

Screening Phytochimique de Plantes à Tanins Inventoriées à Kenge en République Démocratique du Congo (RDC)

KIKAKEDIMAU NAKWETI Rufin^{1,2}, ISASU VULAMBONGO Guelord², MULWELE NDOMBE Frederick²,
MUNONGO BIKUMA Rossy³

Paper History

Received : March 11, 2021
Revised : August 25, 2021
Accepted : October 10, 2021
Published : November 27, 2021

Keywords

Phytochemical screening, tannins, ethnobotanical surveys, tannin plants, polyphenols

ABSTRACT

Phytochemical Screening of Inventoried Tannin Plants at Kenge in the Democratic Republic of Congo (DRC)

The purpose of this study was to inventory the plant species used in the tanning work at Kenge and to scientifically justify these uses through the dosage of tannins contained in each plant. The approach was first to conduct survey to learn about the plants used in tanning work by approaching people who work in said. Then, it was necessary to verify the presence of tannins and other phenolic compounds in the extracts of different plants harvested by using chemical reagents such as Shinoda's reagent for flavonoids, Stiasny's reagent for tannins, etc. Third, it was essential to quantify the tannin contents by the spectrophotometric method in each plant in order to justify the use of each of them by tanner workers. For this, two solvents, water and methanol, were used to obtain the extracts used for chemical screening and the water - glacial acetic acid mixture for the quantitative determination of tannins by spectrophotometry.

Ethnobotanical surveys carried out with many tanners according to each individual's expertise have made it possible to identify overall 28 species of tannin plants grouped into 22 genera and 15 families. Phytochemical study of extracts from 11 randomly selected plants revealed the presence of flavonoids, tannins, quinones, anthocyanins, leucoanthocyanins, terpenes and steroids. The tannin contents determined by spectrophotometry varied from 0.01 ± 0.0 mg EAT.g.⁻¹ of dry matter for *C. welwitschii* to 0.55 ± 0.17 mg EAT.g.⁻¹ of Dry matter for *D. edulis*. With this tannin content, *D. edulis* as well as three other plants including *E. africanum* (0.21 ± 0.02 mg EAT.g.⁻¹ of dry matter), *B. ferruginea* (0.16 ± 0.02 mg EAT.g.⁻¹ of dry extract) and *H. acida* (0.11 ± 0.04 mg EAT.g.⁻¹ of dry Dry matter) showed values exceeding the general average, i.e. 0.12 mg EAT .g.⁻¹ extract. Thus, the use of these plants in the tanning work was justified.

¹CGEA/CREN-K, Division des Sciences de la vie, Site de l'Université de Kinshasa, Kinshasa/Lemba, B.P. : 868 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo (RDC).

²ISP/KENGE, Dpt de Biologie-Chimie/Section Sciences exactes, Ville de Kenge, B.P. 4728 Kinshasa II, RDC.

³Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR/Kwango), Dpt de Sciences de la Santé, B.P. 10805 Kinshasa I, RDC.

*Corresponding author, E-mail: frankciakika@gmail.com

INTRODUCTION

L'utilisation des végétaux par l'homme se confond avec l'histoire même de l'humanité à la fois à des fins alimentaires, de

protection, d'énergie et de lutte contre la maladie par constitution d'une médecine et d'une pharmacopée traditionnelles [HAQ, 2012 ; PRADHAN *et al.*, 2014]. Parmi tous les constituants chimiques des végétaux, les composés

phénoliques, s'ils n'occupent qu'une place modeste, à l'exception de la lignine, ont de multiples propriétés qui ont de tout temps été recherchées par l'homme, d'abord de manière empirique et ensuite selon une approche plus raisonnée qui a bénéficié et bénéficie toujours des progrès de la science, en particulier dans les domaines analytiques et biotechnologiques [MACHEIX *et al.*, 2005].

Les composés phénoliques sont omniprésents dans les plantes qui synthétisent collectivement plusieurs milliers de composés chimiques caractérisés par des cycles aromatiques hydroxylés [BOUDET, 2007]. Les implications économiques des résultats obtenus se rapportant aux composés phénoliques sont considérables. Elles concernent d'abord l'utilisation directe et les débouchés commerciaux de nombreux produits végétaux issus de l'agriculture, en particulier les fruits et les légumes. Elles se retrouvent également dans de nombreux secteurs des industries agroalimentaires, soit sous des formes développées traditionnellement (vin, bière, cidre, etc.), soit sous des formes renouvelées (jus des fruits, purées, compotes et produits frais). L'extraction et l'utilisation d'additifs alimentaires naturels d'origine phénolique représentent également une activité industrielle aux fortes conséquences économiques. Elle concerne essentiellement les colorants et antioxydants phénoliques extraits des végétaux et qui remplacent de plus en plus les additifs chimiques. On estime qu'environ deux tiers des CA (compléments alimentaires) contiennent diverses plantes « médicinales », lesquelles plantes contiennent des principes actifs [CRENN, 2020].

Mais c'est certainement dans le domaine de la santé humaine que l'implication économique des polyphénols est la plus importante comme en témoigne la tenue régulière de différents congrès scientifiques concernant ces aspects. En effet, de nombreux composés phénoliques sont extraits industriellement à partir des plantes pour être utilisés comme compléments alimentaires (CA) ou pour être intégrés dans des formulations cosmétiques ou pharmaceutiques. Divers autres secteurs industriels sont concernés par les composés phénoliques, par exemple les utilisations traditionnelles ou plus récemment celles des tanins [FACCIM de BRUM *et al.*, 2013 ; PIZZI, 2019]. JANSEN et CARDON [2005] dans PROTA 3 décrivent les espèces des plantes cultivées et sauvages d'Afrique tropicale qui sont utilisées pour la teinture et le tannage.

Utilisés depuis l'époque préhistorique par l'homme pour la production de cuir à partir des peaux et de cuirs d'animaux [APPIAH-BREMPONG *et al.*, 2020 ; NALYANYA *et al.*, 2015], les tanins ont une importance économique et écologique considérable et sont responsables de l'astringence de nombreux fruits et légumes et des produits qui en sont dérivés (vin, thé, bière, etc.). Les tanins sont comme les lignines, des formes phénoliques condensées capables de se lier aux protéines en

solution et de les précipiter. Pour ce faire, elles sont particulièrement des formes difficiles à étudier et, dans la plupart des cas, l'on est obligé de les dégrader chimiquement ou par voie enzymatique avant de pouvoir les analyser [PIZZI, 2019 ; MACHEIX *et al.*, 2005].

Les tanins constituent l'un des quatre groupes de métabolites secondaires des plantes supérieures avec les saponines, les huiles essentielles et les alcaloïdes. Si les métabolites primaires interviennent directement dans la nutrition et la croissance, les métabolites secondaires, eux, participent à la vie de la relation plante-environnement. La synthèse des tanins est ainsi un des mécanismes de défense biotique contre les agressions des phytopathogènes (bactéries, champignons, virus) et des prédateurs (insectes, mammifères herbivores) [RIRA, 2019]. Les tanins sont répartis en deux grands groupes différents suivant leur réactivité et leur composition : les tanins hydrolysables et les tanins polyflavonoïdes condensés [PIZZI, 2019]. On connaît aujourd'hui d'autres catégories de substances dont les caffetanins, les labiataetanins et les phlorotanins qui se réfèrent à la famille des tanins [OKUDA et ITO, 2011].

Les tanins hydrolysables sont d'abord caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique (alcaline ou acide) ou enzymatique pour libérer une partie non phénolique, souvent du glucose ou de l'acide quinique, et une partie phénolique qui peut être soit de l'acide gallique (cas des gallo-tanins comme le tanin de Chine, quelquefois appelé "acide tannique"), soit un dimère de ce même acide, l'acide ellagique (cas des tannins ellagiques ou ellagi-tanins). Les tanins hydrolysables sont abondants chez les Dicotylédones et certains arbres en sont des sources industrielles.

Les tanins condensés sont des oligomères ou des polymères de flavane-3-ols, éventuellement de flavane-3,4-diols, dérivés de la (+)-catéchine ou de ses nombreux isomères. Contrairement aux tanins hydrolysables, ils sont résistants à l'hydrolyse et seules des attaques chimiques fortes permettent de les dégrader. Ainsi, par traitement acide à chaud, ils se transforment en pigments rouges et, pour cette raison, les formes dimères et oligomères sont dénommées « proanthocyanidines ». Les proanthocyanidines dimères présentent déjà une affinité pour les protéines et des propriétés tannantes, mais ces deux paramètres augmentent avec la taille moléculaire des polymères qui sont formés par adjonction de nouveaux monomères aux dimères initiaux.

Les tanins condensés sont très abondants dans certains organes végétaux consommés ou utilisés par l'homme, par exemple de nombreux fruits (pomme, prune, fraise, etc.) ou des boissons fermentées ou non dont le thé, le vin, le cidre, etc. Dans tous les cas, la matière première végétale de départ, les traitements technologiques et les conditions de conservation du

produit influencent la capacité tannante donc ses propriétés organoleptiques.

L'humanité a utilisé, depuis des milliers d'années, diverses plantes trouvées dans son environnement pour des usages aussi divers que celui de tannage [PIZZI, 2019]. Le continent africain est doté d'une biodiversité très riche, avec un nombre très élevé de plantes utilisées comme herbes, comme aliments naturels et pour de nombreux autres usages y compris la tannerie [GUÉDE *et al.*, 2010 ; JANSEN et CARDON, 2005 ; CÉU de MADUREIRA *et al.*, 2002]. Malgré la nature hétérogène d'une biodiversité immense du continent africain en général et de la R.D. Congo en particulier, il y a eu peu d'efforts consacrés au développement de la tannerie qui est l'une des filières industrielles pouvant contribuer au développement de la R.D. Congo en général, la province du Kwango et la ville de Kenge en particulier.

En effet, l'importance que revêtent les plantes en général et les plantes à tanins en particulier dans les régions géographiques domestiquant le bovin, où les peaux de bêtes sont utilisées pour la fabrication des ceintures, des chaussures (sandales) et d'autres outils pouvant soulager tant soit peu les populations rurales, a été une interpellation pour qu'un regard scientifique soit porté sur les plantes qui sont utilisées traditionnellement pour cette fin. Malgré l'apparition de nouvelles méthodes de fabrication du cuir telles que le tannage au chrome qui est largement utilisé aujourd'hui, la méthode traditionnelle de production du cuir primaire par tannage végétal est toujours pratiquée principalement dans la tannerie artisanale des pays en développement à l'exemple de la R.D.C. [APPIAH-BREMPONG *et al.*, 2020].

C'est dans l'optique de montrer l'importance des plantes à tanin que cette étude a été menée afin de les valoriser. Dans un premier temps, ont été effectuées des enquêtes ethnobotaniques et un inventaire floristique des plantes tannantes utilisées à Kenge a été effectué. Puis, nous avons entrepris de caractériser les plantes recensées, qualitativement et quantitativement, par rapport à leur contenu présumé en tanins. *In fine*, ce travail pourra prodiguer des conseils pratiques aux tanneurs pour l'amélioration du rendement en se focalisant directement sur des plantes ayant une teneur en tanins élevée que d'autres et aux autres utilisateurs tels ceux qui s'occupent de plantes médicinales pour leur éviter une éventuelle compétition avec les tanneurs.

MATERIEL ET METHODES

Milieu d'étude

Le territoire de KENGE, situé à 4° 51' Sud, 16° 59' Est, s'étend au nord de la province de Kwango, il est constitué de la vallée de la Twana orientée sud-nord et du plateau d'Inzia ([https://fr.wikipedia.org/wiki/Kenge_\(territoire\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Kenge_(territoire))). Il est drainé de

l'est à l'ouest par plusieurs cours d'eau orientés du sud au nord dont le Kwango, la Wamba et l'Inzia.

Pour l'étude ethnobotanique, les matériels classiques utilisés par les tanneurs ont permis d'avoir accès aux plantes et de faire des prélèvements d'échantillons. Le matériel biologique utilisé pour notre étude a été récolté dans la ville de KENGE et ses environs au mois de Janvier 2018.

Matériel

Le matériel végétal utilisé dans cette étude était constitué de 28 espèces de plantes à tanins inventoriées à KENGE et dans ses environs parmi lesquelles 11 ont fait l'objet d'analyses phytochimiques.

Méthodologies

Pour mener à bien cette étude, des enquêtes ethnobotaniques auprès de la population de Kenge travaillant dans le tannage ont été menées afin d'avoir une orientation fixe sur les plantes destinées à être récoltées.

L'inventaire des plantes à tanin a consisté à la récolte d'informations sur le mode d'utilisation avant d'aller sur terrain pour récolter du matériel végétal frais. Le matériel végétal récolté a été étalé dans un local pour séchage pendant au moins 30 jours, à la température ambiante et à l'abri des rayons solaires. Après ce temps, les échantillons ont été acheminés à Kinshasa et ont été broyés au moulin THOMAS SCIENTIFIC afin d'obtenir une poudre de 0,5 mm de diamètre de particules devant permettre aux différentes analyses aussi bien au Commissariat Général de l'Energie Atomique/Centre Régional d'Etudes Nucléaires de Kinshasa (CGEA/CREN-K en sigle) qu'à l'Université de Kinshasa (UNIKN) au Laboratoire de Chimie Organique et Energétique (LACOREN) à la Faculté des Sciences. Des précautions ont été prises au préalable pour éviter des éventuelles contaminations des échantillons du matériel végétal.

Suivant l'enquête ethnobotanique réalisée, 28 espèces de plantes ont été inventoriées et elles ont été confrontées aux herbiers de l'herbarium de l'INERA situé au Département de Biologie de la Faculté des Sciences à l'Université de Kinshasa pour leur identification. Au total 11 espèces ont été choisies par préférence d'usage parmi les 28 pour les différentes analyses chimiques. C'est la poudre de chacune de ces plantes qui a servi à la préparation de différents extraits (aqueux et méthanoliques) avant d'effectuer l'étude phytochimique des plantes.

Préparation d'extraits

Les extraits ont été préparés suivant le protocole mis au point par NEMLIN et BRUNEL [1995] rapporté par N'GUESSAN *et al.* [2009] et ZIMMER et CORDESSE [1996]. Pour l'obtention de chaque extrait, cinq grammes de poudre de chaque échantillon ont été dissous dans 50 ml de solvant correspondant (méthanol ou eau distillée). Après homogénéisation manuelle pendant 10

min ou infusion pendant 15 min pour l'eau distillée, la mixture a ensuite été filtrée et le filtrat correspondant obtenu, c'est l'extrait aqueux en cas d'eau distillée ou d'extrait méthanolique dans le cas du méthanol.

Screening chimique

Le screening chimique a été réalisé dans le but d'obtenir un certain nombre d'informations sur les métabolites secondaires présents dans le matériel végétal étudié. La recherche des différents groupes phytochimiques a été faite sur les extraits aqueux et organiques en suivant les protocoles habituellement utilisés [BOUYAHYA *et al.*, 2017; DIALLO, 2005].

Les flavonoïdes ont été déterminés en utilisant le réactif de Shinoda $\{(CH_3CH_2OH\ 95\%,\ HCl\ 12N,\ H_2O\ (1:1:1))\}$ avec les copeaux de Zn. La recherche des anthocyanes s'est faite en utilisant le HCl 20 % comme réactif et par chauffage de l'échantillon au bain-marie jusqu'à ébullition pendant 15 min. Les Leucoanthocyanes ont été déterminés en ajoutant quelques gouttes de réactif de Shinoda et une petite quantité d'alcool isoamylique à trois millilitres d'extrait aqueux. Les tanins, condensés (proanthocyanidols) ou hydrosolubles (tanins galliques, tanins catéchiques), ont été identifiés par utilisation du réactif de Stiasny $(CH_2O\ 30\% + HCl\ 12N\ 20 : 1, v/v)$. Pour différencier les deux groupes des tanins, l'ajout de l'acétate de sodium et de $FeCl_3\ 1\%$ s'est avéré indispensable après le réactif de Stiasny [PENG et JAY-ALLEMEND, 1991].

La différenciation des tanins (catéchiques et galliques) a été obtenue par la réaction de Stiasny : à trois millilitres d'extrait à 5% ajouter 1,5 ml du réactif de Stiasny et chauffer au bain-marie à 90 °C. L'obtention d'un précipité montre la présence de tanins catéchiques. Après filtration, le filtrat est saturé avec de l'acétate de sodium pulvérisé. Quelques gouttes d'une solution de $FeCl_3\ 1\%$ sont ajoutées au filtrat. Le développement d'une teinte bleu-

noire indique la présence de tanins galliques non précipités par le réactif de Stiasny.

Les quinones ont été déterminées en utilisant le réactif de Börtranger (NaOH 10%). Les diterpénoïdes, les triterpénoïdes et les stéroïdes ont été déterminés par ajout de $H_2SO_4\ 36N$ ou du réactif de Liebermann-Buchard : $H_2SO_4\ 36N/CH_3COOH : 2/1$ à l'extrait organique [HARBONE, 1998 ; WAGNER *et al.*, 1984].

Détermination des tanins par la méthode spectrophotométrique

Les tanins ont été déterminés en utilisant la méthode de DAWRA *et al.* [1988] rapportée par SOETAN [2012]. Pour ce faire, 0,2 g de chaque extrait sec a été pesé dans un vase à bec et a été trempé dans le mélange fait de 80 ml d'acétone et 20 ml d'acide acétique glacial durant 5 heures pour extraire les tanins. Le mélange a été filtré sur un papier filtre à double couche pour obtenir le filtrat. Des solutions de 0 à 10 ppm d'acide tannique utilisé comme standard dans le méthanol ont été également préparées. L'absorbance des solutions standards aussi bien que celle des filtrats a été lue à 720 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-VIS SPECTRONIC 21D au Laboratoire des Sciences de la vie au CGEA/CREN-K. Pour le blanc, il a été procédé de la même manière sauf que le solvant, mélange d'acétone – d'acide acétique glacial (80 : 20) a été placé en lieu et place de l'extrait. Les mesures ont été reprises trois fois de suite. La Figure 1 donne la droite d'étalonnage ayant permis de déterminer les teneurs en tanins dans les échantillons.

Analyses statistiques des données

Les données ont été soumises à l'analyse de variance (ANOVA) avec les logiciels Excel et SPSS version v.7. Le test de la plus petite différence significative (PPDS) au seuil de confiance de 5% a été effectué afin de dégager la différence entre les teneurs en tanins des extraits de différentes plantes.

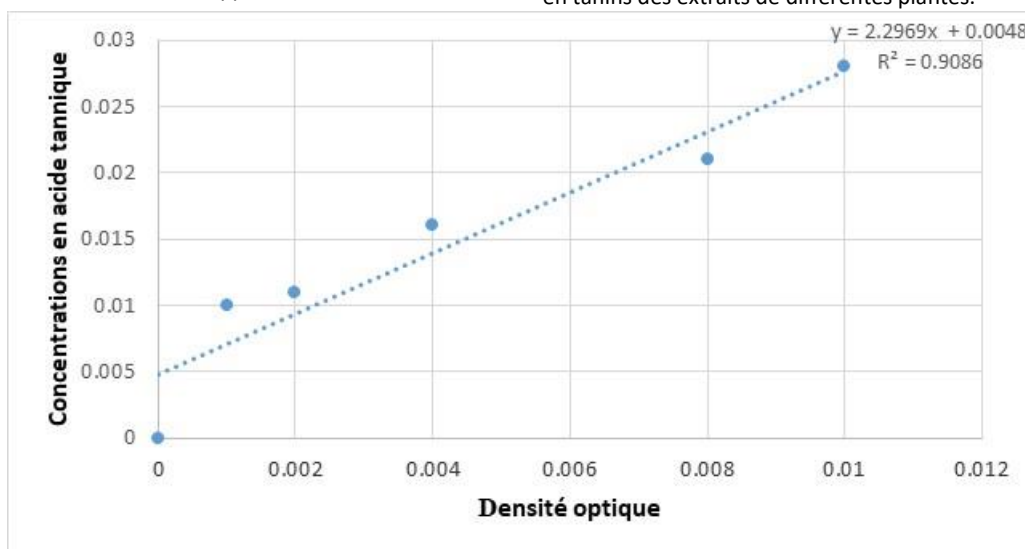


Figure 1 : Droite d'étalonnage en fonction des concentrations en acide tannique donnant l'équation pour la détermination des teneurs en tanins des échantillons des plantes analysées.

RESULTATS

Les résultats obtenus dans cette étude portent sur les enquêtes ethnobotaniques, le screening chimique et la détermination de la teneur en tanins de quelques plantes utilisées dans le métier de tannage à Kenge.

Enquête ethnobotanique

L'échantillonnage effectué au niveau des formations végétales de Kenge a permis d'inventorier 28 espèces de plantes à tanin appartenant à 15 familles et 22 genres. Le Tableau 1 présente les espèces inventoriées classées en ordre alphabétique, leurs noms vernaculaires et leurs familles.

Tableau 1 : Liste systématique des espèces inventoriées au niveau de la flore de Kenge

N°	Espèces recensées	Noms vernaculaires	Familles
1	<i>Acacia auriculiformis</i> A.Cunn. ex Benth.	Cassia	Fabaceae/ Caesalpinioideae
2	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Noix cajou/liboto (Lingala)	Anacardiaceae
3	<i>Annona senegalensis</i> Pers	Mulolu (Mbala, Pelende)	Annonaceae
4	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth	Mungangati (Yaka)	Euphorbiaceae
5	<i>Caloncoba welwitschii</i> (Oliv.) Gilg	Mubamba (Mbala, Suku, Yaka)	Achariaceae
6	<i>Carica papaya</i> L.	Papayer	Caricaceae
7	<i>Citrus aurantium</i> L.	Orange amer	Rutaceae
8	<i>Citrus limon</i> (L.) Burm	Munoko ya ngando (Lingala)	Rutaceae
9	<i>Citrus grandis</i> Osbeck	Orange doux	Rutaceae
10	<i>Citrus paradisi</i> Mac Fad	Pamplemoussier	Rutaceae
11	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarinier	Rutaceae
12	<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don) H.J. Lam	Safutier	Burseraceae
13	<i>Dialium englerianum</i> Henriq.	Muboti (Mbala, Pelende, Yaka)	Fabaceae/Caesalpinioideae
14	<i>Erythrophleum africanum</i> Welw. Ex Benth	Mukwati (Mbala, Pelende, Yaka, Suku)	Fabaceae /Caesalpinioideae
15	<i>Eucalyptus citriodora</i> H.	Eucalyptus	Myrtaceae
16	<i>Gymnanthemum amygdalinum</i> (Delile) Sch.Bip. ex Walp.	M'kadi-nkadi (Pelende, Yaka)	Asteraceae
17	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam ex Poir	Mutunu (Yaka, Pelende)	Hypericaceae
18	<i>Hymenocardia acida</i> Tul	Muheti (Mbala, Pelende, Yaka)	Phyllanthaceae
19	<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv	N'sangambala (Pelende)	Phyllanthaceae
20	<i>Mangifera indica</i> L.	Mangier	Anacardiaceae
21	<i>Morinda morindoides</i> (Baker) Milni-Redh.	Kongo bololo (Lingala)	Rubiaceae
22	<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth	Mumbanzi-mbanzi (Pelende)	Fabaceae/Mimosoideae
23	<i>Persea americana</i> Mill	Avocatier	Lauraceae
24	<i>Phyllanthus odontadenius</i> Mull. Arg.	Mbanzibanzi (Pelende)	Phyllanthaceae
25	<i>Saccharum officinarum</i> L	Canne à sucre	Poaceae
26	<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S. Irwin & Barneby	M'tambala (Yaka)	Fabaceae/Caesalpinioideae
27	<i>Senna spectabilis</i> (DC) H.S. Irwin & barneby	N'saka n'saka (pelende, Yaka)	Fabaceae/Caesalpinioideae
28	<i>Terminalia catappa</i> L	Madame	Combretaceae

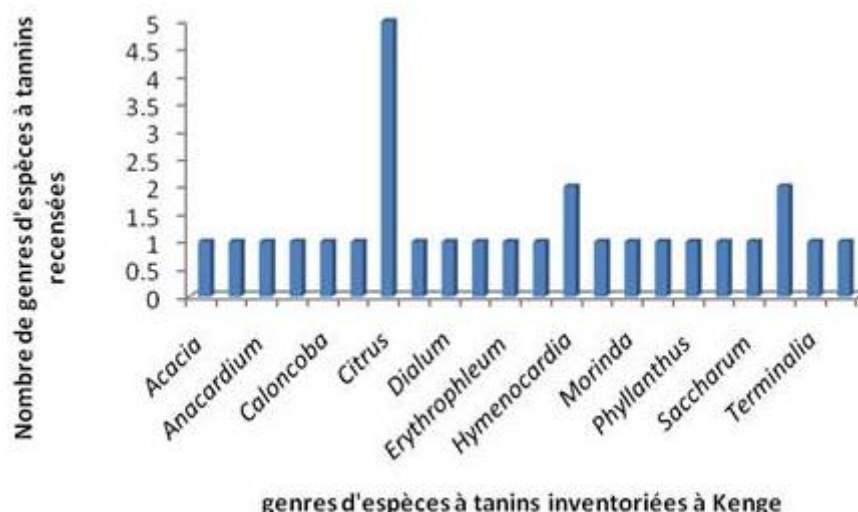


Figure 2 : Genres d'espèces utilisées dans le tannage à Kenge.

Tableau 2 : Screening phytochimique des extraits aqueux des 11 espèces des plantes à tanin.

N°	Espèces de plante	P.U.	Flav.	Tan. Gal.	Tan. Cat.	Quin.	Anth.	Leucoanth.	Diterp.	Triterp & Stér.
1	<i>A. occidentale</i>	ET	+	-	+	-	+	+	+	-
2	<i>B. ferruginea</i>	ET	+	-	+	+	+	+	-	-
3	<i>C. welwitschii</i>	ET	+	-	+	+	+	+	+	+
4	<i>A. auriculiformis</i>	ET	+	+	-	-	+	+	-	-
5	<i>D. edulis</i>	ET	+	+	-	+	+	+	+	+
6	<i>D. englerianum</i>	ET	+	-	+	+	+	+	+	+
7	<i>E. africanum</i>	ET	+	+	-	+	+	+	+	+
8	<i>H. acida</i>	ET	+	-	+	+	+	+	-	-
9	<i>H. ulmoides</i>	ET	+	-	+	+	+	+	+	+
10	<i>M. indica</i>	ET	+	+	-	-	+	+	+	-
11	<i>M. morindoides</i>	F	+	+	-	+	+	+	+	-

Légende : P.U. : Parties Utilisées ; E T : écorce et tige ; F : feuilles. Flav. : Flavonoïdes, Tan Ga. : Tanins galliques, Tan. Cat. : Tanins catéchiques, Quin. : Quinones, Anth. : Anthocyanines, Leucoanth. : Leuco-anthocyanines, Diterp. : Diterpénoïdes, Triterp. : Triterpénoïdes, Stér. : Stéroïdes.

Il ressort du Tableau 1 que la famille des Fabaceae et celle des Rutaceae sont prédominantes de toutes les autres familles avec six espèces chacune. Elles sont suivies par celle des Phyllanthaceae avec trois espèces et celle des Anacardiaceae avec deux espèces. Le reste des familles sont représentées par une espèce chacune. Le genre *Citrus* est majoritaire de tous. La Figure 2 illustre le nombre de chaque espèce dans le Tableau 1 comme rapporté dans le Tableau 1.

Dans les enquêtes menées chez 10 utilisateurs des plantes pour le tannage, il s'est avéré que *Mangifera indica*, *Erythrophleum africanum*, *Dialium englerianum* et *Bridelia ferruginea* sont utilisées par 100% d'enquêtés alors que *Dacryodes edulis* est utilisée chez 90%, *Harugana madagascariensis* et *Pentaclethra microphylla* sont utilisées par 80% d'enquêtés. *Persea americana* est utilisée à 70% chez les tanneurs.

Screening phytochimique

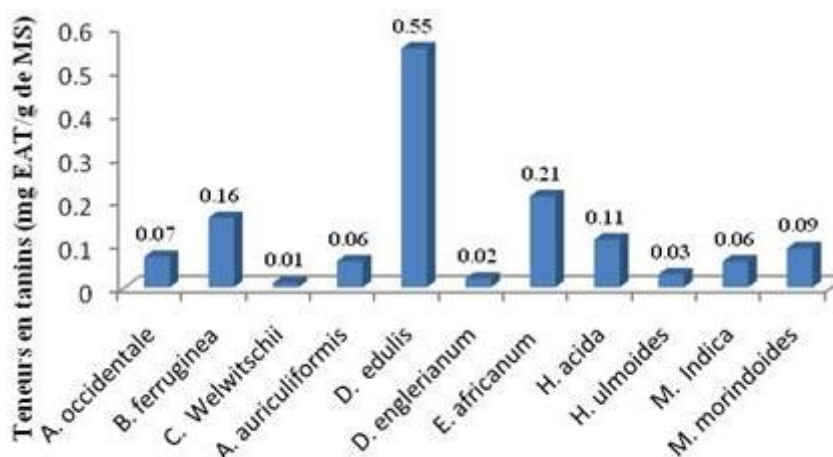
Les résultats obtenus sur la caractérisation des groupes chimiques des plantes à tanin sont présentés dans les Tableaux 2 et 3.

Il ressort du Tableau 2 que les flavonoïdes, les tanins (galliques et catéchiques), les anthocyanes et les leucoanthocyanines sont présents dans les écorces et tiges de toutes les espèces des plantes, alors que les terpènes et les stéroïdes sont absents dans les écorces et tiges de *B. ferruginea*, *d'A. auriculiformis* et de *H. acida*. Les quinones sont absentes dans les écorces et tiges d'*A. occidentale*, *d'A. auriculiformis* et de *M. indica*. Les triterpénoïdes et les stéroïdes sont absents dans les écorces et tiges d'*A. occidentale* et de *M. indica* et sont également absents dans les feuilles de *M. morindoides*.

Tableau 3 : Screening phytochimique des extraits méthanoliques des 11 espèces des plantes à tanin

N°	Espèces de plante	P.U.	Flav.	Tan. Gal.	Tan. Cat.	Quin.	Anth.	Leucoanth.	Diterp.	Triterp & Stér.
1	<i>A. occidentale</i>	ET	+	-	+	-	+	-	+	-
2	<i>B. ferruginea</i>	ET	+	-	+	+	+	+	+	+
3	<i>C. welwitschii</i>	ET	+	+	-	+	+	+	+	+
4	<i>A. auriculiformis</i>	ET	+	+	-	+	+	+	+	+
5	<i>D. edulis</i>	ET	+	+	-	+	+	+	+	+
6	<i>D. englerianum</i>	ET	+	-	+	-	+	+	+	+
7	<i>E. africanum</i>	ET	+	+	-	+	+	+	+	+
8	<i>H. acida</i>	ET	+	+	+	+	+	+	+	+
9	<i>H. ulmoides</i>	ET	+	-	+	+	+	+	+	+
10	<i>M. indica</i>	ET	+	+	-	+	+	-	+	+
11	<i>M. morindoides</i>	F	+	+	-	+	+	+	+	+

Légende : P.U. : Partie utilisée ; E. T : écorce et tige ; F : feuilles. Flav. : Flavonoïdes, Tan. Ga. : Tanins galliques, Tan. Cat. : Tanins catéchiques, Quin. : Quinones, Anth. : Anthocyanines, Leucoanth. : Leucoanthocyanines, Diter. : Diterpénoïdes, Triterp. : Triterpénoïdes, Stér. : Stéroïdes.



Espèces analysées de plantes à tanins utilisées à Kenge

Figure 3 : Teneurs en tanins (mg EAT.g⁻¹ de MS) d'espèces de plantes utilisées dans le tannage à Kenge.

Il ressort du Tableau 3 que les flavonoïdes, les tanins (galliques et catéchiques), les anthocyanes et les diterpénoïdes sont présents dans les écorces et tiges de toutes les espèces des plantes analysées, alors que les quinones, les leucoanthocyanes, les triterpénoïdes et les stéroïdes sont absents dans les écorces et tiges d'*A. occidentale*. Elles sont également absentes dans les écorces et tiges de *D. englerianum*. Les leucoanthocyanes sont également absentes chez *Mangifera indica*.

Concentration en tanins des plantes analysées

Les concentrations en tanins exprimées en milligrammes équivalents acide tannique par gramme d'extrait sec (mg EAT.g⁻¹ d'extrait sec) dans les différentes espèces des plantes à tanin sont reprises sur la Figure 3.

Il ressort de la Figure 3 que *D. edulis*, avec 0,55±0,17 mg Eq. AT/g de MS présente plus de tanins que toutes les autres plantes suivie de *E. africanum* avec 0.21±0,01 mg Eq. AT/g de MS. *C. welwitschii* avec 0.01±0,0 mg Eq. AT/g de MS présente la faible

valeur en tanins de toutes les espèces analysées. Statistiquement, *Dacryodes edulis* diffère significativement au seuil de 5% à toutes les plantes utilisées dans le tannage dans la ville de Kenge. *E. africanum* avec 21±0,02 mg Eq. AT/g de MS et *B. ferruginea* avec 16±0,017 mg Eq. AT/g de MS ne diffèrent pas au seuil de confiance de 5% alors que *E. africanum* diffère statistiquement de *H. acida* qui présente 11±0,036 mg Eq. AT/g de MS. La plante de *M. morindoides* avec 0.09±0,01 mg Eq. AT/g de MS ne diffère statistiquement au seuil de confiance de 5% qu'avec *D. edulis* et *E. africanum* et par contre, ne diffère pas des autres plantes.

DISCUSSION

L'étude ethnobotanique sur les plantes à tanins menée à Kenge a révélé 28 plantes représentant 15 familles où la famille des Fabaceae est majoritaire suivie de la famille des Rutaceae. Toutes les familles répertoriées présentement se rencontrent parmi celles trouvées par LASSA *et al.* [2019] à l'exception de trois dont les familles des Achariaceae, des Hypericaceae et de

Phyllanthaceae. LAZLI *et al.* [2019] ont inventorié 164 espèces de plantes médicinales appartenant à 58 familles et 124 genres, dont 48 espèces médicinales spontanées où sont rencontrés seulement deux espèces : *Citrus limon* et *C. aurantium*. KIKUFI [2006] rapporte également deux espèces, *Caloncoba welwitschii* et *Mangifera indica*, sur l'étude floristique menée à Masina, une des communes de Kinshasa en RDC alors que MENGA [2007] qui a travaillé dans la végétation de la région de Bolobo-Mushi dans l'ex province de Bandundu en RDC en rapporte 12 sur les espèces des plantes inventoriées. MAGILU [2007] ne rapporte que 7 espèces parmi celles qui ont été inventoriées dans la présente étude. De plantes répertoriées, certaines sont des plantes médicinales telles que *M. morindoides* et *Dacryodes eduli* [TONA *et al.*, 2004 ; GUÉDÉ *et al.*, 2010 ; NDAH *et al.*, 2013] et servent pour ce fait à soigner bon nombre de maladies. Récemment NGBOLUA *et al.* [2019] ont répertorié 47 plantes médicinales utilisées dans la ville de Kinshasa en RDC parmi lesquelles se retrouvent seulement 5 plantes reprises dans le Tableau 1 dont *A. senegalensis*, *B. ferruginea*, *H. acida*, *M. indica* et *M. morindoides*. Au regard de ces résultats, il y a lieu de dire qu'il y aurait peu de risque de compétition entre les utilisateurs des plantes médicinales et ceux des plantes à tanins.

Bon nombre de plantes répertoriées et analysées dans cette étude ont été signalées préalablement par JANSEN et CARDON [2005] parmi les ressources végétales de l'Afrique tropicale comme colorants ou plantes à tanins. Ces auteurs ont rapporté que les genres tels qu'*Acacia*, *Morinda*, *Phyllanthus*, *Senna* et *Terminalia* contenaient des espèces qui sont traditionnellement utilisées en Afrique pour la teinture et le tannage. Leurs teneurs en tanins sont estimées entre 12 et 40%. Ces résultats pourraient être appuyés par ceux de KURIA *et al.* [2016] qui rapportent la qualité du tannage des plantes sélectionnées dont celles du genre *Acacia* dans la production du cuir à Laikipia au Kenya. En outre, JANSEN et CARDON [2005] rapportent la liste des espèces dans les autres groupes d'usage qui sont utilisées comme colorant ou tanin parmi lesquelles se retrouvent dans le Tableau 1 *A. occidentale*, *A. senegalensis*, *B. ferruginea*, *H. madagascariensis*, *H. acida*, *H. ulmoides*, *M. indica*, *M. morindoides*, *P. macrophylla*, *P. americana*, *S. spectabilis* et *T. catappa* qui sont des espèces répertoriées et/ou analysées dans la présente étude. OWOSENI *et al.* [2009] qui ont travaillé sur les analyses microbiologiques et phytochimiques de *B. ferruginea* rejoignent les résultats en confirmant la présence des tanins aussi bien dans les feuilles que dans les écorces de cette plante. Il en est de même de LUKA *et al.* [2020] qui rapportent la présence des tanins dans les extraits aqueux et éthanoliques des tiges et racines de *B. ferruginea* lors des analyses phytochimiques et de l'activité antibactériologique *in vitro* des extraits de cette plante.

SEREME *et al.* [2008] ont inventorié 25 plantes utilisées au Burkina Faso sur les propriétés thérapeutiques des plantes à tanins. De ces plantes, deux ont été reprises parmi celles

inventoriées à Kenge, *A. occidentale* L. et *M. indica* L. avec respectivement 7,04%/MS et 10,76%/MS en tanins soit 70,4 mg/g MS et 107,6 mg/g MS. Toutefois, le genre *Acacia* repris dans ce travail ne rencontre pas les espèces reprises chez les auteurs précités dont *A. gourmaensis*, *A. nilotica*, *A. pennata* et *A. seyal* avec des teneurs en tanins variant respectivement de 1,98%/MS, 18,06%/MS, 6,26%/MS et 10,58%/MS soit respectivement 19,8 mg/g MS, 180,6 mg/g MS, 62,6 mg/g MS et 105,8 mg/g MS. NARS [2011] rapporte également les espèces des plantes utilisées dans le tannage en Egypte et reprend *A. nilotica* et *M. indica* avec respectivement 9,42% et 5,66% de tanins.

D'une part, ENENGEDI *et al.* [2019] rapportent les teneurs en tanins (0,0978 mg EAT /g et 0,103 mg EAT /g) des feuilles et des écorces de *Dacryodes edulis* de provenance différente. D'autre part, OKWU et NNAMDÍ [2008] rapportent la teneur moyenne en tanins chez *D. edulis* de 0,47±0,20 mg/100 g MS, soit 0,0047 mg/g MS. La teneur trouvée dans cette étude (0,55±0,17 mg EAT/g MS) est de loin supérieure aux teneurs en tanins trouvées par ces auteurs et cela peut s'expliquer non seulement par la différence des solvants utilisés (80 ml d'acétone et 20 ml d'acide acétique glacial dans ce travail et l'eau dans l'autre dans leur travail) mais aussi par la différence des sols où les échantillons ont été récoltés ou l'état végétatif des plantes récoltées. Ceci pourrait être appuyé par SOETAN [2012] qui rapporte des valeurs élevées en tanins respectivement chez trois variétés de *Lablab purpureus* lesquelles varient respectivement de 3,5±0,84 mg/g ; 4,2±0,81 mg/g et 4,7±0,06 mg/g dans une solution acétone – eau (80%) alors qu'elles sont faibles quand l'eau est utilisée seule comme solvant. Il en est de même d'ENNEB *et al.* [2015] qui rapportent des valeurs élevées en tanins chez la plante de henné (*Lawsonia inermis* L.) variant en moyenne de 5,32±1,06 mg EC/g MS dans les racines et 17,93±0,67 mg EC/g MS dans les feuilles.

ABID *et al.* [2020] montrent l'intérêt des tanins dans la fabrication des cuirs des poissons avec quatre plantes sélectionnées dont *Acacia nilotica* avec 8,7% soit 0,87 mg/g MS. Cette valeur est élevée par rapport à celle que nous avons trouvée pour *A. auriculiformis*. BALASOORIYA *et al.* [1982] avaient déjà rapporté la teneur de différentes espèces de plantes d'usage économique de Sri Lanka où le screening des plantes à tanins a été réalisé et *Acacia leucophloea* a montré une teneur en tanins de 7,5 (6,8)% soit 0,75 (0,68) mg/g MS. Cette différence s'expliquerait par la méthode de dosage des tanins car ils ont plus travaillé avec des fractions au lieu d'extrait brut comme m'a souligné SOETAN [2012].

Le screening phytochimique réalisé sur 11 espèces de plantes à tanins prises par ordre de préférence atteste la présence des tanins, tanins galliques ou tanins catéchiques ou les deux à la fois alors que l'étude menée par N'GUESSAN *et al.* [2009] sur quelques plantes ivoiriennes ne révèle que la présence

des tanins catéchiques chez *C. odorata*, *P. pinnata*, *P. macrocarpus* et *P. amarus*. Les résultats de cette étude rencontrent ceux de KAGJA *et al.* [2011] qui ont travaillé sur le screening phytochimique, la composition en flavonoïdes totaux et l'activité antioxydante d'*E. africanum* et ont également révélé la présence des flavonoïdes, tanins et saponines dans cette plante mais n'ont pas révélé la présence des quinones et anthocyanines.

Les teneurs en tanins de nos plantes ont varié de 0,01±0,0 mg EAT.g⁻¹ d'extrait sec à 0,55±0,17 mg EAT.g⁻¹ d'extrait sec. KOUTOUAN *et al.* [2019] qui ont travaillé sur la composition en polyphénols et en tanins des feuilles de neuf variétés de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. au cours du premier cycle de croissance et en fonction du mode d'exploitation ont rapporté des teneurs en tanins variant de 0,12±0,08 à 11,42± 0,24 mg-éqAT/g MS. Ces valeurs élevées en tanins pourraient s'expliquer d'une part, par la constitution génétique de ces plantes et d'autre part, par les organes de la plante utilisés et le sol où les différentes plantes trouvent les nutriments pour leur développement [TOURTE, 2002 ; NABORS, 2008].

CONCLUSION

L'objectif de cette étude, qui a rencontré beaucoup d'autres du genre, était d'inventorier les espèces végétales utilisées dans le tannage à Kenge et de donner une justification scientifique de leur usage afin d'orienter les tanneurs dans leurs choix pour des rendements escomptés. Il s'est avéré que 28 espèces végétales y sont utilisées et lesquelles représentent 22 genres et 15 familles. Les familles des Fabaceae et des Rutaceae sont prédominantes de toutes les autres avec six espèces chacune. Les différentes espèces choisies par ordre de préférence pour le screening phytochimique ont révélé la présence de tanins (galliques ou catéchiques) et d'autres composés phénoliques (flavonoïdes, quinones, leucoanthocyanines, anthocyanines) et des terpènes et stéroïdes. C'est une des raisons qui justifient que certaines de ces espèces végétales soient comptées parmi les plantes médicinales et utilisées dans le traitement traditionnel de certaines maladies.

La quantification des tanins par spectrophotométrie a montré que trois espèces végétales se sont révélées contenir plus de tanins que d'autres dont *Dacryodes edulis* (0,55±0,17 mg EAT.g⁻¹ de MS), *Erythrophleum africanum* (0,21±0,02 mg EAT.g⁻¹ de MS) et *Bridelia ferruginea* (0,16±0,017 mg EAT.g⁻¹ de MS). Les deux premières plantes ont révélé seulement la présence des tanins galliques et la dernière plante, elle, n'a révélé que la présence des tanins catéchiques. Ces résultats justifient ainsi l'usage de ces plantes dans le tannage à Kenge et donnent ainsi une orientation préalable des plantes à tanin que les tanneurs pourraient utiliser.

Cette étude ouvre ainsi la voie à la recherche des plantes à tanins et dans le dosage des tanins dans toutes les espèces utilisées dans le tannage afin d'un établissement d'une liste exhaustive des plantes à tanins devant permettre les tanneurs de les utiliser à bon escient.

REMERCIEMENTS

Nous remercions toutes les personnes de la ville de Kenge et des villages environnants qui nous ont ouvert leurs portes et nous avoir communiqué leur savoir sur les plantes à tanin en nous fournissant aussi leurs noms vernaculaires. Nous remercions également le Chef de Travaux Timothée NKODI pour le screening chimique au LACOREN à l'UNIKIN, le Professeur Sébastien LUYINDULA et tous les membres de la Division des Sciences de la vie au CGEA/CREN-K pour le spectrophotomètre UV-VIS SPECTRONIC 21D.

RESUME

Le but de cette étude était d'inventorier les espèces végétales utilisées dans le métier des tanneurs et de justifier de façon scientifique ces usages par le dosage des tanins contenus dans chaque plante. La démarche consistait d'abord à mener une enquête devant permettre de connaître les plantes utilisées en abordant des personnes travaillant dans le métier de tannage. Il fallait ensuite vérifier la présence des tanins et d'autres composés phénoliques dans les extraits de différentes plantes récoltées en utilisant des réactifs chimiques tels que le réactif de Shinoda pour les flavonoïdes, réactif de Stiasny pour les tanins, etc. Troisièmement, il était indispensable de quantifier les teneurs en tanins par la méthode spectrophotométrique dans chaque plante pour justifier l'usage de chacune d'elles. Pour cela, l'eau et le méthanol ont été utilisés pour l'obtention des extraits utilisés pour le screening chimique et le mélange eau – acide acétique glacial pour le dosage quantitatif des tanins par spectrophotométrie.

Les enquêtes ethnobotaniques menées auprès de nombreux tanneurs suivant l'expertise de chacun a permis de recenser globalement 28 espèces de plantes à tanin, 22 genres et 15 familles. L'étude phytochimique des extraits de 11 plantes choisies suivant leur préférence d'usage a révélé la présence des flavonoïdes, des tanins, des quinones, d'anthocyanines, des leucoanthocyanines, des terpènes et des stéroïdes. Les teneurs en tanins déterminées par spectrophotométrie ont varié de 0,01±0,0 mg EAT.g⁻¹ deMS pour *Caloncoba welwitschii* à 0,55±0,17 mg EAT.g⁻¹ de MS pour *Dacryodes edulis*. Avec cette teneur en tanins, *D. edulis* ainsi que trois autres plantes dont *Erythrophleum africanum* (0,21±0,02 mg EAT.g⁻¹ de MS), *Bridelia ferruginea* (0,16±0,02 mg EAT.g⁻¹ de MS) et *Hymenocardia acida* (0,11±0,04 mg EAT.g⁻¹ d'extrait sec) ont montré des valeurs dépassant la moyenne générale soit 0,12 mg EAT.g⁻¹ de MS.

Mots clés

Screening phytochimique, tanins, enquêtes ethnobotaniques, plantes à tannins, polyphénols.

REFERENCES

- ABID U., MUGHAL T.A., SADDIQE Z., ANWAR M. [2020]. Vegetable Tanning of Sole Fish Skin by Using Tannins Extracted from Plants. *Asian Journal of Research in Biosciences*, 1-9.
- APPIAH-BREMPONG M., ESSANDOH H.M., ASIEDU N.Y., DADZIE S.K., MOMADE F.W.Y. [2020]. An insight into artisanal leather making in Ghana. *Journal of Leather Science and Engineering*, 2,1, 1-14.
- BALASOORIYA S.J., SOTHEESWARAN S., BALASUBRAMANIAM S. [1982]. Economically useful plants of Sri Lanka. Part IV. Screening of Sri Lanka plants for tannins. *Journal of the National Science Council of Sri Lanka*, 10, 213-219.
- BOUDET A.M. [2007]. Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry*, 68, 2722 – 2735.
- BOUYAHYA A., ABRINI J., BAKRI Y., DAKKA N. [2017]. Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'*Origanum compactum*. *Phytothérapie*, 15, 379–383.
- CÉU DE MADUREIRA M. DO, MARTINS A.P., GOMES M., PAIVA J., PROENÇA DA CUNHA A., ROSÁRIO V. DO [2002]. Antimalarial activity of medicinal plants used in traditional medicine in Sao Tomé and Príncipe islands. *Journal of Ethnopharmacology*, 81, 23 – 29.
- CRENN P. [2020]. Bénéfices et risques des compléments alimentaires. *Nutrition Clinique et métabolisme* 34, 201 – 206. www.sciencedirect.com
- DIALLO A. [2005]. Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* WILLD. (Myrtaceae). Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Bamako, Fac.de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie (FMPOS), Mali, 99p. <http://www.keneya.net/fmpos/theses/2005/pharma/pdf/05P26.pdf>
- ENENGEDI I., EKPA O., AKPABIO U. [2019]. Antioxidant and free radical scavenging properties of *Dacryodes edulis* leaf and bark extracts. *International Journal of Herbal Medicine*. 7, 4, 36 – 44.
- ENNEB H., BELKADHI A., CHEOIR F., FERCHICHI A. [2015]. Comparaison des composés phénoliques et du pouvoir antioxydant de la plante de henné (*Lawsonia inermis* L.). *Journal of New Sciences*, 20,2, 788 – 793.
- FACCIM DE BRUM T., ZADRA M., PIANA M., BOLIGON A.A., FRÖHLICH J.K., BORBA DE FREITS R. [2013]. HPLC Analysis of Phenolic compounds and antioxidant capacity of leaves of *Vitex megapotamica* (Sprengel) Moldenke. *Molecules*, 18, 8342 – 8257.
- GUÉDÉ N.Z., N'GUESSAN K., ETIEN DIBIÉ T., GRELLIER P. [2010]. Ethnopharmacological study of plants used to treat malaria, in traditional medicine, by Bete Populations of Issia (Côte d'Ivoire). *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2, 4, 216 – 227.
- HAQ F. [2012]. The ethnobotanical uses of medicinal plants of Allai valley, Western Himalaya Pakistan. *International Journal of Plant Research*, 2,1, 21 – 34.
- HARBONE J.B. [1998]. *Phytochemical Methods*. Ed. Chapman and Hall. London, 278p.
- JANSEN P.C.M., CARDON D. [2005]. Ressources végétales d'Afrique tropicale 3. Colorants et tanins. Ed. LEMMENS R.H.M.J. et OYEN L.P.A. Traduction française par CHAUVET M. et SIEMONSMA J.S. Fondation PROTA, Backhuys Publishers, CTA, Wageningen, Pays-Bas, 237p.
- KADJA A.B., MAMYRBÉKOVA-BÉKRO J.A., BÉNIE A., BOUA B.B., N'GAMAN K.C., BÉKRO Y.-A. [2011]. *Erythrophleum africanum* Afzel. (Caesalpinaceae), an African toothpick: phytochemical screening, total flavonoid content and antioxidant activity. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5,27, 6273-6277.
- KIKUFI B.A. [2007]. Etude floristique et écologique des phytocénoses des marais de Masina (Kinshasa). Mémoire de DEA, Fac. des Sciences, Université de Kinshasa.
- KOUTOUAN F.P.1., YAPI Y.M., WANDAN E.N., BODJI N.C., N'DA K.P. [2019]. Composition en polyphénols totaux et en tanins des feuilles de neuf variétés de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. au cours du premier cycle de croissance et en fonction du mode d'exploitation. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13,2, 882-898.
- KURIA A., OMBUI J., ONYUKA A., SASIA A., KIPYEGON C., KAIMENYI P., NGUGI A. [2016]. Quality evaluation of leathers produced by selected vegetable tanning materials from Laikipia County, Kenya. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 9,4, 13-17.
- LASSA K.L., KIKUFI B.A., ILUMBE B.G., BILOSO M.A., MASENS DA MUSA, HABARI M.J.-P., LUKOKI L.F. [2019]. Etude floristique, écologique et phytogéographique des espèces utiles du Territoire de Kimvula, R.D. Congo. *Congo Sciences* 7, 2, 91 – 101.
- LAZLI A., BELDI M., GHOURI L., EL HOUDA NOURI N. [2019]. Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Bougous. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 88, 22 – 43, <https://popus.uliege.be/0037-9565/index.php?id=8429>.
- LUKA M.I., ONUOHA S.C., OLADELE V.O., AGUIYI J. [2020]. Phytochemical screening and in vitro evaluation of antibacterial activity of aqueous and ethanolic extracts of root and stem bark of *Bridelia ferruginea* Benth. (Euphorbiaceae). *Journal of Medicinal Plants Research*, 14,1, 54-61.
- MACHEIX J.-J., FLEURIET A., JAY-ALLEMAND C. [2005]. Les composés phénoliques des végétaux. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Losanne, Italie, 192p.
- MAGILU M.W. [2007]. Etude ethnobotanique chez les populations Pende de la périphérie de la réserve floristique de l'INERA de Kiyaka (Kikwit). Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa.
- MENGA M.P. [2007]. Contribution à l'étude floristique et phytosociologique de la végétation de la région de Bolobo – Mushie (Bandundu). Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa.
- NABORS M. [2008]. *Biologie Végétale. Structures, Fonctionnement, écologie et biotechnologie*. Traduction française coordonnée Par GEORGES SALLÉ, Saint Paul, Kinshasa ; Ed. Pearson Education France, 614p.
- NALYANYA K.M., ROP R.K., ONYUKA A.S., BIRECH Z.A. [2021]. Review of Natural Plants as Sources of Substances for Cleaner Leather Tanning Technologies. *Textile & Leather Review*, 1-12.
- NARS MOURSI A.I. [2011]. Using some plants and their crude extracts in leather tanning. A Thesis presented to the graduate school faculty of Agriculture, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Animal production, Alexandria University, Egypt.
- NDAH N.R., ENOW EGBE A., BECHEM E., ASAHA S., YENGO T., LOH CHIA E., EYENIEH N.M. [2013]. Ethnobotanical study of commonly used medicinal plants of the Takamanda Rainforest South West, Cameroon. *African Journal of Plant Science*, 7, 1, 21 – 34.
- NGBOLUA K.N., INKOTO C.L., MONGO N.L., ASHANDE C.M., MASENS Y.B., MPIANA P.T. [2019]. Étude ethnobotanique et floristique de

quelques plantes médicinales commercialisées à Kinshasa, République Démocratique du Congo. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.*, 7,1, 118-128.

- N'GUESSAN K., KADJA B., ZIRIHI G.N., TRAORÉ D., AKÉ-ASSI L. [2009].** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature*, 6,1, 1 – 15.
- OKUDA T., ITO H. [2011].** Tannins of constant structure in medicinal and food plants—hydrolyzable tannins and polyphenols related to tannins. *Molecules*, 16, 2191-2217.
- OKWU D.E., NNAMDI F.U. [2008].** Evaluation of the chemical composition of *Dacryodes edulis* and *Raphia hookeri* Mann and Wendl exudates used in herbal medicine in south eastern Nigeria. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 5,2, 194-200.
- OWOSENI A.A., AYANBAMIJI T.A., AJAYI Y.O., EWEGBENRO I.B. [2009].** Antimicrobial and phytochemical analysis of leaves and bark extracts from *Bridelia ferruginea*. *African Journal of Biotechnology*, 9,7, 1031-1036.
- PENG S., JAY-ALLEMAND C. [1991].** Use of antioxydants in extraction of tannins from walnut plants, *J. Chem. Ecol.*, 17, 887-896.
- PIZZI A. [2019].** Tannins: Prospectives and Actual Industrial Applications. *Biomolecules*, 9, 344, 1-30.
- PRADHAN R.N., RAUTARAYA O., BEHERA P., PANDA S.K. [2014].** Diversity, Medicinal uses and conservation status of medicinal plants at Mandaragiri, Angul Forest Division, Odisha, India. *Natural Resources and Conservation*, 2,3, 43 – 50.
- RIRA M. [2019].** Les tanins hydrolysables et condensés : une piste pour la réduction de la production du méthane entérique par les ruminants en milieu tropical. Thèse Doctorat de l'Université Clermont Auvergne, École Doctorale des Sciences de la vie et de la Santé-Agronomie – Environnement. France, 216p.
- SEREME A., MILLOGO-RASOLODIMBY J., GUINKO S., NACRO M. [2008].** Propriétés thérapeutiques des plantes à tanins du Burkina Faso. *Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines*, 15, 41 – 49.
- SOETAN K.O. [2012].** Comparative evaluation of phytochemicals in the raw and aqueous crude extracts from seeds of three *Lablab purpureus* varieties. *African Journal of Plant Science*, 6,15, 410–415.
- TONA L., CIMANGA R.K., MESIA K., MUSUAMBA C.T., DE BRUYNE T., APERS S., HERMANS N., VAN MIERT S., PIETERS L., TOTTE J., VLIETINCK A.J. [2004].** In vitro Antiplasmodial activity of extracts and fractions of seven medicinal plants used in the Democratic Republic of Congo. *Journal of Ethnopharmacology*, 93, 1, 27-32.
- TOURTE Y. [2002].** Génie génétique et biotechnologie ; Concepts, methods et applications agronomiques. Paris; 2ème Ed. Dunod, 256p.
- WAGNER H, BLAT S, ZGAINSKI E.M. [1984].** Plant drug analysis. A thin layer chromatography. Atlas translated by Th. A. Scott. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York, 145–146.
- ZIMMER N., CORDESSE R. [1996].** Digestibility and ruminal digestion of non-nitrogenous compounds in adult sheep and goats: Effects of chestnut tannins. *Animal feed science and technology*, 61,1–4, 259-273.



This work is in open access,

licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>