

Étude ethnobotanique, phytochimique et évaluation de l'activité antiplasmodiale de 13 plantes réputées antipaludéennes dans la commune du Kenya (Lubumbashi, RDC)

Study of the Ethnobotanical, Phytochemical, and Antiplasmodial Activity of Thirteen Medicinal Plants Used against Malaria in Kenya Commune (Lubumbashi, RDC)

V. Bashige-Chiribagula · S. Bakari-Amuri · S. Mbuyi-Kalonji · J. Kahumba-Byanga · P. Duez · J.B. Lumbu-Simbi

© Lavoisier SAS 2017

Résumé Cette étude a été menée à Lubumbashi, entre 2011 et 2013, en vue de réunir des informations ethnobotaniques sur les plantes utilisées comme antipaludéens dans la commune de la Kenya (RD Congo), mais aussi d'évaluer leur activité antiplasmodiale et de déterminer leur composition chimique. La récolte des données ethnobotaniques s'est appuyée sur l'interview libre à l'aide d'un questionnaire. L'évaluation de l'activité antiplasmodiale a exploité la méthode microscopique de Rieckmann, et le criblage chimique a utilisé des réactions classiques en solution. Vingt tradipraticiens (âge moyen : 51,5 ans ; extrêmes : 28 et 76 ans) ont été consultés. Ils ont permis de renseigner 13 espèces végétales appartenant à huit familles dominées par les Fabaceae (46,2 %) et regroupées en 13 genres. La feuille est l'organe le plus employé (53,8 %). Elle est préparée préférentiellement sous forme de décoction (85 %) et administrée per os (65 %). Parmi les plantes recensées pour lesquelles la littérature ne rapporte aucune information sur une étude antérieure de l'activité antiplasmodiale, les extraits méthanoliques des feuilles de *Landolphia kirkii* ont présenté

une activité antiplasmodiale la plus prometteuse (CI_{50} : 9,9 $\mu\text{g/ml}$). Alcaloïdes, flavonoïdes, quinones, terpénoïdes, stéroïdes et saponines ont été identifiés dans la même plante. Ces résultats ont permis de conclure que les tradipraticiens de la commune de Kenya disposent des recettes antipaludéennes à base de plantes dont l'efficacité est effective. Ces recettes renferment plusieurs métabolites qui seraient responsables de l'activité observée.

Mots clés Activité antiplasmodiale · Criblage chimique · Enquête ethnobotanique · Kenya · RD Congo

Abstract This study was carried out in Lubumbashi between 2011 and 2013, and aimed to collect ethnobotanical knowledge about plants used as an antimalarial drug in the urban community of Kenya, to evaluate their antiplasmodial activity, and to determine their chemical composition. Ethnobotanical data were collected based on free interviews using a questionnaire. The antiplasmodial activity was evaluated by the Rieckmann microtest method while chemical screening was carried out using the classical solution reactions. From 13 traditional healers (average age: 51.5 years, extremes: 28–76 years), 13 plants species derived from 8 families dominated by Fabaceae (46.2%) and grouped into 13 genera was collected. The leaf is the most common part used (53.8%) prepared preferentially as a decoction (85%) and administered orally (65%). Methanolic extracts of the leaves of *Landolphia kirkii* showed the most promising antiplasmodial activity (IC_{50} : 9.9 $\mu\text{g/ml}$). Alkaloids, flavonoids, quinones, terpenoids, steroids, and saponins have been identified. Traditional health practitioners in Kenya Commune therefore have and use antimalarial herbal recipes that contain several metabolites and have proven to be effective.

Keywords Antiplasmodial activity · Screening phytochemical · Ethnobotanical study · Kenya · DR Congo

V. Bashige-Chiribagula (✉) · S. Bakari-Amuri · J. Kahumba-Byanga
Laboratoire de pharmacognosie,
faculté des sciences pharmaceutiques,
université de Lubumbashi, 27, avenue Kato,
commune Kampemba,
Lubumbashi, RD Congo
e-mail : valbash@yahoo.fr

V. Bashige-Chiribagula · S. Bakari-Amuri · P. Duez
Laboratoire de chimie thérapeutique et pharmacognosie,
faculté de médecine et de pharmacie,
université de Mons (UMONS),
bâtiment Mendeleïev, avenue Maistriau, B-7000 Mons, Belgique

V. Bashige-Chiribagula · S. Mbuyi-Kalonji · J.B. Lumbu-Simbi
Laboratoire de chimie organique, faculté des sciences,
université de Lubumbashi,
2, avenue de la Maternité, commune de Lubumbashi, RD Congo

Introduction

Chaque année à travers le monde, on enregistre près de 300 millions des cas du paludisme et près de 900 milles décès dont 40 % sont issus du Nigeria et de la RD Congo. En RD Congo, la plus grande partie du pays est hyperendémique [1], et le nombre de décès dû à cette parasitose est estimé à 100 000 personnes chaque année [2]. Les enfants de moins de cinq ans sont les plus vulnérables d'autant plus que près d'un enfant sur dix meurt du paludisme dans ce pays. Au Katanga, la prévalence de cette pathologie est estimée à 32 % [3]. Il convient de noter que les antipaludéens, utilisés comme moyens de lutte, souffrent de plus en plus des problèmes de résistance [4,5]. De surcroît, cette parasitose est responsable d'une réduction annuelle de produit intérieur brut de la RDC estimée à plus de 12 milliards de dollars américains [6]. Cette pathologie constitue ainsi un véritable problème de santé publique et un frein de développement pour ce pays à ressources limitées. La recherche de nouveaux antipaludéens constitue dans ce contexte une urgence pour laquelle les plantes médicinales pourraient être une bonne alternative, et ce pour plusieurs raisons. En effet, les populations africaines alternent entre les antipaludéens modernes et ceux de la médecine traditionnelle, faute d'avoir accès aux avantages de la biomédecine [7] et par habitudes socioculturelles [8]. De surcroît, les antipaludéens les plus efficaces à ce jour sont issus de la médecine traditionnelle. C'est le cas de la quinine, isolée de *Cinchona officinalis* L. [9], et de l'artémisinine, isolée de *Artemisia annua* L. [8]. Eu égard à cela, la présente étude a été conduite en vue de puiser dans l'arsenal thérapeutique traditionnel lushois¹ des plantes réputées antipaludéennes et évaluer leur activité sur *Plasmodium falciparum*, l'espèce la plus incriminée dans la survenue du paludisme. Elle cherche aussi à identifier des groupes bioactifs de ces plantes.

Matériel et méthodes

Cadre expérimental

Cette étude a été effectuée dans la commune de la Kenya, l'une des sept communes de la ville de Lubumbashi chef-lieu de la province du Haut-Katanga en RD Congo. Elle se situe entre 11° 41' latitude sud et 27° 28' longitude est, à 1 230 m d'altitude. Elle connaît un climat tropical à deux saisons bien tranchées : la sèche et la humide, la première étant prédominante (d'avril à octobre). Sa pluviométrie moyenne est de 1 228 mm d'eau et sa température moyenne de 20 °C. Elle

¹ Lushois : de Lubumbashi (abrégié en L'shi).

compte 94 817 habitants répartis en quatre quartiers (Luabala, Luapula, Luvua et Brondo) [10].

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude était constitué des organes de 13 plantes : *Acacia polyacantha* Willd. (écorces de racine, tige et feuilles), *Albizia adianthifolia* (Schum.) W. Wight (écorces de racine, tige et feuilles), *Anisophyllea pomifera* Engl. & Brehmer (tige, feuilles et racine), *Azadirachta indica* A. Juss. (tige, feuilles et racines), *Bobgunnia madagascariensis* (Desv.) J.H. Kirkbr. & Wiersma (racine, tige et feuilles), *Cajanus cajan* (L.) Millsp (feuilles, tige et racine), *Senna occidentalis* (L.) Link (tige, feuilles et racine), *Ocimum gratissimum* L. (feuilles, tige et racine), *Landolphia kirkii* Dyer (feuilles, tige, racine), *Phyllanthus muellerianus* (Kuntze) Exell (écorces de tige, feuilles et racine), *Pterocarpus angolensis* DC (écorces de tige, feuilles et racine), *Entada abyssinica* A. Rich. (racine, tige, feuilles) et *Ziziphus mucronata* Willd. (racine, feuilles et tige).

Récolte des données ethnobotaniques

En conformité avec les directives décrites par Nina et al. sur la conduite de l'enquête ethnobotanique pour les plantes antipaludéennes [11], les données ethnobotaniques ont été récoltées par interview direct à l'aide d'un questionnaire guide reprenant les caractéristiques sociodémographiques du renseignant ainsi que ses connaissances dans l'art de guérir le paludisme. Les plantes renseignées ont été récoltées en compagnie de l'informateur, et les coordonnées géographiques enregistrées comme le suggèrent Daly et Beck [12]. Les herbiers constitués à cette occasion ont été déposés au laboratoire de géomorphologie de la faculté des sciences de l'université de Lubumbashi où les plantes ont été identifiées et les codes herbiers attribués. Ces espèces ont ensuite été séchées à l'air libre, à température ambiante (22 ± 2 °C) et à l'abri de la lumière actinique puis broyées grossièrement.

Extraction et dilutions

Cinquante grammes du matériel végétal broyé ont été macérés dans 200 ml de méthanol endéans 48 heures puis filtrés à l'aide d'un papier-filtre (Whatman 110 mm, Allemagne). Le marc a ensuite été repris trois fois avec 5 ml du méthanol chaud. Le filtrat et les solvants de lavage ont été réunis puis concentrés sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif (BIBBY RE 200, UK) pour obtenir l'extrait sec.

Huit milligrammes d'extrait sec ont été dissous dans 1 ml de méthanol puis portés à 8 ml avec la solution de RPMI stock (10,42 g de RPMI 1640, 5,94 g de tampon HEPES, 50 g d'hypoxanthine, 2 g de glucose et 1,130 ml d'eau bidistillée ; le pH est ajusté à 7,2 avec NaOH 0,1 M). De cette

solution, dix dilutions d'ordre 2 ont été effectuées (500 à 0,98 µg/ml).

Référence aux témoins

La quinine anhydre (Sigma-Aldrich, UK) a été utilisée comme référence (témoin positif). Elle a été préparée aux mêmes concentrations que celles des extraits ; le blanc (témoin négatif) a été constitué du milieu de culture (100 ml de RPMI stock, 4 ml de NaHCO₃ à 5 %, 1 ml de gentamicine [Sigma-Aldrich, UK] et 10 ml de sérum humain) et du sang impaludé (G++++) dans les proportions 9÷1.

Source du parasite et culture plasmodiale

Plasmodium falciparum utilisé dans cette étude a été fourni par les cliniques universitaires de Lubumbashi. C'est un isolat d'un sujet masculin, RD Congolais, présentant une parasitémie de quatre croix (GE+++ : plus de dix parasites par champs) et n'ayant pas été soumis au traitement préalable d'un antipaludéen quatre mois avant l'étude. L'identification de ces souches a été confirmée par un frottis mince et épais au grand laboratoire provincial de Lubumbashi dans le service de parasitologie. Le parasite a été cultivé sous oxygène réduit (5 % CO₂, 5 % O₂, 90 % N₂) dans le milieu constitué de 100 ml de RPMI stock (10,42 g RPMI 1640, 94 g tampon HEPES, 50 g hypoxanthine, 2 g de glucose et 1,130 ml d'eau bidistillée où le pH est ajusté à 7,2 avec NaOH 1 M), 4 ml de solution de NaHCO₃ à 5 %, 1 ml de solution de gentamicine à 50 mg/ml et 10 ml de sérum humain du groupe sanguin O+.

Test de sensibilité in vitro sur *Plasmodium falciparum*

L'activité antiplasmodiale a été évaluée selon la méthode décrite en 1978 par Rieckmann et al. [13]. Elle repose sur la mesure de la capacité de l'extrait à inhiber la maturation des trophozoïtes en schizonte après mise en interaction entre les parasites et les extraits par comptage au microscope des parasites survivants. Bref, dans les plaques à 96 puits, 50 µl de chaque échantillon sont mélangés avec 100 µl du milieu de culture contenant les parasites puis incubés à 37 °C pendant 48 heures sous oxygène réduit. Vingt microlitres sont ensuite placés sur une lame porte-objet pour préparer une goutte épaisse. Celle-ci est fixée au May-Grünwald puis colorée au Giemsa 10 % dans du tampon phosphate et lue au microscope à l'objectif 100 ×. Les parasites sont comptés dans au moins 20 champs microscopiques par rapport à 200 érythrocytes. L'activité de l'extrait est exprimée en pourcentage d'inhibition de la maturation des trophozoïtes selon la formule ci-après : $I(\%) = (100 NP_B - NP_E) \times 100 / NP_B$ où NP_E = nombre de schizontes pour 200 érythrocytes comptés pour l'extrait à la concentration considérée et NP_B = nombre de schizontes pour 200 érythrocytes comptés pour le blanc, I

(%) : activité de l'extrait en pourcentage. À l'aide du logiciel GraphPad version 5, les résultats sont exprimés sous forme de la concentration de l'extrait qui présente 50 % d'activité (CI₅₀).

Criblage phytochimique préliminaire

Le criblage chimique a été rendu possible grâce aux réactions classiques en solution. Ces réactions sont fondées sur la coloration, la précipitation ou la formation des mousses. Elles sont décrites par Longanga et al., Dohou et al., Tiwari et al. et Deshpande et Kadam [14–17]. Le criblage phytochimique a consisté à rechercher des groupes bioactifs à potentiel antiplasmodial, notamment : les alcaloïdes, les flavonoïdes, les quinones, les saponines, les stéroïdes, les tannins et les terpénoïdes. Par ailleurs, les anthocyanes ont été recherchées pour contribuer à la connaissance phytochimique des plantes, alors que la recherche des hétérosides cyanogènes renseignait sur une éventuelle toxicité due au cyanure libérable. Les alcaloïdes ont été mis en évidence en les précipitant à l'aide de six réactifs à savoir : Dragendorff, Mayer, Hager, Bertrand, Sonnenschein et Wagner [18]. Le résultat n'a été considéré comme positif que si tous ces réactifs donnent un précipité avec l'extrait. Les flavonoïdes ont été identifiés avec le réactif de Shinoda lorsque le mélange extrait aqueux acide et copeaux de magnésium faisait apparaître une coloration rose-rouge ou rouge violacé. Quant aux anthocyanes, leur coloration rouge en l'absence des copeaux de magnésium dans le mélange précédent les identifiait [19]. Les hétérosides cyanogènes ont été mis en évidence par la réaction de l'acide picrique avec la vapeur de l'extrait aqueux lorsque le papier picrosodé virait à l'orange ou au rouge. Les quinones ont été recherchées en faisant réagir les extraits éthers avec le KOH 1 %. L'apparition d'une coloration caractéristique allant de rouge-orange au violet pourpre indiquait leur présence. Les saponines ont été recherchées par leur capacité à former une mousse (hauteur : > 10 mm) après agitation d'une solution aqueuse les contenant [19]. Les stéroïdes ont été recherchés par la réaction de Lieberman-Burchard. Elle a consisté à mettre l'extrait organique étheré en présence de l'acide acétique anhydre et de l'acide sulfurique concentré et observer une coloration mauve ou verte. Les tannins ont été recherchés en faisant réagir un infusé aqueux avec une solution de chlorure ferrique à 1 %. La réaction n'a été considérée comme positive qu'avec la formation des précipités bleu-vert, bleu sombre ou vert. Le mélange de l'infusé avec le réactif de Stiasny a identifié les tannins catéchiques, alors que l'ajout au filtrat de l'acétate de sodium et du chlorure ferrique entraînant la formation des précipités a identifié les tannins galliques. Les résultats ont été exprimés sous forme de : + : présence ; - : absence ; ++ : présence abondante.

Résultats

Caractéristiques générales des tradipraticiens

Au cours de l'enquête, 20 sujets (âge moyen : 51,5 ans ; extrêmes : 28 et 76 ans ; sex-ratio homme/femme : 3) rencontrés aux trois quarts dans les quartiers Lualaba (45 %) et Luapula (30 %) de la commune de la Kenya dans la ville de Lubumbashi ont été consultés. Ils appartiennent à cinq ethnies congolaises, dont les Luba (35 %) et les Hembra (20 %) constituent plus de la moitié. Ces répondants parlent tous swahili (100 %) (Fig. 1).

Caractéristiques des plantes renseignées

Chacune des 13 espèces recensées dispose au moins de deux noms vernaculaires. *Phyllanthus muellerianus* est la plus nommée des plantes avec cinq noms et *Albizia adianthifolia* la plus citée, 16 (80 %). Ces plantes, en majorité des arbres, sept (53,8 %), appartiennent à huit familles dominées par les Fabaceae (46,2 %). Outre le paludisme, ces plantes interviennent également dans 22 autres causes de consultations dominées par les troubles gastro-intestinaux, dix (45,5 %) (Tableau 1).

Dans le traitement du paludisme, la racine et les feuilles (53,8 % ; 7 occurrences), constituent les organes les plus utilisés, le plus souvent sous forme de décoction (84,6 % ; 11 occurrences), ou de macération (53,8 % ; 7 occurrences) et administrés sous forme de boisson (100 % ; 13 occurrences). Le verre bambou (215 ± 25 ml) constitue l'unité de prise prépondérante (84,6 % ; 11 occurrences) à une fréquence préférentielle de deux fois par jour (61,5 % ; 8 occurrences) pendant quatre jours (92,3 % ; 12 occurrences) (Tableau 2).

Résultats de l'activité antiplasmodiale

L'activité antiplasmodiale exprimée sous forme de CI_{50} a varié entre 0,04 à 99,1 $\mu\text{g/ml}$. L'effet des plantes a été déterminé selon la classification établie par Jonville et al. en :

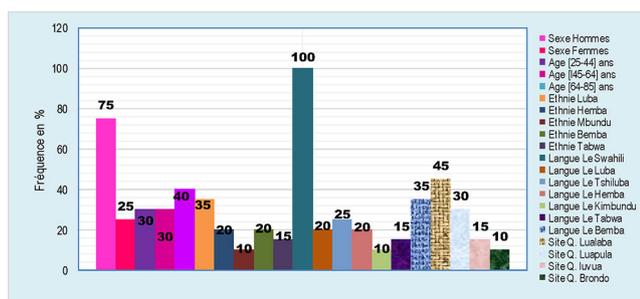


Fig. 1 Caractéristiques générales des personnes ressources

- extrait très actif : $CI_{50} < 5 \mu\text{g/ml}$;
- extrait actif : $5 < CI_{50} < 15 \mu\text{g/ml}$;
- extrait à activité modérée : $15 < CI_{50} < 50 \mu\text{g/ml}$;
- extrait inactif : $CI_{50} > 50 \mu\text{g/ml}$ [20].

Seuls les organes cités par les tradipraticiens ont été retenus pour le criblage biologique. Onze plantes, soit plus de 80 % d'extraits analysés, ont présenté une activité antiplasmodiale allant de très forte à modérée. Les extraits méthanoliques des feuilles d'*Azadirachta indica* (2,8 $\mu\text{g/ml}$) et celles de *Bobgunnia madagascariensis* (4,6 $\mu\text{g/ml}$) ont été les plus actifs de la série. Ils sont suivis de ceux des écorces de racine d'*Ocimum gratissimum* (5,7 $\mu\text{g/ml}$), des feuilles de *Landolphia kirii* (9,9 $\mu\text{g/ml}$) et de *Cajanus cajan* (11,3 $\mu\text{g/ml}$) ainsi que des écorces de tige de *Phyllanthus muellerianus* (13,9 $\mu\text{g/ml}$) (Fig. 2).

Criblage phytochimique

Dans l'ensemble, 312 tests ont été effectués pour le criblage phytochimique. Chaque organe dispose au moins de trois groupes phytochimiques à potentiel antiplasmodial sur les huit recherchés et chaque plante quatre groupes. Ces groupes bioactifs ont été plus rencontrés dans les feuilles, 74 (23,7 %). Les saponines et les tannins (100 %), les stéroïdes (58,9 %) et les anthocynes (53,3 %) ont été identifiés dans plus de la moitié des plantes (Tableau 3).

Discussion

Ce travail aborde à la fois les aspects ethnobotaniques, antiplasmodiaux in vitro et phytochimiques de 13 plantes utilisées contre le paludisme en médecine traditionnelle dans la commune de la Kenya dans la ville de Lubumbashi en RD Congo.

À la lumière de la littérature, cette étude rapporte pour la première fois les connaissances sur *Landolphia kirii* du point de vue ethnobotanique, antiplasmodiale (CI_{50} : 9,9 $\mu\text{g/ml}$ des feuilles) et phytochimique (alcaloïdes : tige ; flavonoïdes : feuilles ; saponines : feuilles et racines ; stéroïdes et tannins : feuilles, tige et racine ; terpénoïdes : feuilles). De même, elle présente pour la première fois l'activité antiplasmodiale modérée des extraits méthanoliques des écorces de racine d'*Albizia dianthifolia* (37,6 $\mu\text{g/ml}$), de racine d'*Anisophyllea pomifera* (22,1 $\mu\text{g/ml}$) et des écorces de tige de *Pterocarpus angolensis* (40,4 $\mu\text{g/ml}$). Certains métabolites à potentiel antiplasmodial sont également rapportés pour la première fois chez certaines espèces. C'est notamment : terpénoïdes et tannins chez *Anisophyllea pomifera* ; quinoïnes, tannins et terpénoïdes chez *Ziziphus mucronata*.

La plupart des espèces répertoriées dans la présente étude sont également rapportées par plusieurs auteurs soit comme

Tableau 1 Renseignements relatifs aux usages ethnobotaniques					
Famille	Espèce	Morphologie	Nom vernaculaire	Maladies	RHEr
Fabaceae	<i>Acacia polyacantha</i>	Arbre	Kibimbo, hibomo (hembra) Kimungamunga(luba) Kashia (swahili) Kibombolo (tabwa)	Paludisme, diarrhée, diabète, MST de la femme	GM20004
Fabaceae	<i>Albizia adiantifolia</i>	Arbre	Kamikaze (show), Kapela novo (Bemba), kapeta nzovu (luba), Kampetanzevu (Tshiluba)	Malaria, diarrhée, syphilis, diabète, blennorragie, indigestion	GM00024
Rhizophoraceae	<i>Anisophyllea pomisofera</i>	Arbre	Fungo (sanga), Lufunga (Tabwa) Mfongo (Swahili), Mufungo (Bemba)	Paludisme, troubles mentaux, hypertension, toux	GM01045
Meliaceae	<i>Azadirachta indica</i>	Arbre	Mubanga (swahili) nfwama (sabwa)	Fièvre, paludisme, asthénies, maux de tête	GM05326
Fabaceae	<i>Bobgunia madagascariensis</i>	Arbre	Ndale ou Mpampi (tshiluba) ou Kilonde, kabi (luba), Munienze (luba)	Paludisme, convulsion, douleurs abdominales, épilepsie, méningite, fièvre typhoïde, IST, folie, goitre, carie dentaire	GM02357
Fabaceae	<i>Cajanus cajan</i>	Arbrisseau	Goliolio (luba), Ngoliolio (tabwa)	Paludisme, méningite	GM04562
Fabaceae	<i>Cassia occidentalis</i>	Sous-arbrisseau	lukunda banjani ou Katshimenkele (tshiluba), ou Mufa nwa ou Ngombe munianza (luba)	Paludisme, carie dentaire, appendicite	
Mimosaceae	<i>Entada abyssinica</i>	Arbuste	Tshitefu (tshiluba), Munike, Kipungu (sanga)	Paludisme, fièvre, tuberculose, blennorragie, hémorroïde	GM00027
Apocynaceae	<i>Landolfia kirkii</i>	Arbuste	Mabungo (luba, bamba, kaonde)	Paludisme, convulsions infantiles	GM00014
Lamiaceae	<i>Ocimum gratissimum</i>	Petit arbre	Luenyi ou Iwenyi (tshiluba, swahili), Lwena (bamba, tabwa), Ringishangish (rund)	Paludisme, hernie, cryptorchidie, douleurs abdominales infantiles, convulsion, hémorroïde	GM00016
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus muellerianus</i>	Arbuste	Ludimba ou lundimba ou Kajimbajimba lujimba (luba) ou Lulembalemba ou Mulembalemba (hembra)	Paludisme, aphrodisiaque, diabète, morsure de serpent, anémie, IST, hémorroïde	GM00124
Fabaceae	<i>Pterocarpus angolensis</i>	Arbre	Nzani lisolo (lingala), Mukula (tshokwe)	Paludisme, diarrhée, hémorroïde, plaies, anémies	GM03534
Rhammaceae	<i>Zizyphus resinosa</i>	Arbre	Kankona (luba, bamba, sanga)	Paludisme, stérilité féminine, plaies diverses, douleurs abdominales, dysménorrhées, blennorragie	GM00576

RHEr : Reference Herbarium (ou Herbar de Référence)

fébrifuges, soit comme antipaludéens d'usage en médecine traditionnelle dans plusieurs pays africains. C'est le cas d'*Acacia polyacantha* par Fowler, en Zambie [21], *Albizia adianthifolia* par Lawal et al., au Nigeria [22], et Betti et

al., au Cameroun [23], *Azadirachta indica* par Musa et al., au Soudan [24], par Jiofack et al., au Cameroun [25], par Willcox et Chamberlain au Bénin, au Burkina Faso, en RD Congo, au Ghana, au Kenya, au Madagascar, au Mali, au

Tableau 2 Renseignements relatifs à l'art de guérir le paludisme					
Espèce	PU	Mode de préparation	Mode d'utilisation	Posologie	FC
<i>Acacia polyacantha</i>	ER	Décoction, infusion	Boisson	1 v 3×/j pdt 4 j	13
<i>Albizia adianthifolia</i>	ER	Décoction	Boisson	1 v 2×/j pdt 3 à 4 j	16
			Fumigation	5 l/j pdt 5 j	
			Bain	20 l/j pdt 5 j	
<i>Anisophyllea pomifera</i>	R	Macération, décoction	Boisson	0,5 v 4 à 5×/j pdt 4 j	13
<i>Azadirachta indica</i>	F & R	Décoction, macération	Boisson	1 v 2×/j pdt 3 j	10
<i>Bobgunia madagascariensis</i>	F	Pulvérisation, décoction, macération	Mélanger au repas	1 c à c 2×/j pdt 3 j	14
			Boisson	1 v 3×/j pdt 4 j	
			Bain	20 l 1×/j pdt 5 j	
<i>Cajanus cajan</i>	F	Pilage puis macération	Boisson	1 v 3×/j pdt 4 j	13
<i>Entada abyssinica</i>	R	Pulvérisation	Instillation (oreille, nez)	1/5 c à c 2×/j pdt 3 j	12
<i>Landolfia kirkii</i>	F	Macération, décoction	Boisson	0,5 v 3×/j pdt 4 j	10
<i>Ocimum gratissimum</i>	F	Broyage	Cataplasme	4 v 3×/j pdt 4 j	14
		Décoction, macération	Boisson	0,5 v 2×/j pdt 3 à 4 j	
		Infusion	Lavement, bain	20 l/j pdt 5 j	
<i>Phyllanthus muellerianus</i>	F & ET	Décoction	Boisson	0,5 v 3×/j pdt 4 j	14
		Broyage	Fomentation		
<i>Pterocarpus angolensis</i>	ET	Décoction	Boisson	2 v 2×/j pdt 3 à 4 j	01
<i>Senna occidentalis</i>	F, ET & R	Décoction	Boisson	1 v 3×/j pdt 4 j	14
<i>Zizyphus resinosa</i>	R	Macération, décoction	Boisson	0,5 v 2×/j pdt 3 à 4 j	10

FC : fréquence de citation ; PU : partie utilisée ; ER : écorces de racine ; ET : écorces de tige ; F : feuille ; T : tige ; R : racine ; v : verre ; pdt : pendant ; j : jour ; c à c : cuillerée à café

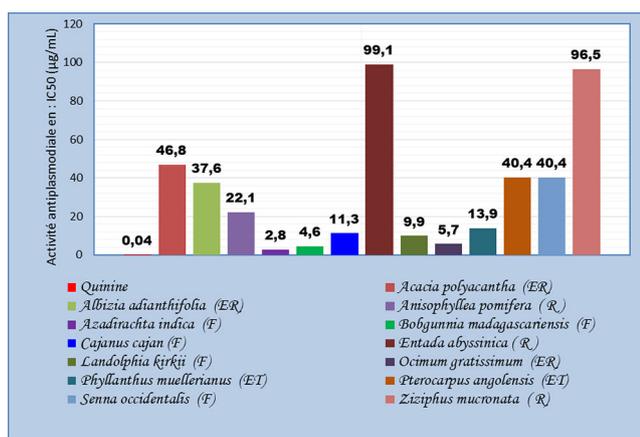


Fig. 2 Activité antiplasmodiale des plantes

Nigeria, au Niger, au Soudan et en Tanzanie [26] ; *Bobgunia madagascariensis*, *Entada abyssinica* et *Phyllanthus muellerianus* par Koné et al. (2004) en Côte-d'Ivoire, *Ocimum gratissimum* par Jiofack et al. ainsi que Betti et al., au Cameroun [25,27] ; *Pterocarpus angolensis* par Lukwa et al., au Zimbabwe [28] ; et *Anisophyllea pomifera* par Kalonda et al. en RD Congo [29].

Il a été rapporté, dans cette étude, la prépondérance des Fabaceae (42,6 %) dans l'ensemble des plantes répertoriées.

Cette prépondérance rend compte de l'importance de cette famille non seulement dans la médecine traditionnelle lus-hoise comme le rapportent plusieurs auteurs, notamment Bakari et al. contre le diabète [30], Kanangila et al. contre la drépanocytose [31] et Muya et al. contre la schistosomiase [32], mais plus particulièrement contre le paludisme dans les pays africains. L'exemple des travaux de Titanji et al. au Cameroun, de Ngarivhume et al. à Chipinge au Zimbabwe et de Kalonda et al. en RD Congo constituent des illustrations subséquentes [29,33,34].

Certaines études ethnobotaniques, notamment celles de Mesfin et al. en Éthiopie [35] et de Muthaura et al. au Kenya [36], avaient montré que la racine était préférentiellement utilisée en médecine traditionnelle dans le traitement du paludisme, alors que d'autres, à l'exemple de Kasali et al. à Bukavu en RD Congo [37] et de Asase et al. à Dangme au Ghana [38], attestent que c'est plutôt la feuille. Au cours de cette étude, les feuilles autant que les racines étaient les plus requises et à la même fréquence dans le traitement du paludisme. Cela serait justifié par le fait que les métabolites sont synthétisés dans les feuilles et stockés dans les racines, favorisant ainsi une similitude dans la composition de ces deux organes selon le moment de la récolte de la plante et justifiant partant leur utilisation substitutive. De surcroît, la feuille étant parmi les organes les plus visibles, elle offre la

Tableau 3 Criblage phytochimique de 11 plantes réputées antipaludéennes à Lubumbashi (commune de la Kenya)												
Espèce végétale	PU	Alc	Flav	Ant	Quin	Ster	Sap	Tan	Ter	R+/org	R+/plt	Hcn
<i>Acacia polyacantha</i>	ER	+	-	+	+	-	+	+	-	5/8	6/8	-
	T	+	-	+	-	+	++	+	-	5/8		-
	F	+	-	+	-	+	+	+	-	5/8		-
<i>Albizia adiantifolia</i>	ER	-	-	+	-	-	+	++	+	4/8	7/8	-
	T	-	-	++	-	+	++	+	-	4/8		-
	F	+	+	+	-	+	+	+	-	6/8		-
<i>Anisophyllea pomisofera</i>	R	-	-	-	-	-	+	++	+	3/8	4/8	-
	T	-	-	-	-	+	+	+	-	3/8		-
	F	-	-	-	-	+	+	+	-	3/8		-
<i>Azadirachta indica</i>	F	+	+	-	-	+	+	+	-	5/8	6/8	-
	T	+	+	-	-	+	+	+	-	5/8		-
	R	+	+	-	-	-	+	+	+	5/8		-
<i>Bobgunia madagascariensis</i>	F	-	++	+	-	+	+	+	-	5/8	7/8	-
	T	-	+	++	-	+	+	+	-	5/8		-
	R	-	-	+	+	-	+	+	+	5/8		-
<i>Cajanus cajan</i>	F	-	+	-	-	-	+	+	-	3/8	4/8	-
	T	-	+	-	-	-	+	+	+	4/8		-
	R	-	-	-	-	-	+	+	-	3/8		-
<i>Senna occidentalis</i>	F	+	+	+	-	+	+	+	-	6/8	8/8	-
	R	-	-	-	+	-	+	+	+	4/8		-
	ET	-	+	+	+	-	+	+	-	5/8		-
<i>Entada abyssinica</i>	R	-	-	+	-	-	+	+	+	4/8	7/8	-
	T	-	-	+	-	+	+	+	-	4/8		-
	F	+	+	+	-	+	+	+	-	6/8		-
<i>Landolfia kirkii</i>	F	-	+	+	-	+	+	+	-	5/8	7/8	-
	T	+	-	+	-	+	+	+	+	6/8		-
	R	-	-	-	-	+	+	+	-	3/8		-
<i>Ocimum gratissimum</i>	F	-	+	-	-	-	+	+	-	3/8	3/8	-
	T	-	+	-	-	+	+	+	-	3/8		-
	R	-	+	-	-	-	+	+	+	4/8		-
<i>Phyllanthus muellerianus</i>	ET	-	+	-	-	+	+	+	-	4/8	5/8	-
	F	-	+	-	-	+	+	+	-	4/8		-
	R	-	+	-	-	-	+	+	+	4/8		-
<i>Pterocarpus angolensis</i>	ET	-	-	+	-	+	+	+	-	4/8	4/8	-
	F	-	-	-	-	+	+	+	-	4/8		-
	R	-	-	+	-	-	+	+	+	4/8		-
<i>Zizyphus resinosa</i>	R	-	-	+	-	-	+	+	+	4/8	4/8	-
	T	-	-	+	-	+	+	+	-	4/8		-
	F	-	-	+	-	+	+	+	-	4/8		-
Total test+/groupe		10/39	18/39	21/39	4/39	23/39	39/39	39/39	12/39			0
%		25,6	46,2	53,3	10,3	58,9	100	100	30,8			0

alc : alcaloïde ; ant : anthocyane ; flav : flavonoïde ; quin : quinone ; ster : stéroïde ; sap : saponine ; tan : tannin ; r+ /org : résultats positifs par organe ; r+/plt : résultats positifs par plante ; Hcn : hétéroside cyanogène ; PU : partie utilisée ; ER : écorces de racine ; ET ; écorces de tige ; F : feuille ; T : tige ; R : racine

facilité de récolte, elle reste néanmoins vulnérable à la saison. Dans ce cas, elle peut être substituée par les racines qui présentent l'avantage d'être présentes durant toute l'année, du moins pour les plantes annuelles comme la plupart des

plantes de la série, offrant ainsi une assurance de récolte répondant à la fréquence de sollicitation.

Dans la plupart des travaux d'enquêtes ethnobotaniques sur les plantes antipaludéennes à l'instar des travaux de

Mpiana et al., à Butembo en RD Congo [39], de Stangeland et al. à Nyakayojo en Ouganda [40], de Traoré et al. en Guinée Conakry [41], de Sanon et al. au Burkina Faso [42] et de Zirihi et al. en Côte-d'Ivoire [43], la décoction est le mode le plus utilisé par les tradipraticiens pour préparer les recettes antipaludéennes lesquelles bien des fois sont administrées per os. Ce travail partant des résultats trouvés corrobore cet avis. 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. Malheureusement, elle présente également le risque de dénaturer les principes actifs thermosensibles.

Les extraits méthanoliques des écorces de racine d'*Aca-cia polyacantha* ont présenté une activité modérée (CI_{50} : 46,8 $\mu\text{g/ml}$) au cours de cette étude. Cependant, lors d'un criblage biologique effectué par Kamanzi et al., les extraits éthanoli-ques des feuilles de la même plante, spécimen récolté en Côte-d'Ivoire, avaient présenté une activité modérée sur les souches K1 : souches Chloroquinorésistantes [44]. Dans cette étude ont été concomitamment identifiés dans les deux organes des alcaloïdes, des saponines et des tannins, groupes phytochimiques présentés par Bero et al. comme parmi ceux à potentiel antiplasmodial [45]. Une relation de causalité pourrait alors être établie entre les groupes phytochimiques identifiés et les activités biologiques observées.

Les extraits méthanoliques des feuilles de *Bobgun-nia madagascariensis* ont présenté une forte activité antiplasmodiale (CI_{50} : 4,6 $\mu\text{g/ml}$) bien supérieure à celle observée dans les extraits méthanoliques des écorces de racine de l'échantillon récolté à Oudanan au Burkina Faso (CI_{50} : 15,5 \pm 1,08 $\mu\text{g/ml}$) par Ouattara et al. [46]. De plus, une nette divergence dans la composition phytochimique de ces deux organes est également observée au cours de cette étude : en effet, les feuilles disposent des flavonoïdes et des stéroïdes qui sont absents dans les écorces de racine. Ces dernières quant à elles possèdent des quinones et des terpénoïdes qui sont absents des feuilles. Les travaux d'Onguéné et al. associés à ceux de Ntie-Kang et al. avaient montré que ces quatre groupes des métabolites secondaires renfermaient des molécules à activité antiplasmodiale [47,48]. Cependant, dans le cas d'espèce, le premier tandem semble mieux exalter l'activité antiplasmodiale que le second. Cette variabilité dans la composition serait responsable de la différence observée du point de vue activité.

Comme les extraits méthanoliques des feuilles d'*Azadi-rachta indica* récoltées au Soudan : CI_{50} : 1,7 $\mu\text{g/ml}$ [49], les extraits des feuilles du même organe récoltées à Lubumbashi ont également présenté une très forte activité antiplasmodiale : CI_{50} : 2,8 $\mu\text{g/ml}$, la meilleure de la série. Des stéroïdes et terpénoïdes ont été identifiés dans l'échantillon de Lubumbashi. Ils sont responsables de l'activité observée. Bray et al. avaient isolé des molécules de ces deux classes, lesquelles avaient présenté des activités anti-

plasmodiales intéressantes : gedumin (CI_{50} : 0,020 mg/ml et nimbidin : 0,77 $\mu\text{g/ml}$). La variété du Soudan (climat désertique) reste autant que celle de Lubumbashi (climat tropical) active [50]. Cette situation est proche de celle trouvée chez *Cajanus cajan*. En effet au Nigeria, un flavonoïde, cajachalcone, isolé par Ajaiyeoba et al. des feuilles [51], avait présenté une forte activité antiplasmodiale (CI_{50} : 2 $\mu\text{g/ml}$) comme dans cette étude où les extraits méthanoliques des feuilles des échantillons de Lubumbashi ont présenté une activité de la même envergure (CI_{50} : 4,6 $\mu\text{g/ml}$) et où les flavonoïdes ont également été identifiés. De même, il peut être établi un rapprochement entre les tannins identifiés dans les écorces de tige de *Phyllanthus muellerianus* et l'activité antiplasmodiale des extraits méthanoliques (13,9 $\mu\text{g/ml}$) de cet organe dans la mesure où il avait été démontré par Ndjonka et al. que geraniine (CI_{50} : 11,19 \pm 2,61 $\mu\text{g/ml}$), un tannin gallique isolé de feuilles de *Phyllanthus muellerianus* récoltées au Ghana, était responsable de leur activité antiplasmodiale [52].

Les extraits méthanoliques des écorces de racine d'*Ocimum gratissimum* ont présenté une activité antiplasmodiale (CI_{50} : 5,7 $\mu\text{g/ml}$). Bien avant, les feuilles de la même espèce récoltées à Yaoundé au Cameroun par Tchoumboungang et al. avaient présenté une activité antiplasmodiale (77,8 %) in vivo sur *Plasmodium berghei* à la dose de 500 mg/kg [53], activité attribuée aux huiles essentielles au cours de la même étude. De même, Kayembe et al. [54] avaient isolé des feuilles de la même plante, récoltées à Kinshasa, en RD Congo, 11 terpènes dont quatre avaient présenté une activité antiplasmodiale très forte allant de 0,27 à 0,65 $\mu\text{g/ml}$. Il est donc établi que les feuilles d'*Ocimum gratissimum* présentent une activité antiplasmodiale résultant de la synergie de ses terpénoïdes. Ce travail prouve également qu'outre les feuilles, les écorces de racine des extraits méthanoliques de la même plante disposent d'activité antiplasmodiale et renferment plusieurs composés à potentiel antiplasmodial qui pourraient en être responsables. Ce sont notamment des stéroïdes, des flavonoïdes et des saponines groupes qui du reste avaient également été identifiés par Edeoga et al. et par Akinmola-dun et al. sur les feuilles de la même plante récoltée au Nigeria [55,56].

Plusieurs travaux de l'équipe de Tona et al. effectués sur les feuilles de *Cassia occidentalis* ont prouvé l'activité de cette plante en l'attribuant aux quinones en synergie avec les terpénoïdes et les flavonoïdes [57,58]. Ces travaux avaient porté sur les extraits aqueux, ceux à l'acétate d'éthyle, l'éthanol, le dichlorométhane et l'éther de pétrole. La présente étude prouve que les extraits méthanoliques des feuilles des échantillons récoltés à Lubumbashi disposent également d'une activité antiplasmodiale modérée (44,4 $\mu\text{g/ml}$) et renferment des alcaloïdes, des flavonoïdes, des stéroïdes, des terpénoïdes, des saponines et des tannins comme le rapportent plusieurs auteurs [59–62].

Conclusion

À côté de certaines plantes dont l'efficacité a déjà été établie par des travaux antérieurs et confirmée ici, cette étude met en évidence l'activité antiplasmodiale prometteuse de *Landolphia kirkii* et prouve ainsi que plusieurs plantes connues et utilisées par les tradipraticiens de Lubumbashi contre le paludisme ont une activité antiplasmodiale in vitro avérée et renferment des métabolites à potentiel antiplasmodial. Des travaux méritent d'être poursuivis en vue d'isoler et de caractériser les composés responsables de l'activité observée.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêt.

Références

- WHO (2014) World Malaria Report 2014. WHO/HTM/GMP/2015.2 disponible sur http://www.who.int/malaria/publications/world_malaria_report_2014/report/en/
- WHO (2015) World health statistic 2015. Disponible sur http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/170250/1/9789240694439_eng.pdf
- DHS (Demographic Health Survey) (2014) Congo Democratic Republic DHS, 2013–2014. Final Report (French). <http://dhsprogram.com/pubs/pdf/FR300/FR300.pdf>
- Meshnick SR (2002) Artemisinin: mechanisms of action, resistance and toxicity. *Int J Parasitol* 32:1655–60
- White NJ (2008) Qinghaosu (Artemisinin): the price of success. *Science* 320:330–4
- DSCR (2013) République démocratique du Congo : document de la stratégie de croissance et de la réduction de la pauvreté seconde génération (volume 1). Ministère du Plan. Disponible sur <file:///C:/Users/C/Downloads/cr13226f.pdf>
- Caniato R, Puricelli L (2003) Review: natural antimalarial agents (1995–2001). *Crit Rev Plant Sci* 22:79–105
- Willcox M, Bodeker G (2004) Traditional herbal medicines for malaria. *Br Med J* 329:1156–9
- Gramiccia G (1987) Notes on the early history of cinchona plantations. *Acta Leiden* 55:5–13
- Kapenda LA (2000) La répartition spéciale des antennes paraboliques à Lubumbashi (RD Congo). Premier inventaire et essai d'analyse sociospatiale. *Bull Soc Geogr Liège* 39:91–9
- Nina LE, do Céu de Madureira M, Gemma B (2004) Guidelines for ethnobotanical studies on traditional antimalarials. In: Willcox M, Bodeker G, Rasoanaivo P et al (eds) *Traditional medicinal plants and malaria*. CRC Presse, London, New York, Washington DC, pp 215–27
- Daly DC, Beck HT (1996) Collecting bulk specimens: methods and environmental precautions. In: Alexiades M (ed) *Selected guidelines for ethnobotanical research: a field manual*. New York Botanical Garden, Bronx, NY, pp 147–64
- Rieckmann KH, Campbell GH, Sax LJ, Mrema M (1978) Drug sensitivity of *Plasmodium falciparum* — An in vitro microtechnique. *Lancet* 1:22–3
- Longanga OA, Verduynde A, Foriers A (2000) Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhoea in Lomela area, Democratic Republic of Congo (DRC). *J Ethnopharmacol* 71:411–23
- Dohou N, Yamni K, Tahrouch S, et al (2003) Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, *Thymelaea lythroides*. *Bull Soc Pharm* 142:61–78
- Tiwari P, Kumar B, Kaur M, et al (2011) phytochemical screening and Extraction: a review. *Int Pharm Sci* 1:98–106
- Deshpande SN, Kadam DG (2013) Phytochemical analysis and antibacterial activity of *Acacia nilotica* against *Streptococcus mutans*. *Int J Pharm Pharm Sci* 5:236–8
- Abisch E, Reichstein T (1960) Orientierende chemische Untersuchung einiger Apocynaceen. *Helvetica Chimica Acta* 43:1844–61
- Bruneton J (2009) *Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales* (4 éd). TEC& DOC, Paris, 937 p
- Jonville MC, Kodja H, Humeau L, et al (2008) Screening of medicinal plants from Reunion Island for antimalarial and cytotoxic activity. *J Ethnopharmacol* 120:382–6
- Fowler DG (2006) Traditional fever remedies: a list of Zambian plants. Disponible sur <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.527.9450&rep=rep1&type=pdf>
- Lawal IO, Uzokwe NE, Igboanugo ABI, et al (2010) Ethnomedicinal information on collation and identification of some medicinal plants in Research Institutes of South-west Nigeria. *Afr J Pharm Pharmacol* 4:001–7
- Betti JL, Caspa R, Ambara J, et al (2013) Ethnobotanical study of plants used for treating malaria in a forest: savanna margin area, east region, Cameroon. *Global J Res Med Plants & Indigen Med* 2:692–708
- Musa SM, Fathelrhman EA, Elsheikh A, et al (2011) Ethnobotanical study of medicinal plants in the Blue Nile State, South-eastern Sudan. *J Med Plants Res* 5:4287–97
- Jiofack T, Fokunang C, Guedje N, et al (2010) Ethnobotanical uses of medicinal plants of two ethnoecological regions of Cameroon. *Int J Med Med Sci* 2:60–79
- Willcox M, Chamberlain J (2004) *Neem (Azadirachta indica)*. In: Willcox M, Bodeker G, Rasoanaivo P (eds) *Traditional medicinal plants and malaria*. CRC Press, London, New York, Washington, pp 91–117
- Koné WM, Kamanzi AK, Terreaux C, et al (2004) Traditional medicine in North Côte-d'Ivoire: screening of 50 medicinal plants for antibacterial activity. *J Ethnopharmacol* 93:43–9
- Lukwa N, Mutamba SL, Makaza N, et al (2001) Perceptions about malaria transmission and control using antimalarial plants in Mora, Kariba, Zimbabwe. *Nig J Nat Prod Med* 5:4–7
- Kalonda EM, Mbayo MK, Muhume SK, et al (2014) Ethnopharmacological survey of plants used against malaria in Lubumbashi city (DR Congo). *J Adv Botany Zoology* 1:1–8
- Bakari A, Mwamba M, Kisimba K, et al (2013) Ethnobotanical and biological study of some herbs used as antidiabetic in Southern Katanga area (DR Congo). Poster. AFERP & STOLON International Symposium Brussels May 22–24, 2013. Disponible sur <http://aferp.fr/wp-content/uploads/2013/09/Abstract-book-final-3-26-aout-2013.pdf>
- Kanangila AB, Stévigny C, Duez P, et al (2013) Ethnopharmacological survey of plants used against sickle cell disease in Lubumbashi area (DR Congo). Poster. AFERP & STOLON International Symposium Brussels 22–24. Disponible sur <http://aferp.fr/wp-content/uploads/2013/09/Abstract-book-final-3-26-aout-2013.pdf>
- Muya K, Tshoto K, Cioci CC, et al (2014) Survol ethnobotanique de quelques plantes utilisées contre la schistosomiase urogénitale à Lubumbashi et environs. *Phytothérapie* 12:213–28
- Titanji VPK, Zofou D, Ngemenya MN (2008) The antimalarial potential of medicinal plants used for the treatment of malaria in Cameroonian folk medicine. *Afr J Trad CAM* 5:302–21

34. Ngarivhume T, van't Klooster CIEA, de Jong JTVM, et al (2015) Medicinal plants used by traditional healers for the treatment of malaria in the Chipinge district in Zimbabwe. *J Ethnopharmacol* 159:224–37
35. Mesfin A, Giday M, Animut A, et al (2012) Ethnobotanical study of antimalarial plants in Shinile District, Somali Region, Ethiopia, and in vivo evaluation of selected ones against *Plasmodium berghei*. *J Ethnopharmacol* 139:221–7
36. Muthaura CN, Rukunga GM, Chhabra SC, et al (2007) Traditional antimalarial phytotherapy remedies used by the Kwale community of the Kenyan Coast. *J Ethnopharmacol* 114:377–86
37. Kasali FM, Mahano AO, Nyakabwa DS, et al (2014) Ethnopharmacological survey of medicinal plants used against malaria in Bukavu City (DR Congo). *Eur J Med Plants* 4:29–44
38. Asase A, Akwetey GA, Achel DG (2010) Neuropharmacologic use of herbal remedies for the treatment of malaria in the Dangme West District of Ghana. *Journal of Ethnopharmacology* 129 (2010):367–76
39. Mpiana PT, Kasali FM, Mahano AO, et al (2014) Ethnopharmacological survey of medicinal plants used against malaria in Butembo City (DR Congo). *J Adv Botany Zoology* 1:1–11
40. Stangeland T, Alele PE, Katuru E, et al (2010) Plants used to treat malaria in Nyakayojo sub-county, western Uganda. *J Ethnopharmacol* 137:154–66
41. Traoré MS, Baldé MA, Diallo MST, et al (2013) Ethnobotanical survey on medicinal plants used by Guinean traditional healers in the treatment of malaria. *J Ethnopharmacol* 150:1145–53
42. Sanon S, Ollivier E, Azas N, et al (2003) Ethnobotanical survey and in vitro antiplasmodial activity of plants used in traditional medicine in Burkina Faso. *J Ethnopharmacol* 86:143–7
43. Zirih GN, N'guessan K, Etien Dibié T, et al (2010) Ethnopharmacological study of plants used to treat malaria, in traditional medicine, by Bete Populations of Issia (Côte-d'Ivoire). *J Pharm Sci Res* 2:216–27
44. Kamanzi AK, Schmid C, Brun R, et al (2004) Antitrypanosomal and antiplasmodial activity of medicinal plants from Côte-d'Ivoire. *J Ethnopharmacol* 90:221–7
45. Bero J, Frédéric M, Le Quetin-Leclercq J (2009) Antimalarial compounds isolated from plants used in traditional medicine. *J Pharm Pharmacol* 61:1401–33
46. Ouattara Y, Sanon S, Traoré Y, et al (2006) Antimalarial activity of *Swartzia madagascariensis* Desv. (leguminosae), *Combretum glutinosum* Guill. & Perr. (Combretaceae) and *Tinospora bakis* Miers. (Menispermaceae), Burkina Faso medicinal plants. *Afr J Trad CAM* 3:75–81
47. Onguéné PA, Ntie-Kang F, Lifongo LL, et al (2013) The potential of anti-malarial compound derived from African medicinal plants. Part I: pharmacological evaluation of alkaloids and terpenoids. *Malaria J* 12:1–25
48. Ntie-Kang F, Onguéné PA, Lifongo LL, et al (2014) The potential of anti-malarial compounds derived from African medicinal plants. Part II: pharmacological evaluation of non-alkaloids and non-terpenoids. *Malaria J* 13:1–20
49. El Tahir A, Satti-Gwiria MH, Khalid SA (1999) Antiplasmodial activity of selected Sudanese medicinal plants with emphasis on *Maytenus senegalensis* (Lam.) Exell. *J Ethnopharmacol* 64:227–33
50. Bray DH, Warhurst DC, Connolly JD, et al (1990) Plants as sources of antimalarial drugs. Part 7: activity of some species of meliaceae. *Plants and their constituent limonoids. Phytother Res* 4:20–35
51. Ajaiyeoba EO, Ogbole OO, Abiodun OO, et al (2013) Cajachalcone: an antimalarial compound from *Cajanus cajan* leaf extract. *J Parasitol Res* 2013:703781 disponible sur file:///C:/Downloads/703781.pdf
52. Ndjonka D, Bergmann B, Agyare C, et al (2012) In vitro activity of extracts and isolated polyphenols from West African medicinal plants against *Plasmodium falciparum*. *Parasitol Res* 111:827–34
53. Tchoumboungang F, Amvam ZP, Dagne E, et al (2005) In vivo antimalarial activity of essential oil from *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* on Mice infected with *Plasmodium berghei*. *Planta Med* 71:20–23
54. Kayembe JS, Taba KM, Ntumba K, et al (2012) In vitro antimalarial activity of 11 terpenes isolated from *Ocimum gratissimum* and *Cassia alata* leaves. Screening of their binding affinity with haemin. *J Plant Stud* 1(2):168–72
55. Edeoga HO, Omosun G, Uche LC (2006) Chemical composition of *Hyptis suaveolens* and *Ocimum gratissimum* hybrids from Nigeria. *Afr J Biotechnol* 5:892–5
56. Akinmoladun AC, Ibukun EO, Afor E, et al (2007) Phytochemical constituent and antioxidant activity of extract from the leaves of *Ocimum gratissimum*. *Sci Res Essay* 2:163–6
57. Tona L, Ngimbi NP, Tsakala M, et al (1999) Antimalarial activity of 20 crude extracts from nine African medicinal plants used in Kinshasa, Congo. *J Ethnopharmacol* 68:193–203
58. Tona L, Cimanga RK, Mesia K, et al (2004) In vitro antiplasmodial activity of extracts and fractions from seven medicinal plants used in the Democratic Republic of Congo. *J Ethnopharmacol* 93:27–32
59. Ginde BS, Hosangadi BD, Kudav NA, et al (1970) Chemical investigation on *Cassia occidentalis* Linn. Part I: isolation and structure of cassiollin, a new xanthone. *J Chem Soc C* 1970:1285–9
60. Yadav JP, Arya V, Yadav S, et al (2010) *Cassia occidentalis* L.: a review on its ethnobotany, phytochemical and pharmacological profile. *Fitoterapia* 81:223–30
61. Saganuwanas AS, Gulumbe ML (2006) Evaluation of in vitro antimicrobial activities and phytochemical constituents of *Cassia occidentalis*. *Anim Res Intern* 3:566–9
62. Sadiq IS, Shuaibu M, Bello AB, et al (2012) Phytochemistry and antimicrobial activities of *Cassia occidentalis* used for herbal remedies. *J Chem Engineering* 1:38–41