IV.4. Parties, mode de préparation des recettes et leur administration 32

IV.5. Vulnérabilité des plantes en fonction des parties prélevées, des habitats et des types morphologiques 33

V.6. Regard sur la relation entre les plantes anti-malaria et la prévention du Covid-19 34

CONCLUSION GENERALE 35

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 36

ANNEXES 43

Annexe 1. Questionnaire d'enquête 44

Annexe 2. Illustration de quelques espèces de la famille des Lamiaceae 47

Annexe 3. Illustration de quelques espèces de la famille des Asteraceae 48

Annexe 4. Illustration de quelques espèces de la famille des Fabaceae 49

Annexe 5. Illustration de quelques espèces des familles des Chenopodiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae et Bignoniaceae 50

Annexe 6. Illustration de quelques espèces des familles des Solanaceae, Verbenaceae, Casuarinaceae et Cupressaceae 51

Annexe 7. Illustration de quelques espèces des familles des Euphorbiaceae, Meliaceae, Phytolacaceae et Sapindaceae 52

INTRODUCTION GENERALE

Le paludisme est une maladie parasitaire, potentiellement mortelle, causée par un protozoaire du genre *Plasmodium* (WHO, 2014). Il représente un problème majeur de santé publique avec près de 3,3 milliards de personnes exposées au risque de cette maladie (Sylla et al., 2018). Selon le rapport annuel de l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 2018), l'Afrique est le continent le plus touché. Quatre-vingt-treize pourcent (93%) de cas de paludisme recensés en 2018 étaient dans la région africaine (WHO, 2019). Cette maladie sévit en Afrique de manière endémique. Dans cette région, elle n'est pas seulement une catastrophe sanitaire ; elle représente également un frein majeur au développement économique et social du continent (Sani, 2013).

La lutte antivectorielle, par l'usage d'insecticides dirigés contre l'anophèle, dès les années 50, a contribué à la régulation de l'incidence mondiale des cas de paludisme (Rubert et al., 2016). Elle est également le principal moyen de prévenir et de réduire la transmission du paludisme. Si la couverture par les interventions de lutte antivectorielle est suffisamment élevée dans une région donnée, l'ensemble de la communauté sera protégé (WHO, 2018).

L'efficacité de cette lutte antivectorielle est toutefois menacée par la résistance que les moustiques vecteurs de la maladie développent par rapport aux insecticides utilisés dans les moustiquaires imprégnées d'insecticides et la pulvérisation intra-domiciliaire. Sur les 65 pays ayant communiqué des données de suivi pour la période 2010-2013, 53 ont signalé une résistance à au moins une classe d'insecticides, et 41 à deux classes au moins. En 2013, c'est la résistance aux pyréthoïdes qui était la plus fréquente, les deux-tiers des pays ayant réalisé un suivi ont fait état d'une résistance à cette classe d'insecticides (WHO, 2014).

Plus répandue en Afrique, la résistance des anophèles aux insecticides constitue un obstacle à la lutte contre le paludisme. Elle a été détectée contre au moins deux insecticides dans deux tiers des pays africains où le paludisme est endémique (WHO, 2018). Une résistance des anophèles (cas d'*Anopheles gambiae*) aux pyréthrinoïdes a été également confirmée dans trois pays de l'Afrique subsaharienne à savoir la Côte d'Ivoire, le Burkina Faso et le Bénin (Chandre et al., 1999). La résistance du *Plasmodium* aux médicaments antipaludiques constitue également un défi important à la lutte contre le paludisme. Des études ont montré que *Plasmodium falciparum* est résistant à tous les antipaludiques actuellement utilisés, y compris les associations à base d'artémisinine. Or cette espèce est responsable de la plus grande part de la morbidité et de la quasi-totalité de la mortalité attribuées au paludisme, essentiellement chez les enfants de moins de 5 ans (Pradines et al., 2010).

Cependant, une utilisation de toutes les ressources disponibles, accessibles et culturellement acceptable, telle que promue par l'OMS dans la déclaration d'Alma-Ata (OMS, 1978), est plus que nécessaire pour faire face à ces menaces dues à la résistance du vecteur aux insecticides d'une part et celle de l'agent causal aux antipaludiques d'autre part (Rokia, 2013).

Le paludisme étant un fléau qui touche les pays du sud dans lesquels la population a des difficultés d'accès aux médicaments conventionnels (Koné, 2018), l'étude des remèdes traditionnels antipaludiques employés par la population est primordiale.

Ainsi, les chercheurs se tournent de plus en plus vers les remèdes traditionnels utilisés par les populations qui vivent en zone d'endémie, pour traiter le paludisme et rechercher de nouvelles molécules antipaludiques (Soh, 2008). Considérées comme un élément important du patrimoine culturel (Koné, 2018), les pharmacopées traditionnelles jouent un rôle important dans la découverte de nouvelles molécules d'intérêt thérapeutique (Rokia, 2013).

Les espèces de plantes ont été traditionnellement utilisées pour le traitement du paludisme (Asase & Oppong-Mensah, 2009). Des travaux de recherche ont permis de confirmer l'utilisation des organes de plantes, telles que les feuilles, les écorces et les racines dans le traitement d'affections courantes dont le paludisme (N'Guessan, Trabi, Kone, 2009). A travers son programme de médecine traditionnelle, l'Organisation Mondiale de la Santé encourage les pays à identifier et proposer des remèdes et pratiques sûrs et efficaces pour leur emploi dans des services de santé publiques et privés (OMS, 2002).

Le présent travail de recherche est une contribution à l'étude des ressources végétales utilisées par la population burundaise dans la lutte contre le paludisme afin d'en proposer les stratégies de conservation. Son objectif global est de constituer une base d'information pour la recherche de nouvelles molécules à potentialités anti-malaria et/ou anti-moustiques, susceptibles de contribuer à la réduction des incidences du paludisme et à la conservation des espèces y impliquées.

Plus spécifiquement, l'étude cherche à : (i) réunir les informations concernant les espèces de plantes utilisées, les usages thérapeutiques (organes exploités, mode de préparation et mode d'administration) pratiqués par la population locale ; (ii) déterminer l'origine (exotique ou indigène) des plantes utilisées dans la lutte antipaludique et leur disponibilité ; (iii) analyser la vulnérabilité de celles-ci.

En cherchant à faire découvrir ces ressources végétales, trois hypothèses sont examinées : (i) la population burundaise détient des connaissances sur les plantes anti-malaria et anti-moustiques ; (ii) les plantes anti-malaria et anti-moustiques connues au Burundi sont essentiellement indigènes ; (iii) Les modes de prélèvement des plantes « anti-malaria » et « anti-moustiques » connues au Burundi et leurs types morphologiques les rendent vulnérables.

L'étude se base sur une enquête ethnobotanique complétée par une recherche documentaire. Ainsi, les données de l'enquête recueillies ont été complétées par des informations concernant les origines (exotiques ou indigènes) et les types morphologiques des espèces de plantes recensées. Les analyses ont porté sur des calculs de fréquences et d'indices d'importance des espèces répertoriées.

CHAPITRE I. ETAT DES CONNAISSANCES SUR LES PLANTES ANTI-MALARIA ET ANTI-MOUSTIQUES

I.1. Situation au niveau régional

Les plantes ont toujours joué un rôle important pour la santé des Africains : plus de 70% ont toujours eu recours à la médicine traditionnelle, considérée comme le riche patrimoine de la culture africaine (Gassita, 1995). Bon nombre d'espèces de plantes utilisées en Afrique ont été étudiées sur le plan botanique, chimique et pharmacologique. Ainsi, des médicaments à base des plantes traditionnelles sont autorisées dans divers pays africains, notamment le Ghana, la Guinée, le Madagascar, le Cameroun, la République Démocratique du Congo et le Nigeria (Ousset, 2006). Des plantes médicinales sont également utilisées au Burundi, malgré l'absence de certification pour la plupart d'entre-elles. Le recours à la médecine traditionnelle en Afrique varie de 70 % au Bénin à 90 % au Burundi et en Éthiopie (OMS, 2013).

Bien que nous ne pouvions pas dresser une liste exhaustive de toutes les espèces de plantes anti-malaria connues dans la région africaine, il est à remarquer que la population de cette région détienne de connaissances assez larges sur cette catégorie de plantes.

Des travaux de recherches ont permis d'inventorier 70 espèces de plantes utilisées dans le traitement du paludisme en Afrique (Jansen et al., 2008). Une étude menée dans 10 communes à Abidjan a permis d'inventorier 54 espèces de plantes qui présente un intérêt dans la lutte contre le paludisme. Les plus importantes sont *Morinda lucida, Cochlospermum planchonii, Sarcocephalus latifolius, Harungana madagascariensis, Cochlospermum tinctorium* et *Hymenocardia acida* (Sylla et al., 2018).

En outre, l'efficacité de différentes plantes médicinales utilisées dans le traitement du paludisme a été confirmée en Afrique de l'Ouest. Les espèces les plus étudiées pour leur forte activité antiplasmodiale sont notamment *Sida acuta, Icacina senegalensis, Chrozophara senegalensis, Acanthosermum hispidum, Croton labatus, Hybanthus enneaspermus Combretum fragrans, Terminalia macroptera, Pavetta crassipes, Anogeissus leiocarpus, Canthium multiflorum, Ocimum gratissimum, Trema orientalis, Nauclea latifolia, Pavetta corymbosa, Tamarindus indica, Argemone mexica, Cassia nigricans, Sebastiani Chamaelea, Euphorbia hirta* et *Fagara macrophylla* (Agbodeka et al., 2017).

D'autres espèces de plantes anti-malaria sont également utilisées dans la région africaine. C'est par exemple l'armoise annuelle (*Artemisia annua* L.) qui est cultivée à grande échelle au Kenya, en Tanzanie, en Ouganda et à Madagascar pour extraire de ses tissus l'artémisinine, une molécule particulièrement efficace pour empêcher le développement des protozoaires responsables du paludisme (Mergeai, 2014). Cette espèce est également vulgarisée dans bon nombre de pays africains par une association d'origine française « La maison de l'*Artemisia* » et ainsi plantée dans des jardin pour permettre à la population de traiter chaque accès palustre sans qu'il soit nécessaire de consulter un agent de santé (Danis, 2019). De plus, le Manalaria (extrait de *Nauclea latifolia* et *Cassia occidentalis*) est utilisé pour traiter le paludisme sous forme de comprimés et sirop (Ousset, 2006).

Par contre, les connaissances sur les plantes utilisées comme anti-moustiques paraissent limitées dans la région africaine. En effet, rares sont les études qui se sont focalisées sur les espèces de plantes anti-moustiques dans cette région.

Les extraits aqueux de la tige de *Tetraclinis articulata* et des feuilles du *Ricinus communis* constituent des larvicides prometteurs pour la lutte contre les moustiques nuisibles comme *Culex pipiens*, *Aedes caspius*, *Culiseta longiareolata* et *Anopheles maculipennis*. L'évaluation préliminaire de l'activité larvicide de ces extraits a permis de mettre en évidence l'efficacité de ceux-ci sur les larves du deuxième stade que sur celles du quatrième stade (Aouinty et al., 2006). L'herbacée *Hyptis spicigera* a été également mentionnée comme une espèce utilisée pour repousser les moustiques et son efficacité a été démontrée (Asase et al., 2005).

En outre, les guérisseurs traditionnels de la région du Sahel au Burkina Faso ont identifié de nombreuses plantes utilisées comme répulsifs contre les moustiques pour se protéger contre les piqûres de moustiques. Les plus rapportées dans cette région sont notamment *Sorghum bicolor*, *Pennisetum glaucum* et *Boscia senegalensis* (Bonkian et al., 2017). D'autres plantes anti-moustiques rapportées dans la région africaine sont *Azadirachta indica* et *Citrus limon* (Innocent et al., 2014; Yerbanga et al., 2016) ainsi que *Ocimum americanum* et *Cymbopogon citratus* (Bonkian et al., 2017; Innocent et al., 2014).

D'autres travaux de recherche se sont intéressés aux plantes utilisées comme biopesticides sans toutefois porter une attention particulière aux espèces « anti-moustiques ». Ce sont par exemples les travaux portant sur les plantes biopesticides et autres plantes médicinales utilisées dans le district central du Meru au Kenya (Gakuya et al., 2013), qui ont classé les espèces *Plectranthus barbatus* and *Tephrosia vogelii* parmi les principales espèces biopesticides de la zone étudiée.

I.2. Situation au niveau national

I.2.1. Source du savoir sur les plantes médicinales au Burundi

Selon la Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière d'accès aux ressources génétiques et de partage des avantages découlant de leur utilisation au Burundi (MEEATU, 2016), les connaissances traditionnelles de la population sur les plantes médicinales se répartissent en connaissances générales et spéciales.

Les connaissances traditionnelles générales sont celles détenues par la quasi-totalité des Burundais et qui se transmettent facilement. Ce sont notamment les connaissances sur les espèces et les usages des plantes médicinales de l'enclos.

Les connaissances traditionnelles spéciales quant à elles comprennent celles détenues par des personnes particulières notamment les tradipraticiens et les sorciers. Pour les cas des tradipraticiens et sorciers, leurs connaissances ne se transmettent que du père au fils. Ils ne livrent presque jamais les informations sur les espèces et leurs usages et, donnent toujours des produits transformés sous forme liquide et poudre.

I.2.2. Etat des connaissances sur les plantes anti-malaria et anti-moustiques

Le Burundi fait partie des pays africains à forte incidence de paludisme, qui est probablement la principale cause de décès dans ce pays ainsi que dans d'autres pays d'Afrique de l'Est (Lapenna et al., 2008). En 2017 le cumul annuel de cas de paludisme a atteint 7 879 957 cas et 4 415 décès, soit une incidence de 815.2 pour 1000 personnes (Sinzinkayo, 2018).

La lutte contre cette maladie se fait actuellement dans le cadre du Programme National Intégré de Lutte contre le Paludisme. Les activités de prévention se font essentiellement à travers la distribution de moustiquaires imprégnées en ciblant les groupes vulnérables qui sont les femmes enceintes et enfants de moins des cinq ans (MSPLS, 2009).

Cela étant, les données fournies par la littérature montrent que la population burundaise utilise également des plantes pour traiter les premiers symptômes du paludisme (fièvre, maux de tête et des frissons) tels que définies par l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 2018). L'exemple est celui de *Geneosporum rutundifolium*, une espèce de la famille des lamiacées dont la sève est utilisée pour traiter les maux de tête (Nzigidahera, 2017).

D'autres espèces de plantes ayant également fait l'objet d'étude pour tester leur efficacité à la lutte contre le paludisme, sont utilisées au Burundi. Il s'agit de la cataire (*Nepeta cataria* L.) et le géranium odorant (*Pelargonium graveolens* L.) utilisées comme anti-moustiques, ainsi que les anti-malaria comme l'armoise annuelle ou absinthe chinoise (*Artemisia annua* L.), l'absinthe africaine (*Artemisia afra* L.) et *Cinchona officinalis* L. (*Quinquina*).

Les résultats d'une étude menée au Burundi montrent que la cataire non transformée a des effets répulsifs sur les moustiques (Sibomana et al., 2017). Selon cette étude, l'emploi de la cataire en phase de végétation, sans passer par des transformations, est une alternative écologique recommandable à toute catégorie de personnes exposées aux piqûres de moustiques et en particulier les gardiens de nuit. Son utilisation en jardin de case ou comme plante ornementale aurait des effets positifs sur la réduction des piqûres de moustiques, vecteurs du paludisme. L'introduction et l'utilisation de l'*Artemisia annua* L. au Burundi, découlent des propositions de certaines organisations non gouvernementales et agences internationales travaillant au Burundi (Lapenna et al., 2008).

D'autres ressources végétales seraient également utilisées dans la prévention et/ou le traitement de cette maladie, grâce aux savoirs traditionnels transmis de génération en génération. L'étude de ces espèces est donc incontournable.

CHAPITRE II. MATERIELS ET METHODES

II.1. Description de la zone d'étude

Les résultats présentés dans ce travail reposent sur une enquête ethnobotanique menée dans 7 provinces du Burundi, un pays montagneux à climat tropical tempéré par l'altitude et couvrant une superficie de 27.834 km^2. Il fait frontière avec la République du Rwanda au Nord, la République Démocratique du Congo à l'Ouest et la République Unie de Tanzanie au Sud et à l'Est. La digitalisation de la zone d'étude (Figure 2.1) a été exécutée à l'aide du logiciel ArcGIS, version 10.2.

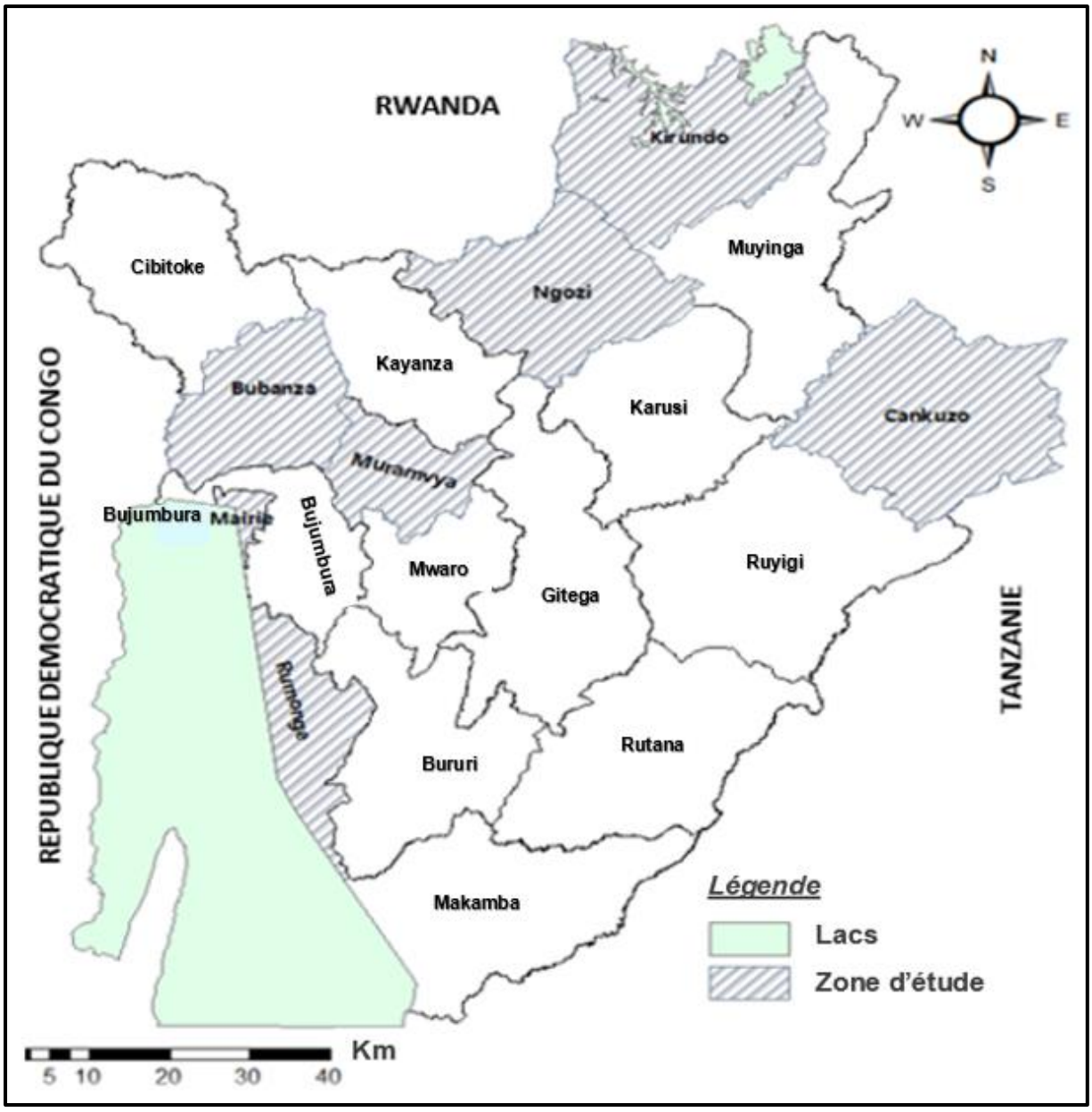


Figure 2. 1. Localisation de la zone d'étude : les sept provinces concernées par l'enquête ethnobotanique sont hachurées sur la carte du Burundi

Les provinces concernées par cette enquête ont été choisies pour leur diversité écoclimatique importante, cette dernière étant un des facteur qui ont une influence sur la distribution des espèces (Nzigidahera, 2012). Ces provinces se situent en effet dans les différentes régions écoclimatiques du Burundi. Les régions écoclimatiques du Burundi, leurs caractéristiques et les provinces échantillonnées dans chaque région sont reprises dans le Tableau 2.1.

Tableau 2. 1. Situation géographique des 7 provinces échantillonnées dans les régions écoclimatiques du Burundi

Régions	**Altitude (mètre)**	**Température moyenne annuelle (°C)**	**Pluie moyenne annuelle (mm)**	**Province**
Basses terres de l'Imbo	800 -1100	Sup. à 23 °C	800-1100	Bujumbura-Mairie ; Rumonge ; Bubanza
Contreforts de Mumirwa	1000-1700	18°C-28°C	1100-1900	Muramvya
Crête Congo-Nil	1700-2500	14°C-15°C	1300-2000	Bubanza
Plateaux centraux	1350-2000	17°C-20°C	1200-1500	Ngozi
Dépressions de l'Est et du Nord	1100-1400	20°C-23°C	1100-1550	Cankuzo ; Kirundo

Source : (Nzigidahera, 2012)

II.2. Enquête ethnobotanique

Cette étude consiste en une étude ethnobotanique des plantes anti-malaria et anti-moustiques au Burundi. Les données ont été collectées pendant une enquête réalisée à l'aide d'un questionnaire conçu à cette fin. Ce dernier a été subdivisé en deux parties se rapportant sur (i) l'identité de l'enquêté ainsi que (ii) ses connaissances des plantes à propriétés anti-moustiques et/ou anti-malaria. Le questionnaire a été axé sur l'usage des plantes dans la lutte contre le paludisme. Les informations collectées comprenaient (i) le nom vernaculaire de l'espèce, (ii) les organes ou parties de la plante utilisés et (iii) le mode de préparation (Annexe 1).

L'enquête a été réalisée par contact direct avec l'enquêté, grâce à un mode d'échantillonnage aléatoire simple. En tout, 136 femmes et 205 hommes provenant de différents milieux socio-économiques (ruraux, urbains ou semi-urbains) ont été enquêtés. Les niveaux d'études et les religions, l'âge et la profession ont été également notés. La collecte des données sur terrain a consisté en le remplissage du questionnaire d'enquête par les enquêteurs. Ces données ont par suite été compilées grâce à une application mobile « Field Task », qui était connectée à un serveur « Smap server, version 19.04 », avant d'être transférées vers le logiciel Excel 2016 pour dépouillement et traitement.

Le travail a été complété par la récolte des échantillons d'espèces issues de l'enquête pour constituer les herbiers. Ces derniers ont permis l'identification scientifique des espèces (taxonomie) et ont été déposés à l'Herbarium de l'Université du Burundi.

Les numéros des herbiers sont repris dans le Tableau 3.2. Ces herbiers servent également de référence pour les études futures et d'éventuelles vérifications taxonomiques. Chaque échantillon récolté était accompagné des coordonnées géographiques et de l'altitude du lieu de récolte.

II.3. Traitement et analyse des données

II.3.1. Dépouillement et compilation des données d'enquête

Le dépouillement nous a permis de présenter nos résultats sous forme d'un tableau récapitulatif rassemblant les informations concernant les plantes anti-malaria et anti-moustiques détenues par la population burundaise.

La méthode utilisée est celle des tris à plat (Chardon, 1981). Celle-ci consiste en un simple comptage de l'apparition des différentes modalités d'une seule variable. Les tableaux obtenus permettent de répondre à la question-type « combien ? », sans donner d'indication sur les relations entre les variables, donc sans apporter d'éléments explicatifs.

Nous avons utilisé cette méthode en vue de comparer les profils des variables d'identification des enquêtés aux profils de ces mêmes variables dans la population étudiée, afin de s'assurer de la représentativité de l'échantillon.

II.3.2. Identification des espèces

L'identification des espèces a été effectuée au niveau de deux *herbaria* disponibles au Burundi. Il s'agit de l'herbarium du département de Biologie à l'Université du Burundi et celui de l'OBPE. Les noms des plantes ont été vérifiés à l'aide des ouvrages de référence tels que :

- Lebrun & Stork (1991-2010) reprise en ligne pour l'Afrique tropicale dans la base des données des Conservatoire et Jardin Botaniques de la ville de Genève et South African National Biodiversity Institute, Pretoria (*http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/*).

- Collection des données sur la médecine traditionnelle vétérinaire et humaine d'Afrique, reprise en ligne dans la base des données dénommée « Prélude », disponible sur : *http://www.ethnopharmacologia.org/recherche-dans-prelude/*.

- Les travaux portant sur les habitats du Parc National de la Ruvubu au Burundi (Nzigidahera et al., 2016).

- Les données pour l'aménagement durable des forêts : statistiques des produits forestiers non-ligneux du Burundi (Ndabirorere, 1999).

II.3.3. Constitution des spécimens d'herbiers

Les données de l'herbier constituent une source précieuse d'informations qui sont utilisées par dans plusieurs domaines scientifiques comme par exemple l'écologie, la biogéographie des plantes, l'ethnobotanique et les sciences humaines. Les planches d'herbiers peuvent également servir de références à différentes institutions publiques : criminologie (dépôt d'échantillons liés à une enquête), douanes (identification de plantes importées pour vérification du respect des dispositions internationales de conservation de la biodiversité (Durand & Loup, 2007).

Dans cette étude, les herbiers de référence ont été constitués en récoltant les structures qui portent les caractères utilisés pour l'identification des spécimens. Ainsi, seules les plantes en fleurs et/ou en fruits ont été collectées. Pour ce faire, nous avons eu recours à une gamme variée de matériels notamment un sécateur à main pour récolter les échantillons ; un appareil photo numérique Canon IXUS 190 (5 mégapixels, zoom optique 4x) pour prendre des images ; un GPS Garmin pour prendre les coordonnées géographiques ; un carnet et un stylo pour noter les informations ; des papiers journaux et des sachets plastiques pour contenir les échantillons ainsi que des presses métalliques pour sécher les échantillons. Au laboratoire, les herbiers ont été préalablement séchés à l'étuve à 50° C (échantillons fraîchement récoltés) pendant 5 jours, puis passés au congélateur pendant un séjour de 3 jours pour éliminer les insectes ravageurs et les champignons qui endommageraient les autres spécimens conservés dans l'herbarium. Les herbiers sont alors montés dans des fardes, puis étiquetés avant leur rangement dans l'*Herbarium* du Département de Biologie de l'Université du Burundi avec les indications universelles des spécimens d'herbiers : le nom de la plante (nom vernaculaire et scientifique), la localité de récolte avec les coordonnées de la latitude, la longitude et l'altitude ; la date de récolte, le nom du collectionneur, ainsi qu'une brève description de la plante.

II.3.4. Analyse de l'intérêt médicinal des espèces de plantes recensées

Pour confirmer l'intérêt médicinal des espèces recensées pendant l'enquête, nous avons calculé l'Indice de Confirmation ou le Consensus d'informateur noté ICs. Ce dernier étant défini par Ilumbe *et al.* (2014) *in* (Sylla et al., 2018) comme le rapport entre nombre de personnes ayant cité une espèce (Na) et le nombre total de personnes interviewées (Nt). Notre étude ayant l'objectif de réunir les connaissances des populations sans distinction des catégories, les informations détenues par les catégories de personnes spécialisées tels que les sorciers n'ont pas été prises en considération.

$$\mathrm{ICs} = \frac{\mathrm{Na}}{\mathrm{Nt}}$$

L'Indice de Confirmation varie entre 0 et 1 (Sylla et al., 2018). Une valeur faible, proche de 0, indique que les informateurs détiennent peu d'informations sur la plante. Une valeur élevée, proche de 1, indique un consensus élevé ou total autour de l'usage de la plante. Plusieurs chercheurs ont démontré que le consensus élevé reflète une bonne connaissance des plantes médicinales, un savoir collectif de leurs usages, mais également un échange d'informations entre les tradipraticiens (Rodrigo et al., 2005; Treyvaud et al., 2016). L'absence d'échange d'informations peut conduire à la disparition du savoir traditionnel (Chantal, 2016).

CHAPITRE III. PRESENTATION DES RESULTATS

III.1. Profil socio-démographique des enquêtés

Chaque informateur est caractérisé par son genre, son âge, son niveau d'étude, sa religion et sa profession. Au total, 341 informateurs, composés de 136 hommes contre 205 femmes ont participé à l'enquête dans les 7 provinces ciblées (Bubanza, Bujumbura Mairie, Cankuzo, Kirundo, Muramvya, Ngozi et Rumonge). L'âge des répondants est compris entre 19 et 100. Les professions des enquêtés se répartissent en cultivateurs, tradipraticiens, étudiants, artisanats, fonctionnaires de l'Etat et commerçants. Les niveaux d'étude se répartissent en niveau primaire, secondaire et universitaire. Nous signalons également les analphabètes ont participé à cette enquête (Tableau 3.1).

Tableau 3. 1. Caractéristiques socio-démographiques de la population d'enquête

	Variable	**%**
Genre	Homme	39,9
	Femme	60,1
Intervalle d'âge	< 30ans	16,1
	[30 - 45]ans	35,5
	> 60ans	48,4
Niveau d'étude	Analphabètes	18,8
	Primaire	45,7
	Secondaire	18,5
	Université	6,7
	Pas de réponse	10,3
Profession	Cultivateurs	60,4
	Herboristes	0,6
	Etudiants	6,5
	Artisans	3,8
	Fonctionnaires	19,1
	Commerçants	9,7
Religion	Adventistes du 7ème jour	7,0
	Catholiques	61,3
	Musulmans	4,1
	Evangéliques	4,4
	Pentecôtes	12,3
	Protestants	9,1
	Religion non précisée	0,9

Malgré la différence remarquable entre les caractéristiques de notre échantillon, les liens entre les variables (sexe, âge, profession, etc.) et la connaissance des plantes d'intérêt médicinal contre le paludisme ne peuvent être confirmés qu'à l'aide de tests statistiques.

III.2. Inventaire des plantes anti-malaria et anti-moustiques au Burundi

L'enquête effectuée nous a permis de répertorier 44 espèces de plantes utilisées par la population burundaise comme antipaludiques. Certaines espèces sont directement utilisées pour traiter le paludisme (anti-malaria) tandis que d'autres sont utilisées pour lutter contre le vecteur de cette maladie (anti-moustiques). Les espèces de plantes inventoriées se répartissent en 23 familles botaniques. La famille des Asteraceae est la plus représentée (9 espèces). D'autres familles sont également plus importantes par rapport aux autres familles. La famille des Lamiaceae (4 espèces), les Poaceae (4 espèces) et celle des Fabaceae (3 espèces) sont également plus importantes par rapport aux autres familles (Figure 3.1).

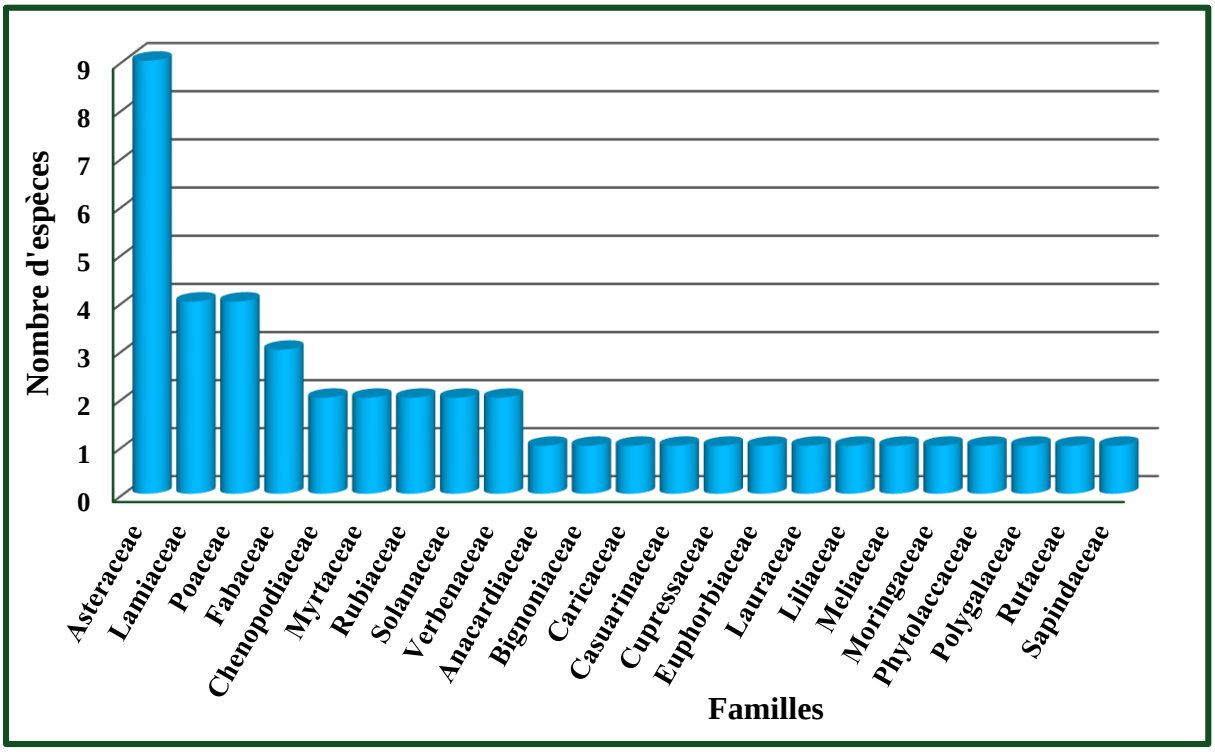


Figure 3. 1. Importance spécifique des familles des plantes recensées

La liste des espèces de plantes recensées, leur taxonomie, les parties de la plante utilisées pour préparer la recette médicinale ainsi que le mode de préparation et d'utilisation de celle-ci sont repris dans le tableau 3.2. Des informations relatives aux échantillons d'herbiers notamment les numéros et les types morphologiques de chaque espèce, ainsi que l'indice de confirmation des informateurs correspondant à chaque espèce y sont également présentées.

Quarante-deux des 44 espèces de plantes inventoriées, c'est-à-dire 89 %, sont connues comme « anti-malaria » au Burundi. Par rapport à la propriété « anti-moustique », 8 espèces, soit 18 %, sont reconnues. 6 espèces sont à la fois reconnues pour traiter le paludisme et pour lutter contre son vecteur. C'est notamment *Cymbopogon citratus ; Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp.; *Ocimum gratissimum* L. var. *gratissimum; Citrus limon* (L.) Osbeck *; Euphorbia grantii* Oliv. et *Azadirachta indica* A. Juss.

Tableau 3. 2. Liste des espèces anti-malaria recensées au Burundi, leur taxonomie et leurs modes d'utilisation

Nom scientifique	**Nom vernaculaire**	**Famille**	**Herbier**		**Partie utilisée**	**Mode de préparation**	**Mode d'utilisation**	**ICs**
			Type morphologique	**Code[#]**				
Aloe sp.**	Igikakarubamba ; impfiziyumusozi ; ingagari	Liliaceae	Herbacée	-	Fe	Macération ; infusion ; décoction	Orale	0,0264
Artemisia annua L.	Aritemiziya	Asteraceae	Arbuste	-	Fe	Infusion ; décoction	Orale	0,0146
Azadirachta indica A. Juss.	Arubayine	Meliaceae	Arbre	HC&NK039	Fe, Ec	Expression[β] ; décoction	Orale ; bain de vapeur[&]	0,0586
Baccharoides lasiopus (O. Hoffm.) H. Rob	Umuvuma	Asteraceae	Arbuste	HC&NK023	Fe	Expression[β]	Orale	0,0205
Bidens pilosa L.	Icanda ; igifashi	Asteraceae	Herbacée	HC&NK040	Fe	Expression[β]	Orale	0,0234
Cajanus cajan (L.) Huth	Umukunde; intengwa ; incaruzo	Fabaceae	Arbuste	HC&NK022	Fe	Expression[β]	Orale	0,0967
Carica papaya L.	Igipapayi	Caricaceae	Arbuste	-	Fe	Décoction	Orale	0,0146
Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone	Urubingo	Poaceae	Herbacée	HC&NK021	Fe	Décoction ; macération	Orale	0,0146
Chenopodium ambrosioides L.	Akavunjahoma ; umusuziwingona	Chenopodiaceae	Herbacée	-	Fe, Ple	Expression[β]	Orale	0,0411
Chenopodium ugandae (Aellen) Aellen**	Umugombe	Chenopodiaceae	Herbacée	HC&NK033	Fe	Expression[β]	Orale	0,0176
Cinchona officinalis L.	Ikinini ; kenkina	Rubiaceae	Arbuste	HC&NK034	Fe, Ec	Décoction	Orale	0,1085

Citrus limon (L.) Burm. f.	Indimu	Rutaceae	Arbuste	-	Fe	Macération	Orale	0,0205
Cymbopogon citratus (DC.) Stapf	Cayicayi	Poaceae	Herbacée	-	Fe, Ple	Décoction	Orale	0,0087
Digitaria abyssinica (Hochst. ex A. Rich.) Stapf	Urwiri	Poaceae	Herbacée	HC&NK043, HC&NK044	Fe	Décoction ; Expression$^{\beta}$	Orale	0,0176
Dodonaea viscosa Jacq.	Umusasa	Sapindaceae	Arbuste	HC&NK025	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0352
Erigeron sumatrensis Retz.	Umururasase, mukobwandagowe	Asteraceae	Herbacée	HC&NK027	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0498
Eucalyptus globulus subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp.*	Umukaratusi wera ; marideni ; sinambugu ; umukaratusi w'ikizungu	Myrtaceae	Arbre	HC&NK028	Fe, Ec	Expression$^{\beta}$; décoction	Orale et bain de vapeur$^{\&}$	0,1525
Euphorbia grantii Oliv.*	Imambura	Euphorbiaceae	Arbuste	HC&NK015	Fe, Latex	Décoction	Orale	0,0058
Guizotia scabra (Vis.) Chiov.	Ikizimyamuriro ; umuhoza	Asteraceae	Herbacée	HC&NK031	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0117
Gutenbergia cordifolia Benth. ex Oliv.**	Umweza	Asteraceae	Herbacée	HC&NK004	Fe	Macération	Orale	0,0176
Gymnanthemum amygdalinum (Delile) Sch. Bip. ex Walp.	Umubirizi ; umufumya ; kirurugunja	Asteraceae	Arbuste	HC&NK009, HC&NK010, HC&NK011	Fe	Expression$^{\beta}$; décoction	Orale	0,5777
Lantana camara L.	Mavyiyakuku	Verbenaceae	Arbuste	HC&NK038	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0146
Lantana trifolia L.*	Umuhengerihengeri	Verbenaceae	Herbacée	HC&NK014	Fe, Rc, Ec	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0146

Mangifera indica L.	Umwembe	Anacardiaceae	Arbuste	-	Fe	Décoction	Orale	0,0293
Markhamia lutea (Benth.) K. Schum.	Umusave	Bignoniaceae	Arbre	HC&NK001, HC&NK002, HC&NK003	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0293
Moringa oleifera Lam.	Moringa	Moringaceae	Arbuste	-	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0205
Ocimum gratissimum L. var. *gratissimum*	Kabugagwe ; agatunduzi ; agatuntura ; simama nikwambiye	Lamiaceae	Herbacée	HC&NK007, HC&NK008	Fe, Ple	Décoction	Orale	0,0205
Persea americana Mill.	Ivoka	Lauraceae	Arbre	-	Fe	Décoction, expression$^{\beta}$	Orale	0,0205
Physalis angulata L.	Intumbaswa, amahwibiri, agaperi	Solanaceae	Herbacée	HC&NK024	Fe	Décoction	Orale	0,0264
Phytolacca dodecandra L'Hér.	Umwokora	Phytolaccaceae	Arbuste	HC&NK029, HC&NK030	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0322
Plectranthus barbatus Andrews	Igicuncu	Lamiaceae	Herbacée	HC&NK035, HC&NK036	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0234
Plectranthus esculentus N.E.Br.*	Inumpu, akajumbu	Lamiaceae	Herbacée	-	Fe	Macération	Orale	0,0205
Psidium guajava L.	Ipera	Myrtaceae	Arbuste	HC&NK020	Fe	Décoction, expression$^{\beta}$	Orale	0,0234
Rubia cordifolia L. subsp. *conotricha* (Gand.) Verdc.	Umukararambwa	Rubiaceae	Herbacée	HC&NK012	Fe	Décoction	Orale	0,0117
Securidaca longipedunculata Fresen.	Umunyagasozi	Polygalaceae		-	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0234
Senna didymobotrya (Fresen.) H. S. Irwin & Barneby	Umubagabaga	Fabaceae	Arbuste	HC&NK013	Fe	Décoction ; expression$^{\beta}$	Orale	0,0439

Sesbania sesban (L.) Merr.	Umunyegenyege	Fabaceae	Arbuste	HC&NK005	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0322
Solanecio mannii (Hook.f.) C.Jeffrey*	Umutagari ; umugango	Asteraceae	Arbuste	HC&NK017, HC&NK018, HC&NK019	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0439
Solanum terminale Forssk.*	Umuhanurankuba	Solanaceae	Arbuste	HC&NK037	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0117
Tetradenia urticifolia (Baker) Phillipson	Umuravumba	Lamiaceae	Arbuste	HC&NK006	Fe	Expression$^{\beta}$; décoction	Orale ; bain de vapeur	0,0938
Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray	Banyakuyumye; ibamba; umufumya w'ikizungu; munuko; ikinyamuhora; kivyeyi; umuburizi wa Tanzaniya; igifumyabenge	Asteraceae	Herbacée	HC&NK026	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0821
Zea mays L.	Ikigori	Poaceae	Herbacée	-	Fe	Expression$^{\beta}$	Orale	0,0733

Fe : Feuille ; **Ple** : Plante entière ; **Ec** : Ecore ; **Rc** : Racine ;

$^{\#}$: les codes donnés dans le tableau correspondent aux numéros d'herbiers des spécimens déposés à l'*Herbarium* du Département de Biologie de l'Université du Burundi ;

$^{\&}$: « Bain de vapeur » : sorte de bain « Sauna » qu'on réalise en se mettant sous une couverture autour d'un pot rempli de la recette médicinale chauffée à l'ébullition. Elle offre un contact de la peau et des narines permettant de suer intensément et d'inhaler les composés volatils de la plante utilisée ;

$^{\beta}$: « Expression » : opération qui consiste à extraire les huiles grasses de certains produits naturels en les soumettant à une forte pression ;

***** : Espèces rapportées comme « anti-malaria » pour la première fois ;

****** : Espèces peu rapportées comme « anti-malaria ».

Tableau 3. 3. Liste des espèces anti-moustiques recensées au Burundi, leur taxonomie et leurs modes d'utilisation

Nom scientifique	**Nom vernaculaire**	**Famille**	**Herbier**		**Partie utilisée**	**Mode de préparation**	**Mode d'utilisation**	**ICs**
			Type morphologique	**Code[#]**				
Azadirachta indica A. Juss.	Arubayine	Meliaceae	Arbre	HC&NK039	Fe	Expression[β]	Application sur la peau	0,0088
Casuarina equisetifolia L.	Akajwari	Casuarinaceae	Arbre	HC&NK032	Fe	Brûler dans la maison	Extension de la fumée dans la maison	0,0117
Citrus limon (L.) Burm. f.	Indimu	Rutaceae	Arbuste	-	Fe	Expression[β]	Application sur la peau	0,0117
Cupressus sp.	Isederi	Cupressaceae	Arbre	HC&NK016	Fe	Brûler	Extension de la fumée dans la maison	0,0293
Cymbopogon citratus (DC.) Stapf	Cayicayi	Poaceae	Herbacée	-	Ple	Planter près de la maison ; brûler	Extension des composés volatils ou de la fumée autour ou dans la maison	0,0645
Eucalyptus globulus subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp.*	Umukaratusi wera ; marideni ; sinambugu ; umukaratusi w'ikizungu	Myrtaceae	Arbre	HC&NK028	Fe	Expression[β]	Extension de la fumée dans la maison	0,0264
Euphorbia grantii Oliv.*	Imambura	Euphorbiaceae	Arbuste	HC&NK015	Fe	Décoction	Extension des produits volatils	0,0117
Ocimum gratissimum L. var. *gratissimum*	Kābúgágwe ; agatunduzi ; agatuntura ; simama nikwambiye	Lamiaceae	Herbacée	HC&NK007, HC&NK008	Fe	Suspension des feuilles dans la maison	Extension des composés volatils dans la maison	0,0205

Les espèces « anti-malaria » recensées possèdent des indices de consensus des informateurs variant de 0,5777 à 0,0058, tandis que ces indices varient de 0,0645 à 0,0058 pour le cas des plantes « anti-moustiques » recensées.

Plus de la moitié des plantes utilisées comme anti-malaria sont citées par peu d'informateurs et possèdent par conséquent des indices de consensus des informateurs faibles. Trois espèces de plantes possèdent des indices de consensus plus élevés par rapport aux autres espèces recensées. Il s'agit notamment de *Gymnanthemum amygdalinum* (Delile) Sch. Bip. ex Walp (ICs=0,5777), *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp. (ICs=0,1525) et *Cinchona officinalis* L. (ICs=0,1085).

Les indices de consensus des informateurs pour les plantes « anti-moustiques » recensées, se révèlent très faibles comparativement aux espèces « anti-malaria » présentées dans le tableau précédant. Les « anti-moustiques » possédant des indices de consensus plus élevés par rapport aux autres sont *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf (ICs=0,0645), *Cupressus* sp. (ICs=0,0293), *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp. (ICs=0,0264) et *Ocimum gratissimum* L. var. *gratissimum* (ICs=0,0205).

III.3. Parties exploitées, mode de préparation et d'administration

Les organes des plantes exploités sont généralement la feuille, l'écorce, la racine, les graines, le fruit, la tige, la fleur, le rhizome et les épluchures. Certains constituant extraits directement de la plante comme la sève et le latex peuvent également être utilisées (Figure 3.2). Les parties les plus utilisées sont la feuille (46%), l'écorce (12%) et la racine (8%). Il convient en outre de signaler que certaines plantes sont utilisées toutes entières (10%).

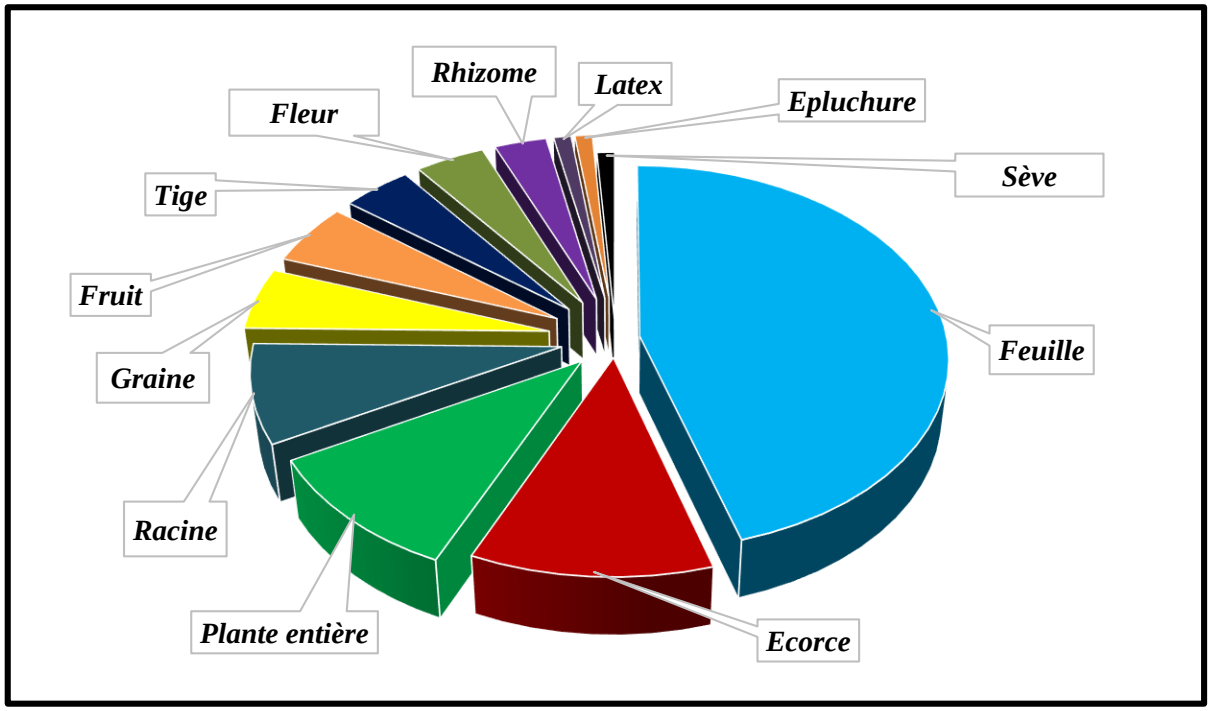


Figure 3. 2. Parties utilisées des espèces de plantes recensées

Les modes de préparation de la recette médicinale sont l'expression, la décoction, le brûlage dans la maison, l'infusion, la plantation de l'espèce près de la maison et la suspension de la plante dans la maison (Figure 3.3). Les modes les plus fréquents sont l'expression (52%) et la décoction (31%).

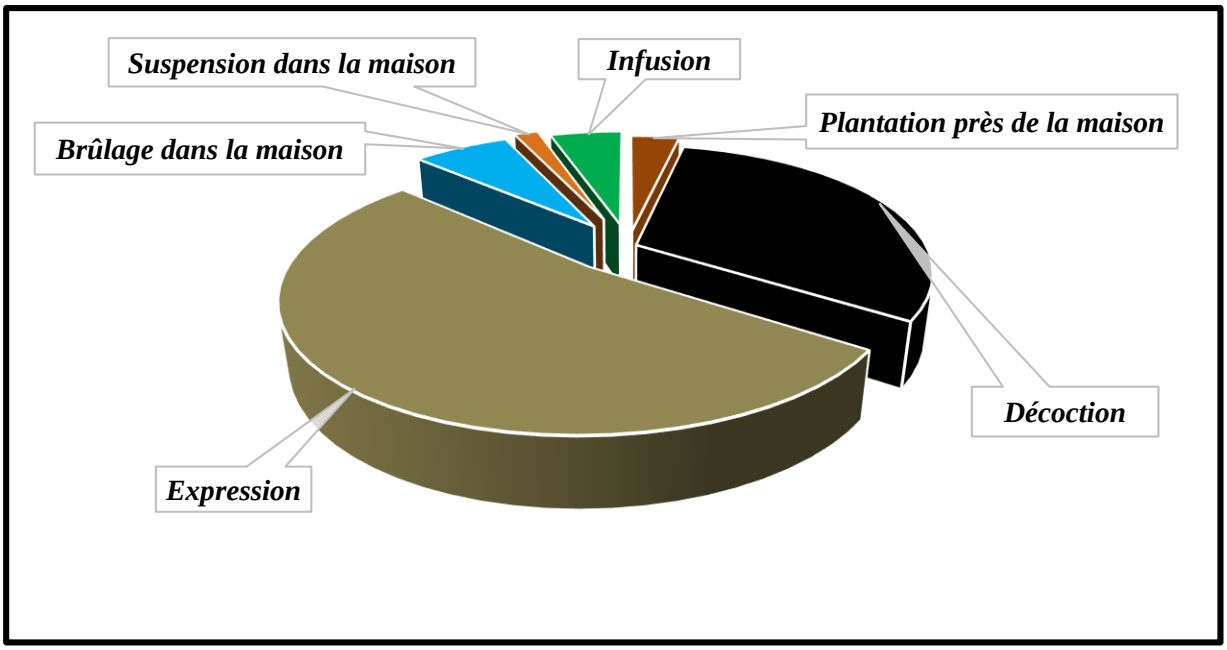


Figure 3. 3. Modes de préparation des espèces de plantes recensées

Les médicaments préparés à base de plantes sont administrés par voie orale, par bain de vapeur, en faisant l'extension de la fumée ou des composés volatils et en appliquant le médicament sur la peau (Figure 3.4). La voie orale (76%) constitue le mode d'administration le plus utilisé.

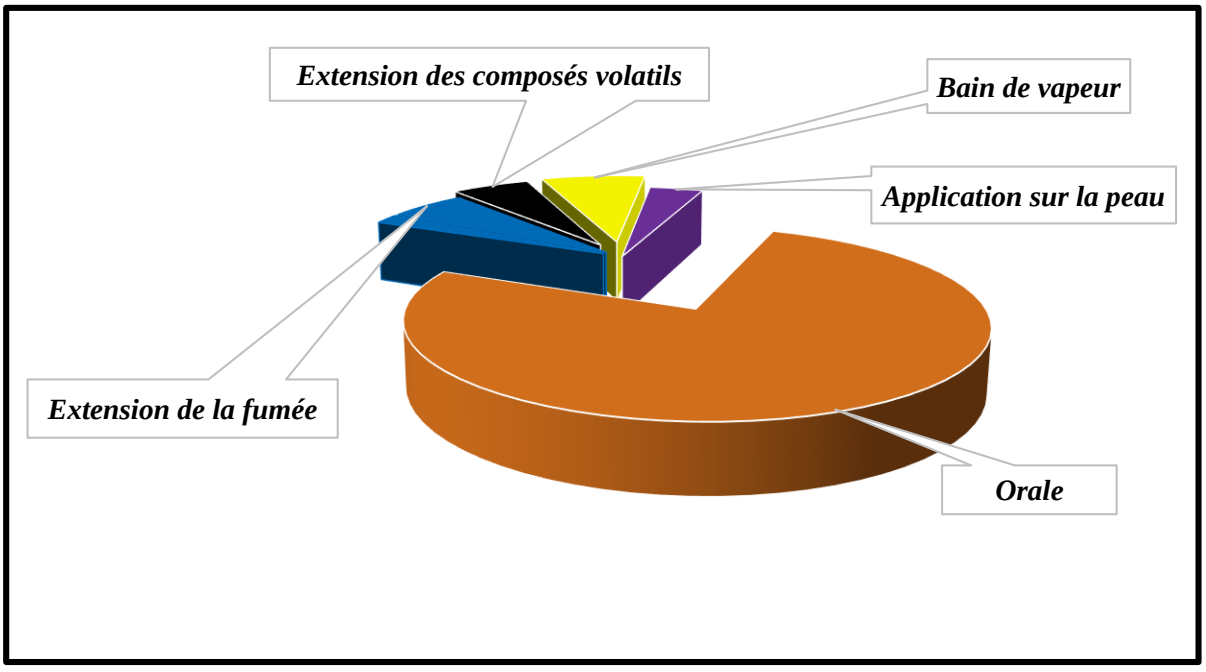


Figure 3. 4. Modes d'administration des espèces de plantes recensées

III.4. Types morphologiques des plantes recensées

Les espèces anti-malaria et anti-moustiques des plantes recensées se présenter sous forme d'espèces herbacées (18 espèces), d'arbustes (20 espèces) et d'arbres (6 espèces).

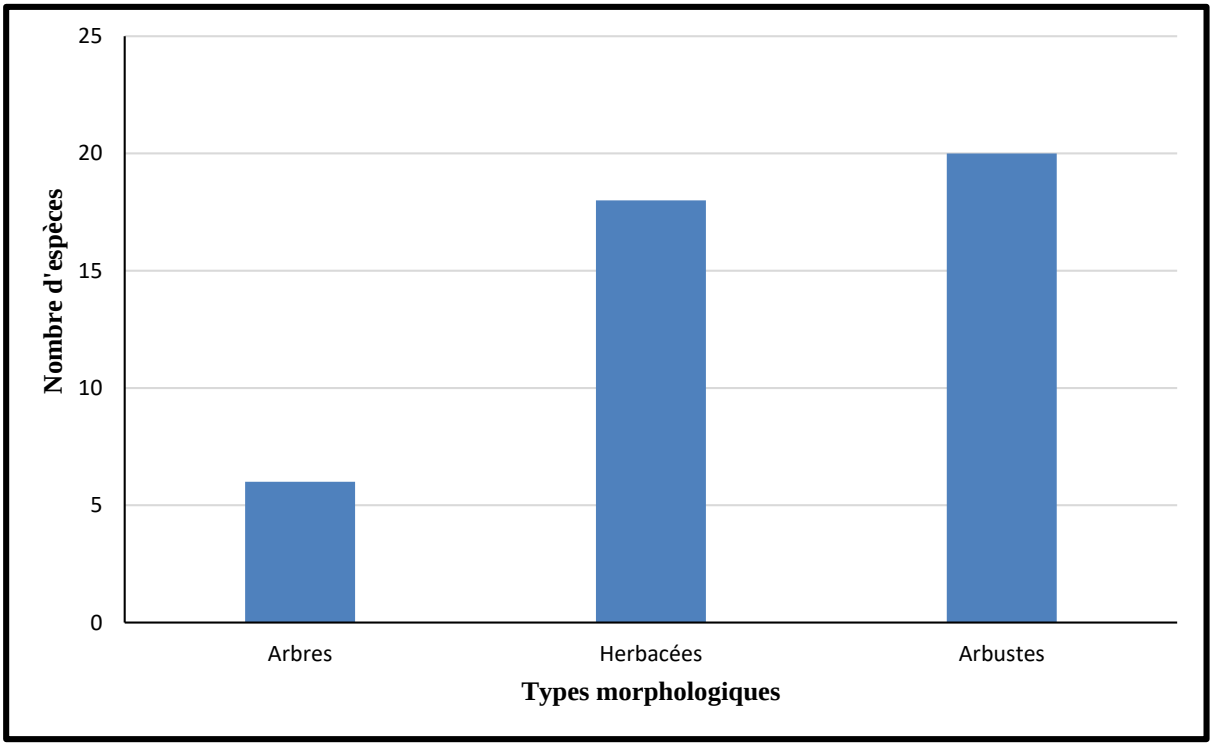


Figure 3. 5. Types morphologiques des plantes anti-malaria et anti-moustique recensées au Burundi

III.5. Habitats, statut d'origine et disponibilité des plantes anti-malaria et anti-moustiques recensées

Cette étude a permis de recenser 24 espèces exotiques à savoir : *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone ; *Mangifera indica* L. ; *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp ; *Chenopodium ugandae* (Aellen) Aellen ; *Moringa oleifera* Lam. ; *Plectranthus esculentus* L. ; *Psidium guajava* L. ; *Cupressus* sp. ; *Persea americana* Mill. ; *Ocimum gratissimum* L. var. *gratissimum ; Lantana camara* L. ; *Citrus limon* (L.) Osbeck ; *Euphorbia grantii* Oliv. ; *Cajanus cajan* (L.) Huth ; *Cinchona officinalis* L. ; *Zea mays* L. ; *Carica papaya* L. ; *Carica papaya* L. ; *Aloe* sp. ; *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray ; *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf ; *Casuarina equisetifolia* L. ; *Chenopodium ambrosioides* L. ; *Artemisia annua* L. et *Azadirachta indica* A. Juss.

Quant aux plantes indigènes, 20 espèces ont été recensées. Il s'agit de *Bidens pilosa* L. ; *Plectranthus barbatus* Andrews ; *Guizotia scabra* (Vis.) Chiov. ; *Physalis angulata* L. ; *Senna didymobotrya* (Fresen.) H. S. Irwin & Barneby ; *Gymnanthemum amygdalinum* (Delile) Sch. Bip. ex Walp ; *Solanum terminale* Forssk. ; *Lantana trifolia* L. ; *Phytolacca dodecandra* L'Hér. ; *Rubia cordifolia* L. subsp. *Conotricha* ; *Securidaca longipedunculata* Fresen. ; *Sesbania sesban* (L.) Merr. ; *Tetradenia urticifolia* (Baker) Phillipson ; *Erigeron sumatrensis*

(S.F. Blake) Pruski & G.Sancho ; *Dodonaea viscosa* Jacq. ; *Markhamia lutea* (Benth.) K. Schum. ; *Solanecio mannii* (Hook.f.) C.Jeffrey ; *Baccharoides lasiopus* (O. Hoffm.) H. Rob ; *Gutenbergia cordifolia* Benth. ex Oliv. et *Digitaria abyssinica* (Hochst. ex A.Rich.) Stapf.

Les habitats des espèces inventoriées se répartissent en forêts, savanes, jardins, champs et jachères. Certaines espèces sont rencontrées sur les bordures des routes, alors que d'autres sont domestiquées par la population et plantées autour des ménages comme support des clôtures.

L'enquête nous a en effet révélé que la plupart des espèces de notre inventaire sont rencontrées dans les forêts dégradées, les boisements artificiels, les jachères, les jardins et les champs cultivés ; mais rarement dans les forêts naturelles. Certaines espèces de notre inventaire sont par contre rencontrées dans des forêts totalement dégradées ou celles ayant subies de faibles perturbations.

Les principales espèces des jachères sont notamment *Bidens pilosa* L., *Guizotia scabra* (Vis.) Chiov., *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray et *Erigeron sumatrensis* (S.F. Blake) Pruski & G. Sancho. Les espèces rencontrées dans les jardins sont essentiellement constituées de plantes fruitières comme *Carica papaya* L., *Citrus limon* (L.) Osbeck, *Persea americana* Mill., *Mangifera indica* L., *Physalis angulata* L. et *Psidium guajava* L.

Les espèces des forêts comprennent celles rencontrées dans les boisements naturels, qui sont cultivées pour leur intérêt socioéconomique. Nous citerons ici *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp., *Cupressus* sp. et *Casuarina equisetifolia* L. Dans les champs, on y rencontre les cultures vivrières tels que *Zea mays* L. et *Cajanus cajan* (L.) Huth.

Les résultats de l'enquête ont toutefois montré qu'une espèce peut être rencontrée dans différents types d'habitats. C'est comme par exemple les espèces *Bidens pilosa* L. et *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray qui peuvent être rencontrées les forêts, les savanes, les jardins, les champs et les jachères.

En outre, les résultats de cette étude montrent que les plantes anti-malaria et anti-moustiques recensées au Burundi ne sont pas toutes autochtones : 46 % des espèces recensées sont indigènes (Figure 3.6).

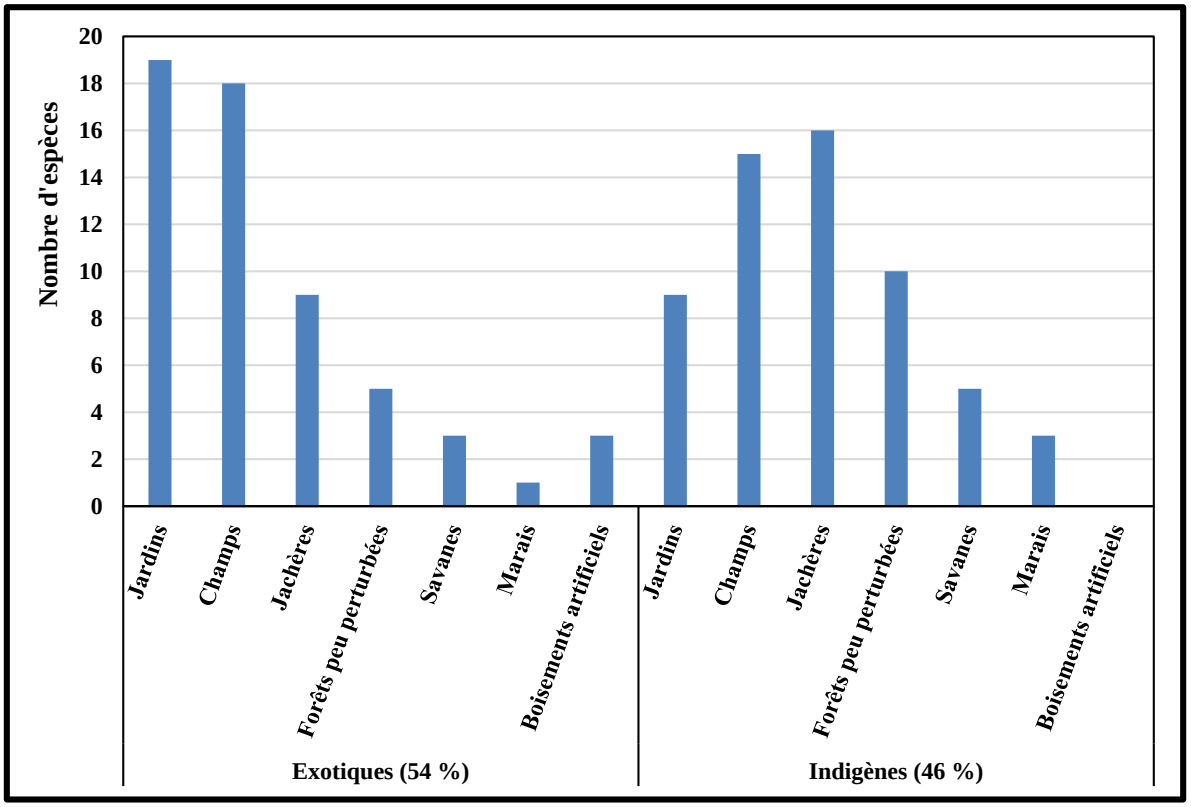


Figure 3. 6. Répartition des espèces recensées suivant leurs statuts d'origine et les habitats

Par ailleurs, l'enquête effectuée nous a révélé que certaines espèces indigènes sont également quasi-introuvable dans certaines localités. Par exemple, les informateurs nous ont indiqué que *Chenopodium ambrosioides* L. est une espèce rare à Bujumbura, une partie de notre zone d'étude. D'autres sont par contre abondantes dans la zone d'étude, comme par exemple l'espèce *Bidens pilosa* L. qui est abondante dans la zone d'étude.

Le tableau 3.6 reprend les habitats, les statuts d'origine et la disponibilité des espèces d'intérêt contre la malaria recensée au Burundi. La (les) province (s) associée (s) à chaque espèce correspond (ent) à la province où l'espèce a été citée. Les attributs donnés aux plantes par les informateurs entre autres : « Très abondant », « Abondant », « Moins abondant », « Rare », et « Quasi introuvable ». Il convient également de souligner que le fait qu'une espèce ne soit pas citée dans telle ou telle autre province ne signifie pas qu'elle n'y est présente.

Tableau 3. 4. Habitats, statuts d'origine et disponibilité des espèces d'intérêt contre la malaria recensées au Burundi

Nom scientifique	**Habitats**	**Origine**	**Province**	**Disponibilité**
Casuarina equisetifolia L.	Boisements artificiels	Exotique	Kirundo	Moins abondant
			Rumonge	Moins abondant
Chenopodium ambrosioides L.	Champs, jardins, jachères	Exotique	Bujumbura Mairie	Quasi introuvable
			Bubanza	Abondant
			Rumonge	Moins abondant
Artemisia annua L.	Jardins, champs	Exotique	Ngozi	Rare
			Rumonge	Abondant
Azadirachta indica A. Juss.	Jardins, champs	Exotique	Bujumbura Mairie	Moins abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Ngozi	Rare
			Kirundo	Moins abondant
			Rumonge	Moins abondant
Cymbopogon citratus (DC.) Stapf	Jardins, champs	Exotique	Ngozi	Moins abondant
			Bujumbura Mairie	Rare
			Bubanza	Abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Kirundo	Moins abondant
			Rumonge	Moins abondant
Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray	Forêts peu perturbées, jachères, jardins, champs	Exotique	Bujumbura Mairie	Moins abondant
			Bubanza	Très abondant

			Cankuzo	Abondant
			Kirundo	Très abondant
			Rumonge	Abondant
Bidens pilosa L.	Jachères, champs, jardins, marais	Indigène	Ngozi	Abondant
			Bujumbura Mairie	Abondant
			Bubanza	Abondant
			Cankuzo	Abondant
			Kirundo	Très abondant
			Rumonge	Abondant
Plectranthus barbatus Andrews	Forêts peu perturbées, champs, jachères	Indigène	Bujumbura Mairie	Rare
			Bubanza	Abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Muramvya	Abondant
			Rumonge	Moins abondant
Aloe sp.	Jardins, champs	Exotique	Ngozi	Rare, moins abondant
			Bujumbura Mairie	Moins abondant
			Bubanza	Moins abondant
			Kirundo	Moins abondant
			Rumonge	Rare
Carica papaya L.	Jardins, champs	Exotique	Ngozi	Moins abondant
			Bubanza	Abondant
			Muramvya	Abondant
			Rumonge	Abondant
Zea mays L.	Champs, marais	Exotique	Ngozi	Abondant
			Bubanza	Abondant

			Cankuzo	Abondant
			Kirundo	Très abondant
			Rumonge	Abondant
Cinchona officinalis L.	Boisements artificiels, champs, jardins	Exotique	Ngozi	Moins abondant
			Bujumbura Mairie	Moins abondant
			Bubanza	Moins abondant
			Muramvya	Moins abondant
			Rumonge	Rare
Guizotia scabra (Vis.) Chiov.	Forêts peu perturbées, champs, jachères, savanes	Indigène	Ngozi	Abondant, Rare
Euphorbia grantii Oliv.	Champs, jardins	Exotique	Rumonge	Abondant
Citrus limon (L.) Osbeck	Jardins, champs	Exotique	Bujumbura Mairie	Abondant
			Bubanza	Très abondant
			Kirundo	Abondant
			Rumonge	Abondant
Cajanus cajan (L.) Huth	Jardins, champs	Exotique	Ngozi	Moins abondant
			Bubanza	Abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Bujumbura Mairie	Rare
			Muramvya	Abondant
			Rumonge	Rare
Physalis angulata L.	Forêts peu perturbées, jardins, champs, jachères	Indigène	Bubanza	Moins abondant
			Kirundo	Moins abondant

			Rumonge	Abondant
Plectranthus esculentus L.	Savanes	Exotique	Rumonge	Rare
Psidium guajava L.	Forêts peu perturbées, champs, jardins, savanes	Exotique	Ngozi	Abondant
			Bubanza	Abondant
			Cankuzo	Abondant
			Muramvya	Abondant
			Rumonge	Moins abondant
Cupressus sp.	Forêts peu perturbées, savanes	Exotique	Ngozi	Moins abondant
			Bubanza	Moins abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Kirundo	Moins abondant
Persea americana Mill.	Jachères, jardins, champs	Exotique	Bubanza	Très abondant
			Kirundo	Abondant
			Rumonge	Moins abondant
Ocimum gratissimum L. var. *gratissimum*	Jardins, champs, jachères	Exotique	Bujumbura Mairie	Rare
			Rumonge	Abondant
Lantana camara L.	Forêts peu perturbées, savanes, jardins, jachères	Exotique	Ngozi	Abondant
			Kirundo	Abondant
Moringa oleifera Lam.	Jardins, champs, jachères	Exotique	Bujumbura Mairie	Moins abondant
			Bubanza	Moins abondant
			Rumonge	Rare
Senna didymobotrya (Fresen.) H. S. Irwin & Barneby	Champs, forêts peu perturbées, jachères	Indigène	Ngozi	Rare
			Cankuzo	Rare
			Bujumbura Mairie	Moins abondant

			Kirundo	Moins abondant
			Muramvya	Rare
Gymnanthemum amygdalinum (Delile) Sch. Bip. ex Walp	Champs, jardins, jachères	Indigène	Ngozi	Abondant
			Bujumbura Mairie	Moins abondant
			Bubanza	Très abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Kirundo	Abondant
			Muramvya	Très abondant
			Rumonge	Abondant
Chenopodium ugandae (Aellen) Aellen	Jachères, jardins, champs	Exotique	Bujumbura Mairie	Rare
			Kirundo	Moins abondant
			Muramvya	Abondant
Solanum terminale Forssk.	Forêts peu perturbées, jachères	Indigène	Rumonge	Moins abondant
Lantana trifolia L.	Champs, savanes, jachères	Indigène	Rumonge	Abondant
Phytolacca dodecandra L'Hér.	Champs, jachères, jardins	Indigène	Bubanza	Abondant
			Bujumbura Mairie	Rare
			Muramvya	Moins abondant
			Rumonge	Moins abondant
Rubia cordifolia L. subsp. *Conotricha*	Forêts peu perturbées, jachères	Indigène	Kirundo	Abondant
Eucalyptus globulus subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp	Boisements artificiels, jachères	Exotique	Ngozi	Abondant
			Bubanza	Très abondant
			Bujumbura Mairie	Rare
			Cankuzo	Abondant
			Kirundo	Abondant
			Muramvya	Très abondant
			Rumonge	Moins abondant

Securidaca longipedunculata Fresen.	Savanes	Indigène	Rumonge	Rare
Sesbania sesban (L.) Merr.	Forêts peu perturbées, champs, jardins, jachères	Indigène	Ngozi	Rare
			Bujumbura Mairie	Rare
			Kirundo	Moins abondant
			Muramvya	Abondant
Tetradenia urticifolia (Baker) Phillipson	Champs, jachères, jardins	Indigène	Ngozi	Abondant
			Bujumbura Mairie	Rare
			Bubanza	Abondant
			Cankuzo	Rare
			Kirundo	Abondant
			Rumonge	Moins abondant
Erigeron sumatrensis (S.F. Blake) Pruski & G.Sancho	Jachères, champs, jardins	Indigène	Bubanza	Moins abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Muramvya	Rare
			Rumonge	Moins abondant
Dodonaea viscosa Jacq.	Forêts peu perturbées, savanes, jachères âgées	Indigène	Bujumbura Mairie	Rare, Quasi introuvable
			Bubanza	Moins abondant
			Cankuzo	Moins abondant
			Kirundo	Moins abondant
			Muramvya	Abondant
Markhamia lutea (Benth.) K. Schum.	Forêts peu perturbées, champs	Indigène	Bujumbura Mairie	Moins abondant, Rare
			Kirundo	Abondant
Solanecio mannii (Hook.f.) C.Jeffrey	Champs, jachères, jardins	Indigène	Cankuzo	Abondant
			Muramvya	Très abondant
			Rumonge	Moins abondant

Baccharoides lasiopus (O. Hoffm.) H. Rob	Forêts peu perturbées, savanes, jardins, champs	Indigène	Cankuzo	Moins abondant
			Bubanza	Abondant
			Kirundo	Moins abondant
			Muramvya	Moins abondant
Mangifera indica L.	Jardins, jachères, champs	Exotique	Ngozi	Abondant
			Bujumbura Mairie	Abondant
			Bubanza	Très abondant
			Cankuzo	Abondant
			Muramvya	Abondant
			Rumonge	Abondant
Gutenbergia cordifolia Benth. ex Oliv.	Marais	Indigène	Muramvya	Très abondant
Cenchrus purpureus (Schumach.) Morrone	Forêts peu perturbées, jardins, champs	Exotique	Kirundo	Abondant
			Muramvya	Très abondant
			Rumonge	Abondant
Digitaria abyssinica (Hochst. ex A.Rich.) Stapf	Champs, jachères, marais, jardins	Indigène	Ngozi	Très abondant
			Bujumbura Mairie	Abondant
			Kirundo	Abondant

N.B : Jardin signifie ici l'espace vert aménagé dans et autour de clôture des maisons pour embellir ou verdir mais non prioritairement agricole.

CHAPITRE IV. DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. Importance des familles de plantes recensées

Notre étude montre que les familles des espèces de notre inventaire les plus importantes sont la famille des Asteraceae, la famille des Fabaceae, la famille des Lamiaceae et celle des Poaceae. Ces résultats cadrent avec ceux des autres travaux de recherche (Dénou et al., 2017; Kouadio et al., 2016; Rhattas et al., 2016) qui ont rapporté l'importance de ces familles en médicine traditionnelle.

L'importance des Poaceae et des Asteraceae a été rapportée en Côte d'Ivoire (Kouadio et al., 2016), dans une étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le département de Transua, district du Zanzan. La famille des Fabaceae a été rapportée au Cameroun comme la plus représentée parmi les familles des plantes utilisées dans le traitement du paludisme (Dénou et al., 2017). La famille des Lamiaceae est également importante en médicine traditionnelle. L'inventaire effectuée au Parc National de Talassemtane (Maroc) a permis de conclure que la famille des Lamiaceae est la plus représentée (Rhattas et al., 2016).

L'importance de la famille des Fabaceae et celles des Poaceae pourrait s'expliquer par le fait que celles-ci font parties des familles les plus riches en termes d'espèces. La chance de regorger des espèces à usage médicinale pourrait par conséquent être plus grande.

IV.2. Plantes « anti-malaria » recensées

Les résultats de notre étude ont permis d'inventorier 42 espèces de plantes connues comme « anti-malaria » par la population burundaise. Bien que certaines de ces espèces possèdent des indices de consensus des informateurs faibles, la plupart a déjà fait objet d'étude ethnobotanique et/ou phytochimique (Kaur et al., 2019; Mwitari et al., 2013; Rwangabo, 1993) et les résultats ont permis de confirmer l'importance de certaines d'entre elles dans le traitement du paludisme et bien d'autres maladies.

Les espèces de notre inventaire citées pour la première fois comme espèces « anti-malaria » sont notamment *Plectranthus esculentus* L., *Solanum terminale* Forssk., *Lantana trifolia* L., *Euphorbia grantii* Oliv., *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp. et *Solanecio mannii* (Hook.f.) C. Jeffrey.

En effet, les résultats de notre étude classent *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp. parmi les espèces connues comme « anti-malaria » au Burundi. Cela étant, nous n'avons pas pu trouver d'autres résultats qui concordent avec ceux de notre étude. Cette espèce est plutôt connue pour soigner le mal de la poitrine et la toux (Amri & Kisangau, 2012). De plus, elle est reconnue pour traiter la coqueluche (Rwangabo, 1993), la fièvre, la toux, les douleurs des muscles, les blessures et les douleurs ainsi que la relaxation externe par un bain (Aston Philander, 2011). D'autres études ont par contre rapporté l'effet antibactérien et antioxydant de l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus globulus* (Ghalem & Mohamed, 2008; Hafsa et al., 2016; Harkat-Madouri et al., 2015).

Nous pensons que la reconnaissance de l'espèce *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp. comme « anti-malaria » au Burundi pourrait s'expliquer par son importance au traitement de la fièvre, un des premiers symptômes de la malaria.

Bien que connue comme espèce « anti-malaria » au Burundi, *Lantana trifolia* L. est connue au Rwanda pour soigner les angines, la gonorrhée et les hépatites (Rwangabo, 1993). C'est de cette espèce qu'a été isolé pour la première fois l'*Umuhengerine*, un flavonoïde avec une forte activité antimicrobienne (Rwangabo et al., 1988). Elle traiterait également la blennorragie, les blessures et les plaies, les hépatites ethépatosplénomégalie (Rwangabo, 1993).

Il ressort également de notre travail que l'espèce *Solanecio mannii* (Hook.f.) C. Jeffrey, soigne le paludisme par expression des feuilles. D'autres études ont plutôt montré que le bain d'une décoction des feuilles *Solanecio mannii* (Hook.f.) C. Jeffrey, mélangées avec celles de *Gymnanthemum amygdalinum* (Delile) Sch. Bip. ex Walp et *S. oleracius*, soignerait la fièvre (Namukobe et al., 2011). L'espèce n'est pas connue contre la malaria mais une espèce du même genre (*C. monthuosum*) est rapportée contre la malaria en République Démocratique du Congo (Kasali et al., 2014).

Les racines et l'exsudat de *Euphorbia grantii* Oliv. traitent l'épilepsie, les maux de dents, et les morsure de serpent par l'application externe ou par voie nasale (Augustino et al., 2011). Elle traite également la blennorragie (Rwangabo, 1993) et est reconnue d'être porte-bonheur en buvant une décoction de jeune pousses (Ssegawa & Kasenene, 2007).

Plectranthus esculentus est attribué quant à elle l'efficacité contre la mauvaise digestion (mauve du ventre, nausée, vomissement, diarrhée). Elle est également utilisée comme purgatif , anthelminthique, et carminatif (Lukhoba et al., 2006).

Bien qu'elle soit citée dans cette étude comme espèce « anti-malaria », *Solanum terminale* n'est pas connue pour son action contre la malaria. Elle serait plutôt utilisée pour provoquer le travail chez la femme parturiente (Kamatenesi-Mugisha & Oryem-Origa, 2007). Elle est également utilisée pour soigner l'asthme (Tomani *et al.* 2018) et traiterait le kwashiorkor (Lawal *et al.*, 2010). D'autres espèces de notre inventaire sont peu rapportées comme « anti-malaria » ou bien même leur efficacité contre la malaria a été mise en doute. Nous citons ici les espèces *Gutenbergia cordifolia* Benth. ex Oliv., *Chenopodium ugandae* (Aellen) Aellen et *Aloe* sp.

Quoi que connue comme anti-malaria au Burundi, l'espèce *Gutenbergia cordifolia* Benth. ex Oliv. a été rapportée comme n'ayant pas d'activité antipaludéen malgré l'intérêt accordé par les Massaïs à cette espèce, par rapport à son utilité dans le traitement de la malaria (Koch et al., 2005). Elle lutterait également contre les tiques, la giardiase et la toux (Chifundera, 2001; Nanyingi et al., 2008).

Rapportée comme anti-malaria uniquement au Rwanda par Rwangabo (1993), *Chenopodium ugandae* est aussi une espèce antifongique et antibactérienne (Cos et al., 2002) notamment contre les coliques abdominales, maux de ventres, la dysenterie amibienne et « *ubuganga* » (Rwangabo, 1993). Elle serait également efficace comme agent de dépigmentation volontaire de la peau (Kamagaju et al., 2013).

L'espèce *Aloe* sp. est citée parmi les espèces utilisées dans le traitement du paludisme, mais nous n'avons pas pu trouver des études ayant revele cette affirmation. *L'Aloe vera* qui est une plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires (Michayewicz, 2013), n'a pas encore été étudiée pour sa propriété antipaludique. Par contre, plusieurs travaux de recherches ont montré qu'elle possède plutot une toxicité malgré ses activités hydratante, anti-inflammatoire et cicatrisante (Kemper & Chiou, 1999). Néanmoins, pour les Africains et les Zoulous , l*'Aloe vera* est considérée comme la plante qui guérit tout (Michayewicz, 2013), ce qui pourrait justifier l'importance accordée à cette espèce par la population burundiase dans lutte contre le paludisme.

IV.3. Plantes « anti-moustiques » recensées

Cette étude a permis de recenser 8 espèces utilisées par la population burundaise dans la lutte contre le vecteur du paludisme (Anti-moustiques). Ces espèces présentent des indices de consensus faibles, mais des travaux antérieurs de recherches ont démontré l'intérêt de certaines d'entre-elles dans la lutte contre le paludisme en général et de son vecteur en particulier.

Par exemple, l'espèce *Cymbopogon citratus* est connue comme un anti-moustique par fumigation des feuilles (Bonkian et al., 2017), mais son efficacité a été mise en cause. Néanmoins, l'utilisation de cette plante aurait des risque basées sur des composés irritant contre la peau qu'elle contiendrait (Maia & Moore, 2011).

L'évaluation de la composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*Eucalyptus globulus* a permis de conclure une bonne activité insecticide de cette plante contre la mouche domestique, *Musca domestica* L. (Kumar et al., 2012). Cet argument pourrait justifier le fait que la plante soit connue par la population burundaise pour être un répulsif de moustiques.

L'espèce *Azadirachta indica* A. Juss. a été fréquemment citée comme plante anti-moustique dans le district de Longido en Tanzanie (Innocent et al., 2016). Cette espèce possède également des composants biologiquement actifs qui montrent une activité insecticide (Rachid & Ahmad, 2013).

Les résultats de notre enquête montrent que la décoction de feuille de *Ocimum gratissimum* L. var. *gratissimum* soigne le paludisme. Ces résultats montrent également que la suspension de la plante ou ses feuilles dans la maison contribue à la répulsion de moustiques. Nos résultats cadrent donc avec ceux issus de l'enquête effectuée par (Chogo & Crank, 1982) qui ont montré que l'huile de *Ocimum gratissimum* L. var. *gratissimum* est un bon répulsif de moustique et antimicrobien, avec l'eugénol comme composant actif. Cela a permis l'utilisation de la plante comme insectifuge et son utilisation pour le traitement des affections de la peau, des yeux, des oreilles et de l'estomac (Chogo & Crank, 1982). L'espèce *Ocimum gratissimum* L. var. *gratissimum* a également révélé son rôle antiplasmodial, anti-moustique et anti-larval (Kiraithe et al., 2016) grâce à ses extraits ou la suspension de la plante ou ses feuilles dans la maison (Bonkian et al., 2017).

Les huiles essentielles de l'écorce de *Casuarina equisetifolia* sont efficaces contre les moustiques (Adeosun et al., 2016). Cependant, une autre étude a suggéré que *C. equisetifolia* favoriserait les insectes vecteurs de maladies (Reiskind et al., 2010). Le zeste et le jus du fruit de *Citrus limon* dans l'eau ont été rapporté contre les moustiques (Shaalan et al., 2005; Bonkian et al., 2017; Youmsi et al., 2017).

Par contre, bien que *Cupressus* sp. soit reconnue dans notre travail comme une plante « anti-moustiques », nous n'avons pas pu trouver des travaux de recherche ayant prouvé ce constat. Par ailleurs, il existe des espèces de ce genre qui ont un intérêt dans le traitement du paludisme. Par exemple, *C. lusitanica* est connue comme anti-malaria en République Démocratique du Congo par décoction des feuilles (Kasali et al., 2014). Des études supplémentaires sont nécessaires pour étudier l'espèce du genre *Cupressus* qui serait un répulsif de moustique.

IV.4. Parties, mode de préparation des recettes et leur administration

Les résultats de notre inventaire révèlent que la feuille et l'écorce sont les parties les plus utilisées chez les plantes « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi. La feuille a été rapportée, dans d'autres travaux de recherche, comme la partie la plus utilisée chez les plantes utilisées dans le traitement du paludisme (Bla et al., 2015; Mpiana et al., 2014; Sylla et al., 2018; Yetein et al., 2013). Quoi que la feuille soit rapportée comme la partie la plus utilisée, d'autres travaux ont par contre montré que c'est plutôt la tige feuillée qui est la plus utilisée chez la plupart des plantes utilisées dans le traitement du paludisme (Dénou et al., 2017).

Par rapport aux modes de préparation des médicaments, notre inventaire montre que l'expression est le mode de préparation de la recette médicinale le plus utilisé, c'est-à-dire dans 52 % des cas. D'autres modes utilisés sont la décoction (31 %), le brûlage dans la maison (7 %), l'infusion (5%), puis la plantation de l'espèce près de la maison (3 %) et la suspension de la plante dans la maison (2 %). Bien que l'expression des plantes soit décrite dans ce travail comme le mode d'exploitation le plus utilisé, d'autres chercheurs ont trouvé que c'est plutôt la décoction qui est la plus utilisée (Nzuki, 2016; Sylla et al., 2018; Yetein et al., 2013). La décoction et l'expression constituent les principaux modes de préparation les plus utilisés. Le recours à la décoction peut se justifier par le fait qu'elle présente l'avantage de favoriser l'extraction et de libérer les toxiques volatils (Bashige et al., 2017). Malheureusement, la décoction présente également le risque de dénaturer les principes actifs thermosensibles.

Cette étude montre enfin que la plupart des médicaments préparés à base de plantes sont administrés, pour la plupart des cas, par voie orale. D'autres modes d'administration des médicaments sont le bain de vapeur, l'extension de la fumée ou des composés volatils et l'application sur la peau. Ces résultats concordent avec ceux des autres études qui ont signalé que la voie orale est la voie d'administration la plus utilisée (Bashige et al., 2017).

Le recours à la voie orale pour la plupart des cas pourrait s'expliquer par le fait que l'ingestion des principes bioactifs par voie orale implique un processus métabolique beaucoup plus rapide et plus efficace que par voie cutanée (badigeonnage, ablution) et aéro-pharyngée comme l'instillation nasale et le bain de vapeur (Bla et al., 2015).

IV.5. Vulnérabilité des plantes en fonction des parties prélevées, des habitats et des types morphologiques

L'utilisation de la feuille chez la plupart des espèces « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi pourrait renseigner sur le degré de vulnérabilité de celles-ci. Le prélèvement des feuilles ne présente pas assez de danger pour la plante. Ouattara (2006) *in* (Bla et al., 2015) a montré que le prélèvement de 50 % des feuilles d'un arbre n'affecte pas de façon significative sa survie. Par contre, le prélèvement de l'écorce ou de la plante entière peut avoir des effets néfastes à la survie de l'espèce, surtout quand l'espèce concernée n'est pas abondante dans son milieu.

En outre, ce travail montre que les types morphologiques les plus dominants chez les espèces « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi sont les arbustes et les arbres. Les types morphologiques des espèces de notre inventaire peuvent renseigner sur leur vulnérabilité et ainsi éclairer la prise de décision en cas de la conservation. Des travaux de recherches ont permis de conclure qu'une espèce est beaucoup plus vulnérable lorsqu'elle se présente sous forme d'un arbre que lorsqu'elle se trouve sous une forme herbacée (Sibomana et al., 2012).

En utilisant la classification de Raunkier (1966), les types morphologiques des plantes anti-malaria et anti-moustiques recensées au Burundi sont regroupés dans deux grandes catégories : les phanérophytes (Arbres, arbustes) et les chaméphytes (herbacées).

Notre inventaire étant constitué essentiellement par les phanérophytes (Arbres, arbustes), nous admettons que les espèces anti-malaria et anti-moustiques recensées au Burundi sont vulnérables. Nous pensons toutefois que les paramètres de vulnérabilité des plantes ne se limitent pas aux types morphologiques.

Par rapport aux habitats, la plupart des espèces de notre inventaire sont rencontrées des forêts ayant subies des perturbations. Cela étant, des travaux de recherche ont prouvé que les espèces des forêts ayant subi une perturbation, sont vulnérables par rapport à celles des jachères ou les espèces des parcours (Sibomana et al., 2012). Les espèces indigènes rapportées dans ce travail ne sont pas également à l'abri de cette dégradation.

Les facteurs de vulnérabilité des espèces « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi tels que décrits dans ce travail comprennent le mode de récolte (parties prélevées) et le type morphologique et l'habitat. Cependant, les implications pour la conservation devraient tenir compte de tous ces facteurs de vulnérabilité. Les plantes « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi sont vulnérables et que la conservation de celles-ci s'avère très nécessaire d'une part pour leur protection et pour la conservation des biens et services qu'elles offrent d'autre part. Dans l'avenir, des études approfondies devraient être mener pour établir les priorités de conservation de ces espèces. Les espèces exposées au risque de disparition, devraient normalement être prioritaires en cas des programmes de conservation *in-situ* et/ou *ex-situ*. Les implications pour la conservation des plantes anti-malaria et anti-moustique recensées au Burundi pourraient faire les bonnes pratiques de gestion durable, incluant l'usage de ces plantes en agroforesterie.

V.6. Regard sur la relation entre les plantes anti-malaria et la prévention du Covid-19

Depuis l'annonce des premiers cas testés positifs au Covid-19, la population burundaise surtout celle des milieux urbains se tourne vers les plantes pour essayer de prévenir ou traiter cette pandémie. Certaines espèces anti-malaria de notre inventaire font également objet de ces essais. Il s'agit des plantes comme *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp., *Tetradenia urticifolia* (Baker) Phillipson, *Artemisia annua* L. et *Azadirachta indica* A. Juss. Ces plantes sont également vendues dans les rues de la capitale économique du Burundi et même d'autres localités du pays. A ces plantes s'ajoutent les fruits de *Citrus limon* (L.) Burm. f. qui sont également sollicitées pour leur intérêt probable à la prévention de cette pandémie.

Toutefois, selon l'OMS, la médecine traditionnelle recèle de nombreux bienfaits mais la rigueur scientifique doit primer dans les démarches engagées. Il est donc primordial de faire des essais cliniques rigoureux avant d'établir l'efficacité des remèdes à base des plantes et déterminer leurs effets indésirables (WHO, 2020).

Par exemple, le « Covid-Organics », une tisane à base d'*Artemisia annua* L., est mis en vente chez les malgaches. Il est utilisé en préventif, mais des observations cliniques ont montré une tendance à son efficacité en curatif (Larcher, 2020). La suspension des feuilles d'*Azadirachta indica* fournirait de l'oxygène et des études antérieures ont déjà mentionné qu'elle possède un effet antimicrobien, anti-inflammatoire, antifongique, antipyrétique et immunostimulant (Desai et al., 2020). L'eucalyptol (1,8 cinéole), une molécule présente dans l'huile essentielle *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp., possède un intérêt à la lutte contre le Covid-19. Des recherches supplémentaires restent toutefois nécessaires pour envisager son utilisation médicale (Sharma & Kaur, 2020).

Bien que les usagers de ces plantes au Burundi leur attribuent toutes les qualités pour dégager les voies respiratoires après un bain de vapeur, des études phytochimiques plus approfondies et des essais cliniques sont nécessaires pour évaluer l'efficacité des plantes anti-malaria qui présenteraient un intérêt particulier dans le traitement ou la prévention du Covid-19. Ces plantes étant très sollicitées par la population, des programmes de domestication s'avèrent nécessaires pour éviter l'épuisement de cette ressource.

CONCLUSION GENERALE

Le paludisme présente un problème de santé publique au niveau international en général et plus particulièrement dans le contexte africain où cette maladie sévit de manière endémique. Au Burundi, les incidences du paludisme demeurent également une réalité. L'usage d'insecticides pour lutter contre le vecteur du paludisme a contribué à la réduction de l'incidence de cette maladie, mais elle a été menacée par la résistance développée par le vecteur. La résistance du *Plasmodium* aux antipaludiques est également une menace à la lutte contre cette maladie.

Cette étude a été ainsi menée au Burundi dans le but de constituer une base d'information pour la recherche de nouvelles molécules à potentialités anti-malaria et/ou anti-moustiques. Les résultats montrent que la population burundaise détient des connaissances en rapport avec les plantes « anti-malaria » et « anti-moustiques ». Les valeurs très faibles des indices de consensus des informateurs ont permis d'admettre que la population burundaise dispose de très peu de connaissances sur les espèces répulsives de moustiques par rapport aux connaissances des plantes « anti-malaria ».

Certaines espèces comme *Plectranthus esculentus* L., *Solanum terminale* Forssk., *Lantana trifolia* L., *Euphorbia grantii* Oliv., *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell.) Kirkp. et *Solanecio mannii* (Hook.f.) C. Jeffrey sont citées pour la première fois en tant qu'espèces d'intérêt contre la malaria. D'autres comme *Gutenbergia cordifolia* Benth. ex Oliv., *Chenopodium ugandae* (Aellen) Aellen et *Aloe* sp. sont peu rapportées comme « anti-malaria » ou bien même leur efficacité contre la malaria a été mise en doute. Des analyses phytochimiques plus approfondies ou des essais cliniques sont nécessaires pour évaluer leur niveau d'efficacité phytothérapeutique.

L'étude a montré que les espèces « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi sont essentiellement préparées par expression et administrées par voie orale. La feuille est l'organe le plus exploité, ce qui présente un risque faible pour les plantes. Les arbres et arbustes constituent les types morphologiques les plus dominants, ce qui présente un risque élevé de vulnérabilité pour ces plantes. L'étude a en outre montré que les espèces « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi ne sont pas toutes indigènes. Elles sont rencontrées des milieux rudéraux ou ceux ayant subis des perturbations tels que les forêts peu perturbées, les jachères, les champs et les jardins, ce qui présente également un risque élevé de vulnérabilité de celles-ci.

Enfin, pour conserver les plantes « anti-malaria » et « anti-moustiques » recensées au Burundi ainsi que les biens et services qu'elles offrent, plusieurs actions devraient être menées dans l'avenir. Les perspectives d'avenir proposés dans ce travail comprennent la mise au point des études approfondies pour établir les priorités de conservation de ces espèces. Ainsi, les programmes de conservation *in-situ* et/ou *ex-situ* devraient cibler, dans la mesure du possible, les espèces exposées au risque de vulnérabilité. Les bonnes pratiques de gestion durable des plantes incluant leur utilisation en agroforesterie pourraient être une des approches pour la conservation des plantes « anti-malaria » et « anti-moustiques » au Burundi. Les plantes anti-malaria ou anti-moustiques sollicitées pour le traitement ou la prévention du Covid-19 devraient être conservées par la mise en place des programmes de domestication.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adeosun, C., Bamidele, I., Salau, B., & Ayorinde, A. (2016). Essential oil from the stem bark of Casuarina equisetifolia exhibits mosquitocidal potential. *Journal of Phytopathology and Pest Management*, *3*, 53–62.

Agbodeka, K., Gbekley, H. E., Karou, S. D., Anani, K., & Simpore, J. (2017). Activité antiplasmodiale des plantes médicinales d ' Afrique de l ' Ouest : Revue de la littérature. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, *28*(2), 121–129. https://www.researchgate.net/publication/311912390

Amri, E., & Kisangau, D. P. (2012). Ethnomedicinal study of plants used in villages around Kimboza forest reserve in Morogoro, Tanzania. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *8*(1), 9. https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-1

Aouinty, B., Oufara, S., Mellouki, F., & Mahari, S. (2006). Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (Ricinus communis L.) et du bois de thuya (Tetraclinis articulata (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : Culex pipiens (Linné), Aedes caspius . *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, *10*(2), 67–71. https://www.researchgate.net/publication/26433487

Asase, A., & Oppong-Mensah, G. (2009). Traditional antimalarial phytotherapy remedies in herbal markets in southern Ghana. *Journal of Ethnopharmacology*, *126*(3), 492–499. https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.09.008

Asase, A., Oteng-Yeboah, A. A., Odamtten, G. T., & Simmonds, M. S. J. (2005). Ethnobotanical study of some Ghanaian anti-malarial plants. *Journal of Ethnopharmacology*, *99*, 273–279. https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.02.020

Aston Philander, L. (2011). An ethnobotany of Western Cape Rasta bush medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, *138*(2), 578–594. https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.10.004

Augustino, S., Hall, J. B., Makonda, S. B. F., & Ishengoma, R. C. (2011). Medicinal resources of the miombo woodlands of Urumwa, Tanzania: plants and its uses. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5*(27), 6352–6372. https://doi.org/10.5897/jmpr10.517

Bashige, C. V, Bakari, A. S., Mbuyi, K. S., Kahumba, B. J., Duez, P., & Lumbu, S. J. . (2017). Étude ethnobotanique , phytochimique et évaluation de l ' activité antiplasmodiale de 13 plantes réputées antipaludéennes dans la commune du Kenya (Lubumbashi , RDC). *Phytothérapie*, 10. https://doi.org/10.1007/s10298-017-1152-x

Bla, K., Trebissou, J., Bidie, A., Assi, Y., Zihiri-Guede, N., & Djaman, A. (2015). Étude ethnopharmacologique des plantes antipaludiques utilisées chez les Baoulé- N'Gban de Toumodi dans le Centre de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences*, *85*(1), 7775. https://doi.org/10.4314/jab.v85i1.4

Bonkian, L. N., Yerbanga, R. S., Coulibaly, M. T., Lefevre, T., Sangaré, I., Ouédraogo, T., Traoré, O., Ouédraogo, J. B., Guiguemdé, T. R., & Dabiré, K. R. (2017). Plants against Malaria and Mosquitoes in Sahel region of Burkina Faso : An Ethno-botanical survey. *International Journal of Herbal Medicine*, *5*(3), 82–87.

Bonkian, L., Yerbanga, R., Traoré Coulibaly, M., Lefevre, T., Sangaré, I., Ouédraogo, T., Traoré, O., Ouédraogo, J., Guiguemdé, T., & Dabiré, K. (2017). Plants against Malaria and Mosquitoes in Sahel region of Burkina Faso : An Ethno-botanical survey. *International Journal of Herbal Medicine*, *5*(3), 82–87. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02411013

Chagnon, M. (1984). *Inventaire pharmacologique medicinales rwandaises general des plantes*. *12*.

Chandre, F., Darrier L, M., Akogbeto, M., O, F., Jean, M., & P, G. (1999). Situation de la résistance aux pyréthrinoïdes chez Anopheles gambiae sensu lato. *Bulletin of the World Health Oganization*, 230–234.

Chantal, S. (2016). *Les plantes médicinales de la région montagneuse de Kahuzi-Biega en République démocratique du Congo : utilisation , accessibilité et consensus des tradipraticiens*. *December 2015*.

Chardon, P.-A. (1981). Méthodes pratiques de dépouillement de questionnaires. *Université de Neuchâtel*, 1–136. http://doc.rero.ch/lm.php?url=1000,40,4,20051227102903-ES/2_these_ChardonPA.pdf

Chifundera, K. (2001). Contribution to the inventory of medicinal plants from the Bushi area, South Kivu Province, Democratic Republic of Congo. *Fitoterapia*, *72*(4), 351–368. https://doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00294-X

Chogo, J. B., & Crank, G. (1982). Chemical composition and biological activity of the tanzanian plant Ocimum suave. *Journal of Natural Products*, 308–311. https://doi.org/https://doi.org/10.1021/np50015a012

Chogo, J., & Crank, G. (1982). Essential oil and leaf constituents of Lippia ukambensis from Tanzania. *Journal of Natural Products*, *45*(2), 186–188. https://doi.org/https://doi.org/10.1021/np50020a013

Cos, P., Hermans, N., De Bruyne, T., Apers, S., Sindambiwe, J. B., Vanden Berghe, D., Pieters, L., & Vlietinck, A. J. (2002). Further evaluation of Rwandan medicinal plant extracts for their antimicrobial and antiviral activities. *Journal of Ethnopharmacology*, *79*, 155–163. https://doi.org/10.1016/S0378-8741(01)00362-2

Danis, M. (2019). Proposition d ' un traitement du paludisme par des feuilles d ' Artemisia ☪ , ☪☪ About treatment of malaria with Artemisia leaves. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, *203*(3–4), 122–123. https://doi.org/10.1016/j.banm.2019.04.004

Dénou, A., Koudouvo, K., Togola, A., Haïdara, M., Dembélé, S. M., Ballo, F. N., Sanogo, R., & Diallo, D. (2017). *Savoir traditionnel sur les plantes antipaludiques à propriétés analgésiques , utilisées dans le district de Bamako (Mali)*. 10985–10995.

Desai, A., Desai, C., Desai, H., Mansuri, A., & Desai, J. (2020). Possible role of medicinal plants in Covid19 - A brief review. *International Journal of Scientific Development and Research*, *5*(4), 205–209.

Durand, M., & Loup, C. (2007). *L'avenir des Herbiers de Montpellier*. 25.

Gakuya, D. W., Itonga, S. M., Mbaria, J. M., Muthee, J. K., & Musau, J. K. (2013). Ethnobotanical survey of biopesticides and other medicinal plants traditionally used in Meru central district of Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, *145*(2), 547–553. https://doi.org/10.1016/J.JEP.2012.11.028

Gassita, J. (1995). La Nouvelle Pharmacopée Pragmatique Africaine (N.P.P.A), justification scientifique et applications industrielles. *Pharm. Méd. Trad. Afr.*, 95–100.

Ghalem, B. R., & Mohamed, B. (2008). Antibacterial activity of leaf essential oils of Eucalyptus globulus and Eucalyptus camaldulensis. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, *2*(10), 211–215.

Hafsa, J., Smach, M. ali, Ben Khedher, M. R., Charfeddine, B., Limem, K., Majdoub, H., & Rouatbi, S. (2016). Physical, antioxidant and antimicrobial properties of chitosan films containing Eucalyptus globulus essential oil. *LWT - Food Science and Technology*, *68*, 356–364. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.050

Harkat-Madouri, L., Asma, B., Madani, K., Bey-Ould Si Said, Z., Rigou, P., Grenier, D., Allalou, H., Remini, H., Adjaoud, A., & Boulekbache-Makhlouf, L. (2015). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of essential oil of Eucalyptus globulus from Algeria. *Industrial Crops and Products*, *78*, 148–153. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.015

Innocent, E., Augustino, S., & Kisinza, W. (2016). Plants Used to Control Mosquitoes and Treat Mosquito Related Diseases in Plants Used to Control Mosquitoes and Treat Mosquito Related Diseases in Maasai-land of Longido District , Tanzania. *European Journal of Medicinal Plants*, *January*. https://doi.org/10.9734/EJMP/2016/23214

Innocent, E., Hassanali, A., Kisinza, W. N. W., Mutalemwa, P. P. P., Magesa, S., & Kayombo, E. (2014). Anti-mosquito plants as an alternative or incremental method for malaria vector control among rural communities of Bagamoyo District, Tanzania. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *10*(1), 11. https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-56

Jansen, O., Frédérich1, M., Tits, M., Angenot, L., Cousineau, S., Bessot, L., Crunet, C., & Nicolas, J.-P. (2008). Ethnopharmacologie et paludisme au Burkina-Faso : sélection de 13 espèces à potentialités antiplasmodiales méconnues. *Ethnopharmacologia*, *41*, 12.

Kamagaju, L., Bizuru, E., Minani, V., Morandini, R., Stévigny, C., Ghanem, G., & Duez, P. (2013). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Rwanda for voluntary depigmentation. *Journal of Ethnopharmacology*, *150*(2), 708–717. https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.09.031

Kasali, F. M., Mahano, A. O., Nyakabwa, D. S., Kadima, N. J., Misakabu, F. M., Tshibangu, D. S. T., Ngbolua, K. N., & Mpiana, P. T. (2014). Ethnopharmacological survey of medicinal plants used against malaria in Bukavu city (D.R. Congo). *European Journal of Medicinal Plants*, *4*(1), 29–44. https://doi.org/10.9734/ejmp/2014/5766

Kaur, D., Kaur, N., & Chopra, A. (2019). *A comprehensive review on phytochemistry and pharmacological activities of Vernonia amygdalina*. *8*(3), 2629–2636.

Kemper, K. J., & Chiou, V. (1999). Aloe vera (Aloe vera). *Http://Www.Longwoodherbal.Org/*, 1–24. http://www.longwoodherbal.org/aloe/aloe.pdf

Kiraithe, M. N., Nguta, J. M., Mbaria, J. M., & Kiama, S. G. (2016). Evaluation of the use of Ocimum suave Willd. (Lamiaceae), Plectranthus barbatus Andrews (Lamiaceae) and Zanthoxylum chalybeum Engl. (Rutaceae) as antimalarial remedies in Kenyan folk medicine. *Journal of Ethnopharmacology*, *178*, 266–271. https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.12.013

Koch, A., Tamez, P., Pezzuto, J., & Soejarto, D. (2005). Evaluation of plants used for antimalarial treatment by the Maasai of Kenya. *Journal of Ethnopharmacology*, *101*(1–3), 95–99. https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.03.011

Koné, D. (2018). Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes : extraction , identification d ? alcaloïdes - caractérisation , quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. In *HALL* (p. 189).

Kouadio, B., Djeneb, C., Guessan, F. N., Yvette, B., & Noël, Z. G. (2016). *Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le Département de Transua , District du Zanzan (Côte d ' Ivoire)*. *27*(2), 4230–4250.

Kumar, P., Mishra, S., Malik, A., & Satya, S. (2012). Compositional analysis and insecticidal activity of Eucalyptus globulus (family: Myrtaceae) essential oil against housefly (Musca domestica). *Acta Tropica*, *122*(2), 212–218. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2012.01.015

Lapenna, S., Bergonzi, M. C., Vincieri, F. F., & Bilia, A. R. (2008). *Natural Product Communications Comparative Analysis of Antimalarial Principles in Artemisia annua L . Herbal Drugs from East Africa*.

Larcher, L. (2020). *Contre le Covid-19, Madagascar parie sur l'artemisia*. https://www.la-croix.com/Monde/Afrique/Contre-Covid-19-Madagascar-parie-lartemisia-2020-04-22-1201090597

Lukhoba, C. W., Simmonds, M. S. J., & Paton, A. J. (2006). Plectranthus: A review of ethnobotanical uses. *Journal of Ethnopharmacology*, *103*, 1–24. https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.09.011

Maia, M. F., & Moore, S. J. (2011). Plant-based insect repellents: A review of their efficacy, development and testing. *Malaria Journal*, *10*(SUPPL. 1), 1–14. https://doi.org/10.1186/1475-2875-10-S1-S11

MEEATU. (2016). *Stratégie Nationale et Plan d'Action en matière d'accès aux ressources génétiques et de partage des avantages découlant de leur utilisation au Burundi* (OBPE (ed.); p. 51). http://bi.chm-cbd.net.

Mergeai, G. (2014). Artemisia annua, un espoir pour contrôler les principales maladies parasitaires en Afrique subsaharienne. *Tropicultura*, *32*(1), 1–2.

Michayewicz, N. (2013). *L ' Aloe vera , plante médicinale traditionnellement et largement utilisée depuis des millénaires , aux nombreuses propriétés thérapeutiques . Plante miracle ?* https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01731937

Mpiana, P. ., Kalonda, E. M., Mbayo, M. K., Muhume, S. K., Kasereka, M., Mulamba, J. ., Manya, H. ., Lumbu, J. B. ., Misakabu, F. ., & Kasali, M. (2014). Ethnopharmacological survey of plants used against malaria in Lubumbashi city (D.R. Congo). *Journal of Advanced Botany and Zoology*, *1*(2). https://doi.org/10.15297/jabz.v1i2.02

MSPLS. (2009). *Plan stratégique de lutte contre le paludismen au burundi (2008-2012)*. 0–50.

Mwitari, P. G., Ayeka, P. A., Ondicho, J., Matu, E. N., & Bii, C. C. (2013). *Antimicrobial Activity and Probable Mechanisms of Action of Medicinal Plants of Kenya : Withania somnifera , Warbugia ugandensis , Prunus africana and Plectrunthus barbatus*. *8*(6), 4–12. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065619

N'Guessan, K., Trabi, FH., Kone, M. (2009). Etude ethnopharmacologique de plantes utilisées en médecine traditionnelle ches les Abbey et Krobou d'Agboville (Côte d'Ivoire). *Ethnopharmacologia*, *44*, 42–50.

Namukobe, J., Kasenene, J. M., Kiremire, B. T., Byamukama, R., Kamatenesi-Mugisha, M., Krief, S., Dumontet, V., & Kabasa, J. D. (2011). Traditional plants used for medicinal purposes by local communities around the Northern sector of Kibale National Park, Uganda. *Journal of Ethnopharmacology*, *136*, 236–245. https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.04.044

Nanyingi, M. O., Mbaria, J. M., Lanyasunya, A. L., Wagate, C. G., Koros, K. B., Kaburia, H. F., Munenge, R. W., & Ogara, W. O. (2008). Ethnopharmacological survey of Samburu district, Kenya. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, *4*, 1–12. https://doi.org/10.1186/1746-4269-4-14

Ndabirorere, S. (1999). *Données statistiques des produits forestiers non-ligneux du Burundi* (p. 34). FAO. www.fao.org/3/X6698F/X6698F00.pdf

Nzigidahera, B, Mbarushimana, D., Habonimana, B., & Habiyaremye, F. (2016). *Habitats du Parc National de la Ruvubu au Burundi. Guide sur la flore pour le suivi de la dynamique des habitats du PNR*.

Nzigidahera, Benoît. (2012). *Description du Burundi : Aspects physiques*. MINEAGRIE, ex. MINAGRIE.

Nzigidahera, Benoît. (2017). *Droit d'usages des ressources biologiques des aires protégées et d'autres milieux naturels*.

Nzuki, B. F. (2016). *Recherches ethnobotaniques sur les plantes médicinales dans la Région de Mbanza- Ngungu, RDC*.

OMS. (1978). *Rapport de la Conférence internationale sur les soins de santé primaires* (p. 88). https://www.who.int/topics/primary_health_care/alma_ata_declaration/fr/ Visité le 25 juin 2019

OMS. (2002). *Stratégie de l'OMS pour la Médecine Traditionnelle pour 2002-2005 Organisation mondiale de la Santé Genève*. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67313/WHO_EDM_TRM_2002.1_fre.pdf?sequence=1

OMS. (2013). *Renforcement du rôle de la médecine traditionnelle dans les systèmes de santé : une stratégie pour la région africaine : rapport du secrétariat. OMS. Bureau régional de l'Afrique. 14*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Ousset, J. L. P. (2006). *Politiques nationales PLACE DES MÉDICAMENTS TRADITIONNELS EN AFRIQUE*. 606–609.

Pradines, B., Dormoi, J., Briolant, S., Bogreau, H., & Rogier, C. (2010). La résistance aux antipaludiques. *Revue Francophone Des Laboratoires*, *2010*(422), 51–62. https://doi.org/10.1016/s1773-035x(10)70510-4

Rachid, M., & Ahmad, A. (2013). The Effect of Neem (Azadirachta indica) Leaves Extract on the Ecdysis and Mortality of Immature Stages of Common House Mosquito Culex pipiens fatigans. *Biologia (Pakistan)*, *59*(2).

Reiskind, M. H., Zarrabi, A. A., & Lounibos, L. P. (2010). Invasive leaf resources alleviate density dependence in the invasive mosquito, Aedes albopictus. *Biological Invasions*, *12*(7), 2319–2328. https://doi.org/10.1007/s10530-009-9646-6

Rhattas, M., Douira, A., & Zidane, L. (2016). *Étude ethnobotanique des plantes médicinales dans le Parc National de Talassemtane (Rif occidental du Maroc)*. *9211*, 9187–9211.

Rodrigo, L., Gazzaneo, S., Farias, R., Lucena, P. De, & Albuquerque, U. P. De. (2005). *Knowledge and use of medicinal plants by local specialists in an region of Atlantic Forest in the state of Pernambuco (Northeastern*. *8*, 1–8. https://doi.org/10.1186/1746-4269-1-9

Rokia, S. (2013). *Le rôle des pharmacopées traditionnelles dans la lutte contre le paludisme*. 1–5. http://www.doc-developpement-durable.org/file/sante-hygiene-medecine/Maladies/paludisme-malaria/rôle des pharmacopées traditionnelles dans la lutte contre le paludisme.pdf Visité le 02 juillet 2019

Rubert, A., Guillon-Grammatico, L., Chandenier, J., Dimier-Poisson, I., & Desoubeaux, G. (2016). Insecticide resistance in anopheles mosquitoes: Additional obstacles in the battle against malaria. *Medecine et Sante Tropicales*, *26*(4), 423–431. https://doi.org/10.1684/mst.2016.0634

Rwangabo, P. C. (1993). *La médecine traditionnelle au Rwanda. KARTHALA Editions.* (Karthala &).

Rwangabo, P. C., Claeys, M., Pieters, L., Corthout, J., Vanden Berghe, D. A., & Vlietinck, A. J. (1988). Umuhengerin, a new antimicrobially active flavonoid from lantana trifolia. *Journal of Natural Products*, *51*, 966–968. https://doi.org/10.1021/np50059a026

Sani, Y. (2013). *Le paludisme : repères historiques, climatiques et anthropiques* (Vol. 9, Issue 2004). https://www.ruor.uottawa.ca/bitstream/10393/24125/3/Yaya_Sanni_2013_Le_paludisme_repères_historiques_climatiques_et_anthropiques.pdf Visité le 05 juillet 2019

Shaalan, E. A. S., Canyon, D., Younes, M. W. F., Abdel-Wahab, H., & Mansour, A. H. (2005). A review of botanical phytochemicals with mosquitocidal potential. *Environment International*, *31*, 1149–1166. https://doi.org/10.1016/j.envint.2005.03.003

Sharma, A. D., & Kaur, I. (2020). *Eucalyptol (1,8 cineole) from eucalyptus essential oil a potential inhibitor of COVID 19 corona virus infection by Molecular docking studies*. *March*. https://doi.org/10.20944/preprints202003.0455.v1

Sibomana, R., Bukobero, L., Hariyongabo, H., & Niyonkuru, D. (2017). Effet de la cataire non transformée sur la répulsion des moustiques. *Université Populaire Haguruka*, 1–4.

Sibomana, S., Nshimba, S.-M., Koffi, K. J., Robbrecht, E., Lejoly, J., Habonimana, B., & Bogaert, J. (2012). *Identification des plantes menacées du Burundi par l'analyse de la vulnérabilité*. *85*(2008), 77–85.

Sinzinkayo, D. (2018). *Etat des lieux de la malaria au Burundi*. http://www.ub.edu.bi/wp-content/uploads/2018/05/EtatdeslieuxdelaMalariaauBurundi.pdf Visité le 05 Août 2019

Soh, P. N. (2008). *Recherche de nouveaux composés à activité antipaludique à partir de différentes pharmacopées traditionnelles*. 167.

Ssegawa, P., & Kasenene, J. M. (2007). Medicinal plant diversity and uses in the Sango bay area, Southern Uganda. *Journal of Ethnopharmacology*, *113*(3), 521–540. https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.07.014

Sylla, Y., Silue, D. K., Ouattara, K., & Kone, M. W. (2018). Etude ethnobotanique des plantes utilisées contre le paludisme par les tradithérapeutes et herboristes dans le district d'Abidjan (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, *12*(3), 1380. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v12i3.25

Treyvaud, V., Arnason, J. T., Maquin, P., Cal, V., Belize, S., Amiguet, V. T., Arnason, J. T., Maquin, P., Cal, V., Vindas, P. S., & Poveda, L. (2016). *A Consensus Ethnobotany of the Q ' eqchi ' Maya of Southern Belize Pablo Sanchez Vindas and Luis Poveda Published by : Springer on behalf of New York Botanical Garden Press Stable URL : http://www.jstor.org/stable/4256933 REFERENCES Linked references are* . *59*(1), 29–42.

WHO. (2014). WHO Malaria Report 2014. *Lancet*, *365*(9469), 1487–1498. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66420-3

WHO. (2018). *World Malaria Report 2018 Isbn 978 92 4 156565 3*. www.who.int/malaria

WHO. (2019). *World malaria report 2019*. www.who.int/malaria

WHO. (2020). *L'OMS soutient une médecine traditionnelle reposant sur des éléments scientifiques probants*. 2. https://www.afro.who.int/fr/news/loms-soutient-une-medecine-traditionnelle-reposant-sur-des-elements-scientifiques-probants

Yerbanga, R. S., Rayaisse, J. B., Vantaux, A., Salou, E., Mouline, K., Hien, F., Habluetzel, A., Dabiré, R. K., Ouédraogo, J. B., Solano, P., & Lefèvre, T. (2016). Neemazal ® as a possible alternative control tool for malaria and African trypanosomiasis? *Parasites and Vectors*, *9*(1), 1–14. https://doi.org/10.1186/s13071-016-1538-x

Yetein, M. H., Houessou, L. G., Lougbégnon, T. O., Teka, O., & Tente, B. (2013). Ethnobotanical study of medicinal plants used for the treatment of malaria in plateau of Allada, Benin (West Africa). *Journal of Ethnopharmacology*, *146*(1), 154–163. https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.12.022

Youmsi, R. D. F., Fokou, P. V. T., Menkem, E. Z., Bakarnga-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*, 1–14. https://doi.org/10.1186/s13002-017-0155-x

ANNEXES

Annexe 1. Questionnaire d'enquête

Cible : Populations et herboristes **Date :**

I. IDENTIFICATION DE L'ENQUETE (E)

Nom : ……

Prénom : ……

Fiche Nº : ……

Age :

Sexe : ☐ Homme ☐ Femme

Etat civil : ☐ Célibataire ☐ Marié (e) ☐ Veuf/Veuve ☐ Divorcé (e)

Niveau d'étude : ☐ Aucun ☐ Primaire ☐ Secondaire ☐ Université

Profession : ……

Religion : ☐ Musulmans ☐ Pentecôtes
☐ Catholiques ☐ Témoins de Jéhovah
☐ Protestants ☐ Eglises évangéliques
☐ Adventistes ☐ Autres (à préciser)

Province : ……

Commune : ……

Colline : ……

Sous-colline : ……

II. CONNAISSANCE DES PLANTES ANTI-MOUSTIQUES ET ANTI-MALARIA AINSI QUE LEURS PROPRIETES

1) Avez-vous déjà entendu parler des plantes anti-moustiques et/ou anti-malaria ?

OUI ☐ NON ☐

2) Connaissez-vous des espèces végétales utilisées dans la lutte contre les moustiques et/ou la malaria dans votre localité ?

OUI ☐ NON ☐

Si la réponse est négative, l'enquête s'arrête.

Si oui, quelles sont ces espèces ?

N°	***Nom vernaculaire***	***Nom scientifique***	***Nom commun***
1	……	……	……
2	……	……	……
3	……	……	……
4	……	……	……
5	……	……	……
6	……	……	……

3) Quelles sont les propriétés « anti-malaria » relatives de chaque espèce par rapport à la répulsion et/ou à l'élimination des moustiques ?

Propriété / **Nom de l'espèce**	***Insectifuge***	***Insecticide***	***Anti-malaria***
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

4) Quelle (s) est (sont) la (les) partie (s) de la plante exploitée (s) dans la lutte contre les moustiques et la malaria ? ***Plante fraîche*** ☐ ***Plante séchée*** ☐

Les tiges ☐ Les fleurs ☐ L'écorce ☐

Les racines ☐ Les graines ☐ Les huiles essentielles ☐

Les feuilles ☐ Les fruits ☐ Autres. (À préciser) ☐

5) Comment est-ce que vous préparez la plante pour l'utiliser ?

Mode de préparation	***Espèce 1***	***Espèce 2***	***Espèce 3***	***Espèce 4***	***Espèce 5***	***Espèce 6***
Poudre						
Décoction						
Infusion						
Cataplasme						
Expression						

6) Parmi les espèces végétales utilisées dans la lutte contre les moustiques et/ou la malaria que vous connaissez, lesquelles sont natives ?

1……. 4…….

2……. 5…….

3……. 6…….

III. DISTRIBUTION ET ECOLOGIE DES PLANTES ANTI-MOUSTIQUES ET ANTI-MALARIA

1) Quels sont les habitats où rencontrez-vous les espèces énumérées ?

Habitat / **Nom de l'espèce**	***Forêt***	***Jachère***	***Jardin***	***Champs***	***Marais***	***Savanes***
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

2) Auriez-vous des informations sur la présence de chaque espèce dans d'autres régions naturelles ou provinces du Burundi ?

Espèce ***Région naturelle ou province***

1. …….. *(1)* …… *(2)* …… *(3)* ……

2. …….. *(1)* …… *(2)* …… *(3)* ……

3. …….. *(1)* …… *(2)* …… *(3)* ……

4. …….. *(1)* …… *(2)* …… *(3)* ……

5. …….. *(1)* …… *(2)* …… *(3)* ……

6. …….. *(1)* …… *(2)* …… *(3)* ……

Annexe 2. Illustration de quelques espèces de la famille des Lamiaceae



Ocimum gratissimum



Plectranthus barbatus



Tetradenia urticifolia

Annexe 3. Illustration de quelques espèces de la famille des Asteraceae



Solanecio manii



Gutenbergia cordifolia



Baccharoides lasiopus



Gymnanthemum amygdalinum



Tithonia diversifolia



Erigeron sumatrensis

Annexe 4. Illustration de quelques espèces de la famille des Fabaceae



Cajanus cajan



Sesbania sesban



Senna didymobotrya

Annexe 5. Illustration de quelques espèces des familles des Chenopodiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae et Bignoniaceae



Chenopodium ugandae



Eucalyptus globulus* subsp. *Maidenii



Psidium guajava



Cinchona officinalis



Rubia cordifolia



Markhamia lutea

Annexe 6. Illustration de quelques espèces des familles des Solanaceae, Verbenaceae, Casuarinaceae et Cupressaceae



Physalis angulata



Solanum terminale



Lantana camara



Lantana trifolia



Casuarina equisetifolia



***Cupressus* sp.**

Annexe 7. Illustration de quelques espèces des familles des Euphorbiaceae, Meliaceae, Phytolacaceae et Sapindaceae



Euphorbia grantii



Azadirachta indica



Phytolacca dodecandra



Dodonaea viscosa