

Enquête ethnobotanique et évaluation de la composition minérale de plantes médicinales utilisées dans le Centre de la Côte d'Ivoire dans le traitement de l'ostéoporose et des maladies apparentées

Kouadio Aubin KOUASSI¹, Konan YAO^{2,3} et Mamidou Witabouna KONE^{1,3,*}

¹ UFR Sciences de la Nature, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

² UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

³ Centre Suisse de Recherches Scientifiques en Côte d'Ivoire, BP 1303 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

* Correspondance, courriel : konewit_sn@una.edu.ci

Résumé

La carence en certains minéraux peut être à la base d'une fragilisation des os pouvant conduire à des fractures ostéoporotiques. L'ostéoporose constitue aujourd'hui un problème de santé publique en Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est d'identifier des sources importantes en minéraux à partir des plantes utilisées en médecine traditionnelle contre l'ostéoporose et des maladies apparentées. Pour cela, une enquête ethnobotanique a été menée auprès des tradipraticiens dans le Centre de la Côte d'Ivoire. Puis, les teneurs en certains micronutriments (Ca, P, Mg, Fe, Cu, et Zn) ont été déterminées à l'aide de la méthode spectrophotométrique d'absorption atomique à flamme air-acétylène. Au total, 21 plantes utilisées dans le traitement de l'ostéoporose et maladies apparentées ont été obtenues. Les extraits de ces plantes contiennent les différents éléments chimiques recherchés à des quantités variables. L'écorce de *Cola gigantea* possède la plus grande quantité de calcium ($20050 \pm 544,4$ mg / kg). La teneur élevée en phosphore a été obtenue avec les feuilles de *Olax subscorpioidea* ($108,57 \pm 1,5$ mg / kg). Les feuilles de *Bridelia ferruginea* possèdent la plus grande quantité de magnésium ($2467,5 \pm 17,6$ mg / kg). Le Zinc est présent dans les feuilles de *Grewia mollis* ($49,33 \pm 0$ mg / kg). Quant au fer, il se retrouve dans les racines d'*Aframomum cereum* ($482,2323 \pm 0,8$ mg / kg). Toutes ces plantes pourraient apporter une valeur ajoutée à la prévention et au traitement de l'ostéoporose.

Mots-clés : micronutriments, plantes médicinales, ostéoporose, médecine traditionnelle, Côte d'Ivoire.

Abstract

Ethnobotanical survey and evaluation of the mineral content of medicinal plants used in Central Côte d'Ivoire for treating osteoporosis and related diseases

The deficiency in certain minerals may be the basis of bone brittleness and osteoporotic fractures. Osteoporosis is now a public health problem in Côte d'Ivoire. The objective of this study was to identify significant sources of minerals from plants used in traditional medicine against osteoporosis and related diseases. An ethnobotanical survey was conducted among traditional practitioners in central Côte d'Ivoire. Then, the content in micronutrients (Ca, P, Mg, Fe, Cu, and Zn) were determined using the atomic absorption spectrophotometric method. A total of 21 plants used in the traditional treatment of osteoporosis and related

diseases were obtained. The extract of these plant contained different chemical elements in varying amounts. The stem bark of *Cola gigantea* had the largest amount of calcium (20050 ± 544.4 mg / kg). The high content of phosphorus was obtained with leaves of *Olax subscorpioidea* (108.57 ± 1.5 mg / kg). Leaves of *Bridelia ferruginea* possessed the greatest amount of magnesium (2467.5 ± 17.6 mg / kg). Zinc was found in the leaves of *Grewia mollis* (0 ± 49.33 mg / kg) and iron in the roots of *Afromomum cereum* (482.2323 ± 0.8 mg / kg). These plants could bring added value to the prevention and treatment of osteoporosis.

Keywords : *micronutrients, medicinal plants, osteoporosis, traditional medicine, Côte d'Ivoire.*

1. Introduction

Les micronutriments sont en général des substances inorganiques naturellement formées, présentes en très faibles quantités dans l'organisme, soit moins de 0,01 % du poids du corps pour les minéraux et 0,001 % pour les oligo-éléments [1]. Ces éléments chimiques interviennent dans de nombreux mécanismes biologiques de l'organisme [1]. Ils sont notamment impliqués dans la structure des cellules et des tissus, les réactions métaboliques, au travers des différents systèmes enzymatiques qui régulent les réactions. Ils interviennent également dans la synthèse et l'action de différentes hormones, la réaction inflammatoire et les défenses immunitaires, destinées à protéger l'organisme contre les phénomènes de stress oxydatif qui altèrent les cellules et les tissus [2, 3]. Une carence en certains de ces minéraux (calcium, magnésium et phosphore) et oligo-éléments (cuivre, fer et zinc) peut dérégler des mécanismes essentiels au bon fonctionnement du corps humain, pouvant aller jusqu'à provoquer différents troubles ou maladies comme l'ostéoporose [1]. Cette maladie est caractérisée non seulement par une perte de masse osseuse, mais aussi par une augmentation de la fragilité des os et du risque de fracture [4]. La déminéralisation peut être due à la régularisation du taux des minéraux au niveau du sang [5]. Par rapport à d'autres maladies, l'ostéoporose est asymptomatique et l'incidence des fractures s'élève après la ménopause chez la femme et avec l'âge dans les deux sexes [4]. Elle touche les pays développés, émergents ou pauvres.

On estime actuellement à plus de 200 millions, le nombre de personnes atteintes d'ostéoporose (tous sexes et toutes causes confondues). Elle cause 9 millions de fractures par an dans le monde. Ainsi l'accroissement de l'espérance de vie fait émerger l'ostéoporose comme un problème majeur de santé publique dans le monde [6, 7] et en particulier dans les pays pauvres comme la Côte d'Ivoire. Les causes de la survenue de l'ostéoporose sont entre autres le sédentarisme, les facteurs hormonaux (hyperparathyroïdies secondaire, etc.), les effets secondaires de certains médicaments comme les corticoïdes, une réabsorption intestinale réduite des minéraux, les facteurs environnementaux et nutritionnels. Des traitements existent tels les biphosphonates, les produits à base de calcium, l'ipraviflavone mais ne sont pas toujours accessibles et causent des effets secondaires [7]. La tendance est donc à l'utilisation de molécules naturelles. Il est donc impérieux de trouver des alternatives en recherchant des composés bioactifs dans les plantes médicinales de la flore africaine et en particulier celle de Côte d'Ivoire. Cette flore pourrait renfermer plusieurs plantes qui sont susceptibles de contenir des micronutriments connus pour leurs effets bénéfiques dans la prévention et le traitement de l'ostéoporose [8]. Cette étude se propose d'identifier des sources importantes en minéraux et oligoéléments parmi les espèces végétales utilisées dans le Centre de la Côte d'Ivoire dans le traitement de l'ostéoporose et maladies apparentées.

2. Matériel et méthodes

2-1. Enquêtes ethnobotaniques

2-1-1. Zones d'étude

Les zones d'étude (*Figure 1*), Brobo et Tié n'diékro, sont deux localités appartenant respectivement au département de Bouaké et de Didiévi, situées au centre de la Côte d'Ivoire. Des enquêtes préliminaires ont révélé que ces deux zones regorgent des tradithérapeutes traitant l'ostéoporose et maladies apparentées (rhumatisme, fractures, etc.).



Figure 1 : Localisation des zones d'étude

2-1-2. Enquêtes auprès des guérisseurs

Les objectifs de l'étude ont été expliqués aux praticiens de la médecine traditionnelle, afin d'obtenir leur accord à participer à l'étude. La collecte des données a été ensuite réalisée grâce à des interviews semi-structurées à l'aide d'un questionnaire. Ces enquêtes ont été conduites durant la période allant de mars à avril 2015. Les mêmes personnes ont été visitées une deuxième fois après une période de deux mois pour vérifier la cohérence et la véracité des informations fournies lors de la première enquête. Le questionnaire a été axé sur les points suivants : les plantes utilisées dans le traitement de l'ostéoporose et maladies apparentées, les organes de plantes utilisés, le mode de préparation de recettes et l'administration.

2-1-3. Identification botanique

La récolte d'échantillons d'herbier dans les localités d'étude s'est faite en présence des détenteurs de savoirs et les tradithérapeutes qui se sont rendus disponibles pour entrer dans la brousse. L'identification des plantes a été effectuée au Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny.

2-1-4. Traitement des données

- **Calcul des fréquences de citation**

Pour déterminer les organes et les voies d'administration les plus utilisés, les fréquences de citation ont été évaluées [9]. La fréquence de citation de chaque espèce a été calculée (**Équation 1**)

$$FC = NP / NT \quad (1)$$

NP : nombre de fois où l'espèce est citée ; NT : nombre total de citations.

- **Calcul de la contribution de chaque espèce aux recettes médicamenteuses**

La contribution de chaque plante dans la constitution des recettes (Cpr) a été déterminée [9]. Elle a permis de connaître la fréquence d'implication d'une plante dans les recettes et a été exprimée (**Équation 2**)

$$Cpr = (Nr / Nt) \times 100 \quad (2)$$

Nr : nombre de recettes sollicitant la plante; Nt : nombre total de recettes.

- **Calcul des indices de confirmation ou Consensus d'informateurs (ICF)**

Afin d'apprécier les accords des informateurs sur l'utilisation des plantes contre l'ostéoporose et les maladies apparentées, un facteur (degré) de consensus d'utilisation ou Informant Consensus Factor (ICF) a été calculé [10] (**Équation 3**)

$$ICF = Na / Nt \quad (3)$$

Na est le nombre d'informateurs ayant cité une espèce ; Nt le nombre total d'informateurs.

L'ICF varie entre [0 - 1]. Une valeur faible, proche de 0, indique que les informateurs sont en désaccord sur les thérapies proposées. Quand cette valeur est proche de 1, elle indique un accord élevé autour de l'utilisation de la plante.

2-2. Quantification des teneurs en minéraux des échantillons de plante

2-2-1. Choix des espèces végétales à étudier

Pour la quantification des minéraux et oligoéléments (Ca, P, Mg, Fe, Cu, et Zn), les espèces végétales et organes ont été sélectionnés selon la valeur du degré de consensus d'utilisation des plantes par les guérisseurs dans le traitement de l'ostéoporose et maladies apparentées. Les différentes espèces ont été récoltées en mai 2015 dans les localités de Brobo et de Tie n'diekro.

2-2-2. Minéralisation

Une quantité de 0,3 g d'échantillon broyé est pesée dans un creuset en porcelaine puis mis au four (PROLABO) à 650 °C pendant 5 h. Après refroidissement, 5 mL d'acide nitrique (1 mol.L⁻¹) sont ajoutés à la cendre obtenue puis portés à évaporation totale sur un bain de sable. Au résidu sont ajoutés 5 mL d'acide chlorhydrique (0,1 mol.L⁻¹) et le tout est remis au four à 400 °C pendant 30 min. Le résidu final est récupéré avec 10 mL d'acide chlorhydrique (1 mol.L⁻¹) puis versé dans une fiole de 50 mL. Le creuset est rincé deux fois avec 10 mL de l'acide chlorhydrique. La fiole est complétée à 50 mL avec l'acide chlorhydrique. Dans les mêmes conditions, un essai à blanc est réalisé [11].

2-2-3. Dosage

Après la minéralisation, des gammes concentrations de chaque minéral ont été préparées selon les méthodes de référence pour la détermination d'éléments chimiques dans les végétaux [11]. Ces gammes de concentrations ont servi à construire les courbes d'étalonnage. Les dosages ont été réalisés à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme air-acétylène de type VARIAN AA20, de marque Australienne. Les dosages ont été répétés 3 fois.

2-2-4. Analyses statistiques

Les données ont été analysées à l'aide du test de Khi-deux et d'une analyse variance à un facteur (ANOVA). Le test de Khi-deux (χ^2) a été utilisé pour établir, s'il existe, une relation entre le pourcentage d'utilisation des organes, des modes de préparation et des voies d'administration des plantes utilisées dans le traitement de l'ostéoporose et des maladies apparentées. Lorsqu'une relation existe au seuil de 0,05 %, le test de Khi-deux est complété par la procédure de Marascuilo [12] à l'aide du logiciel XLStat version 2014.5.03. L'ANOVA a permis de comparer les valeurs moyennes des teneurs en minéraux des échantillons de plantes étudiées. Elle a été complétée par le test de Tukey. La plus petite différence significative a été fixée au seuil de 0,05 [13].

3. Résultats

3-1. Plantes inventoriées au cours des enquêtes

L'enquête exploratoire a permis de recenser 16 tradithérapeutes traitant l'ostéoporose et les maladies apparentées dans la zone d'étude. Au total, 21 espèces médicinales traitant cette maladie ont été recensées parmi lesquelles 13 arbustes, quatre lianes, trois herbes et un arbre (**Tableau 1**). Elles sont reparties entre 21 genres appartenant à 16 familles dont la plus représentée est celle des Fabaceae avec 4 espèces (**Tableau 1**). La plante la plus citée est *Cola gigantea* (**Tableau 2**) et les organes les plus utilisés (**Figure 2**) sont les feuilles (50 %) ($\chi^2 = 20,27$; $dl = 2$; $P < 0,001$). Les modes de préparation les plus rencontrés (**Figure 3**) sont la décoction (48,78 %) et la pâte (43,90 %) ($\chi^2 = 58,84$; $dl = 3$; $P < 0,001$). Quant aux voies d'administration, les plus utilisées (**Figure 4**) sont la voie cutanée (46,15 %) et anale (30,77 %) ($\chi^2 = 8,48$; $dl = 2$; $P < 0,05$). Le calcul des valeurs de consensus des espèces a révélé des faibles indices de consensus. Aucun indice n'a atteint la valeur moyenne de consensus (0,5). Ils varient de 0,063 à 0,313 (**Tableau 2**). *Grewia mollis* (Tiliaceae) a montré la valeur de consensus la plus élevée (0,313) suivie de *Cola gigantea* (Malvaceae) avec IFC égale à 0,250.

Tableau 1 : Quelques plantes utilisées pour soigner les maladies apparentées à l'ostéoporose dans les localités de Brobo et de Tie n'diekro (Centre Côte d'Ivoire)

Spèces végétales	Noms vernaculaires	Types Biologiques	Familles	Indications thérapeutiques	Parties utilisées	Modes et voies d'administrations
<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.	Arraignaman	Liane	Passifloraceae	Rhumatisme et fortifie les os	Tiges, feuilles	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Aframomum cereum</i> (Hook. f.) K. Schum.	Allosso	Herbe	Zingiberaceae	Rhumatisme	Racines, Feuilles	Décoction, pâte, anale, cutanée
<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.	Kligangnassoua	Arbuste	Sapindaceae	Fracture, maladie des os, rhumatisme	Racines, Feuilles	Décoction, macération, pâte, cutanée, anale
<i>Piliostigma thonningii</i> (Schumach.) Milne-Redh.	Djamla	Arbuste	Fabaceae	Fracture, migraine	Racines	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	Séa	Arbuste	Euphorbiaceae	Rhumatisme, maladie des os	Feuilles	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Cnestis ferruginea</i> DC.	Orgossienplkakassa	Liane	Connaraceae	Rhumatisme fracture maladie des os.	Racines, Feuilles	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Cola gigantea</i> A. Chev.	Walai	Arbre	Malvaceae	Rhumatisme, règle noirâtre	Tiges, graines, feuilles	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Dalbergia hostilis</i> Benth.	Ouetan	Liane	Fabaceae	Rhumatisme	Feuilles, tiges, racines	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Ficus vallis-choudae</i> Delile	Alomadan	Arbuste	Moraceae	Maladie des os	Tiges, feuilles	Décoction, orale
<i>Grewia mollis</i> Juss.	Gbakô	Arbuste	Tiliaceae	Rhumatisme	Feuilles, tiges, racines	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Olax subscorpioidea</i> Oliv.	Akan idjé	Arbuste	Olacaceae	Rhumatisme et maladies des os	Feuilles, Racines	Décoction, orale
<i>Parinari capensis</i> subsp. <i>incohata</i> F. White	N'vlian	Arbuste	Chrysobalanaceae	Règle qui ne s'arrête pas, faiblesse sexuelle	Feuilles, tige	En cure dent, macération, décoction, orale
<i>Paullinia pinnata</i> L.	Trodi	Liane	Sapindaceae	Rhumatisme, maladie des os, faiblesse sexuelle	Racines, Feuilles	Décoction, pâte, cutanée, orale
<i>Pericopsis laxiflora</i> (Benth.) Meeuwen	Kpanguiblé	Arbuste	Fabaceae	Fracture et autres maladies des os	Racines, Feuilles	Décoction, pâte, cutanée, orale
<i>Pseudarthria hookeri</i> var. <i>argyrophylla</i> Verdc.	Angnibléwaka	Arbuste	Fabaceae	Fracture et autres maladies des os	Racines, feuilles	Décoction, pâte, cutanée, anale
<i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	N'gnavie	Arbuste	Apocynaceae	Rhumatisme	Racines, Feuilles	Décoction, pâte, anale, cutanée
<i>Sesamum radiatum</i> Schumach. & Thonn.	Fiandrô	Herbe	Pedaliaceae	Règle qui ne s'arrête pas, Fortifie les os	Feuilles	Infusion, pâte, cutanée, orale
<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	Agnissien	Arbuste	Ulmaceae	Fracture	Feuilles, racine	Décoction, pâte, cutanée, orale
<i>Uraria picta</i> (Jacq.) DC.	Kakclé	Herbe	Fabaceae	Fracture, rhumatisme	Feuilles racines	Décoction, pâte, cutanée, orale
<i>Vitex doniana</i> Sweet	N'gbli	Arbuste	Lamiaceae	Fracture, rhumatisme, maladie des os	Feuilles, racines	Décoction, pâte, cutanée, orale
<i>Ximenia americana</i> L.	Assoclo	Arbuste	Olacaceae	Rhumatisme, fracture	Feuilles, racines	Décoction, pâte, cutanée, orale

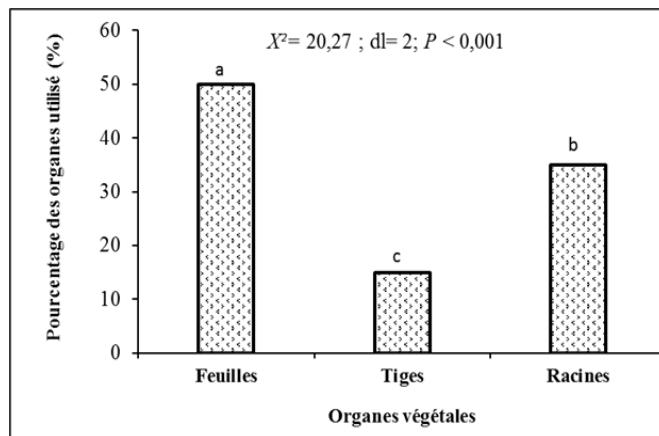


Figure 2 : Pourcentages d'utilisation des organes végétaux utilisés dans le traitement de l'ostéoporose et des maladies apparentées

Les bandes rectangulaires portant les mêmes lettres sont statistiquement identiques.

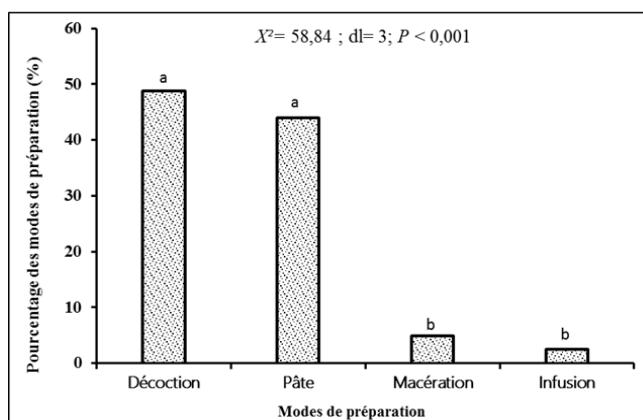


Figure 3 : Pourcentages des modes de préparation des plantes médicinales utilisées dans le traitement de l'ostéoporose et des maladies apparentées

Les bandes rectangulaires portant les mêmes lettres sont statistiquement identiques.

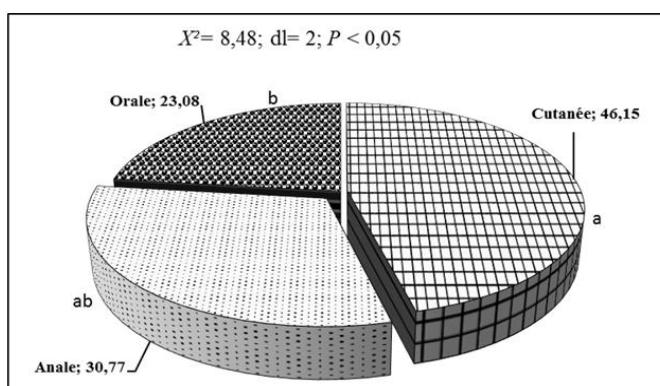


Figure 4 : Voies d'administration des plantes utilisées dans le traitement de l'ostéoporose et des maladies apparentées

Les portions de disque portant les mêmes lettres sont statistiquement identiques.

Tableau 2 : Indice de consensus d'information (IFC) des espèces recensées, contribution de chaque espèce aux recettes médicamenteuses (Cpr) et fréquence de citation (FC)

Spécies végétales	Noms locaux	Familles	IFC	Cpr	FC (%)
<i>Adenia lobata</i>	Arraignaman	Passifloraceae	0,13	12,5	12,5
<i>Aframomum cereum</i>	Allosso	Zingiberaceae	0,13	18,75	25,0
<i>Allophylus africanus</i>	Kligangnassoua	Sapindaceae	0,13	12,5	06,25
<i>Piliostigma thonningii</i>	Djamla	Fabaceae	0,19	12,5	18,75
<i>Bridelia ferruginea</i>	Séa	Euphorbiaceae	0,13	12,5	12,5
<i>Cnestis ferruginea</i>	Orgossienplakassa	Connaraceae	0,13	25,0	25,0
<i>Cola gigantea</i>	Walai	Malvaceae	0,25	37,5	43,75
<i>Dalbergia hostilis</i>	Ouetan	Fabaceae	0,13	18,75	12,5
<i>Ficus vallis-choudae</i>	Alomadan	Moraceae	0,19	12,5	12,5
<i>Grewia mollis</i>	Gbakô	Tiliaceae	0,31	25,0	37,5
<i>Olax subscorpioidea</i>	Akan idjé	Olaceae	0,19	12,5	18,75
<i>Parinari capensis</i>	N'vlian	Chrysobalanaceae	0,13	12,5	12,5
<i>Paullinia pinnata</i>	Trodi	Sapindaceae	0,19	25,0	18,75
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Kpanguiblé	Fabaceae	0,19	37,5	18,75
<i>Pseudarthria hookeri</i>	Angnibléwaka	Fabaceae	0,19	31,25	18,75
<i>Rauvolfia vomitoria</i>	N'gnavie	Apocynaceae	0,13	06,25	06,25
<i>Sesamum radiatum</i>	Fiandrô	Pedaliaceae	0,06	18,75	25,0
<i>Trema orientalis</i>	Agnissien	Ulmaceae	0,13	06,25	12,5
<i>Uraria picta</i>	Kakiclé	Fabaceae	0,13	06,25	12,5
<i>Vitex doniana</i>	N'gbli	Lamiaceae	0,19	18,75	18,75
<i>Ximenia americana</i>	Assoclo	Olaraceae	0,19	18,75	31,25

3-2. Teneurs en minéraux des plantes étudiées

Les valeurs moyennes plus ou moins l'écart-type des différents micronutriments quantifiés dans les espèces médicinales étudiées sont présentées dans le **Tableau 3**. Toutes les plantes testées contiennent du calcium, du phosphore et du magnésium, du fer à des concentrations variables (**Tableau 3**). Les teneurs en calcium sont statistiquement différentes d'un échantillon à un autre ($F = ; P < 0,001$). Les valeurs varient entre 1330 et 20050 mg / kg. Les écorces de *Cola gigantea* renferment la plus grande quantité de calcium soit $20050 \pm 544,4$ mg / kg, suivie des écorces de *Ficus vallis-choudae* ($13530 \pm 763,6$ mg / kg), des feuilles de *Dalbergia hostilis* ($11882,5 \pm 519,7$ mg / kg), de la tige de *Adenia lobata* ($11215 \pm 459,6$ mg / kg), des feuilles de *Trema orientalis* ($10310 \pm 572,7$), des écorces de *Ximenia americana* ($10042,5 \pm 60,1$ mg / kg) et de *Pericopsis laxiflora* ($9642,5 \pm 31,8$ mg / kg). Les racines de *Aframomum cereum* enregistrent la plus faible valeur en calcium ($1330 \pm 21,2$ mg / kg). Concernant le phosphore, les feuilles de *Olax subscorpioidea* ($108,57 \pm 1,5$ mg / kg) possèdent statiquement la plus grande quantité ($F = ; P < 0,001$). Elles sont suivies des feuilles de *Vitex doniana* ($94,43 \pm 1,3$ mg / kg), de *Rauvolfia vomitoria* ($88,88 \pm 1,2$ mg / kg), de *Paullinia pinnata* ($84,33 \pm 1,1$ mg / kg) et de *Bridelia ferruginea* ($82,31 \pm 1,1$ mg / kg). Les racines de *Allophylus africanus* possèdent la plus petite quantité ($7,175 \pm 0,2$ mg / kg). Les valeurs en magnésium des échantillons des plantes étudiées sont statistiquement différentes ($F = ; P < 0,001$). Les feuilles de *Bridelia ferruginea* renferment la plus grande quantité ($2467,5 \pm 17,6$ mg / kg). Elles sont suivies de feuilles de *Cola gigantea* ($2102,5 \pm 3,5$ mg / kg), de *Dalbergia hostilis* ($2065 \pm 28,28$ mg / kg), de *Vitex domiana* ($1735 \pm 0,0$ mg / kg), de *Olax subscorpioidea* ($1937,5 \pm 10,6$ mg / kg), de *Cnestis ferruginea* ($1918,5 \pm 37,4$ mg / kg) et de *Grewia mollis* ($1960 \pm 42,4$ mg / kg). Les racines de *Allophylus africanus* ont donné la plus petite quantité en magnésium ($47,5 \pm 1,7$ mg / kg). Les valeurs en zinc varient d'un échantillon à un autre ($F = ; P < 0,001$). Les feuilles de *Grewia mollis*, de *Rauvolfia vomitoria*, de *Trema orientalis*, les racines de *Allophylus africanus*, de

Cnestis ferruginea et les écorces de *Ficus vallis-choudea* possèdent les plus grandes quantités, les valeurs sont respectivement $20,15 \pm 10,0$; $49,33 \pm 0$; $21,51 \pm 0$; $20,75 \pm 0$; $20,93 \pm 0,0$ et $31,17 \pm 0,0$ mg / kg. La plus faible valeur en zinc a été trouvée dans les feuilles de *Paullinia pinnata* ($1,52 \pm 0,0$ mg / kg). Les valeurs en cuivre des échantillons étudiés sont statistiquement différentes ($F = ; P < 0,001$) et varient de 0,0 à 28,15 mg / kg. Les feuilles de *Rauvolfia vomitoria* ($28,15 \pm 0,0$ mg / kg) ont donné la plus grande valeur en cuivre. Les feuilles de *Cola gigantea* ne contiennent pas de cuivre ($0,0 \pm 0,0$ mg / kg). Les racines de *Aframomum cereum* ($482,2323 \pm 0,8$ mg / kg) possèdent statiquement la plus grande quantité ($F = P < 0,001$) de fer. Elles sont suivies des racines de *Olax subscorpioidea* ($457,1551 \pm 2,3$ mg / kg) et des feuilles de *Trema orientalis* ($361,1283 \pm 0,2$ mg / kg).

Tableau 3 : Composition minérale de quelques plantes utilisées par les populations de Brobo et de Tie n'diekro (Centre Côte d'Ivoire)

Espèces végétales	Parties utilisées	Quantité (mg / kg)					
		Calcium	Phosphore	Magnésium	Cuivre	Fer	Zinc
<i>Aframomum cereum</i>	Racines	$1330 \pm 21,2^a$	$16,19 \pm 0,51^d$	$285,5 \pm 0,0^i$	$1,72 \pm 0,0^{ef}$	$482,23 \pm 0,8^w$	$10,11 \pm 0,1^{defghij}$
<i>Olax subscorpioidea</i>	Feuilles	$3685 \pm 21,2^b$	$108,57 \pm 1,5^q$	$1937,5 \pm 10,6^t$	$7,31 \pm 0,0^u$	$32,80 \pm 0,0^h$	$6,90 \pm 0,0^{abcdegh}$
<i>Paullinia pinnata</i>	Racines	$4572,5 \pm 123,7^{bc}$	$22,14 \pm 0,7^e$	$375,25 \pm 3,1^i$	$3,08 \pm 0,0^i$	$46,01 \pm 0,0^i$	$1,52 \pm 0,0^a$
<i>Aframomum cereum</i>	Feuilles	$5050 \pm 70,7^d$	$80,29 \pm 1,1^{lm}$	$900,313 \pm 1,6^o$	$5,92 \pm 0,0^s$	$10,74 \pm 0,1^e$	$10,97 \pm 0,0^{defghij}$
<i>Parinari capensis subsp. incohata</i>	Ecorces	$5367,5 \pm 10,6^{cde}$	$12,50 \pm 0,4^{bc}$	$186,75 \pm 3,8^g$	$0,70 \pm 0,0^d$	$29,77 \pm 0,0^h$	$1,57 \pm 0,0^a$
	Feuilles	$5477,5 \pm 166,1^{cde}$	$66,66 \pm 0,9^q$	$1001,25 \pm 2,1^p$	$0,46 \pm 0,0^c$	$2,67 \pm 0,02^{ab}$	$1,48 \pm 0,0^a$
<i>Piliostigma thonningii</i>	Racines	$5542,5 \pm 456,0^{cde}$	$13,53 \pm 0,4^{cd}$	$496,5 \pm 0,7^{kl}$	$5,42 \pm 0,0^r$	$83,80 \pm 0,0^m$	$9,35 \pm 0,0^{bcdegh}$
<i>Bridelia ferruginea</i>	Racines	$5677,5 \pm 321,7^{cde}$	$7,99 \pm 0,2^a$	$73 \pm 0,0^c$	$0,31 \pm 0,0^b$	$185,07 \pm 0,0^r$	$6,49 \pm 0,1^{abcdfg}$
<i>Olax subscorpioidea</i>	Racines	$5852,5 \pm 74,2^{cde}$	$14,14 \pm 0,4^{cd}$	$129,313 \pm 1,6^f$	$4,76 \pm 0,0^{pq}$	$457,15 \pm 2,3^v$	$16,78 \pm 0,2^{klm}$
<i>Pseudarthria hookeri</i>	Racines	$6265 \pm 77,78^{def}$	$28,08 \pm 0,9^f$	$347,75 \pm 3,8^i$	$7,09 \pm 0,0^i$	$107,44 \pm 0,3^n$	$11,15 \pm 0,0^{defghij}$
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Racines	$6382,5 \pm 484,3^{ef}$	$16,60 \pm 0,5^d$	$453 \pm 0,0^k$	$3,24 \pm 0,0^k$	$64,33 \pm 1,3^k$	$8,72 \pm 0,0^{bcdefgh}$
<i>Ficus vallis-choudea</i>	Feuilles	$6677,5 \pm 159,0^{efg}$	$33,62 \pm 1,1^g$	$840 \pm 7,0^{no}$	$0,00 \pm 0,0^a$	$5,49 \pm 0,0^{bcd}$	$5,97 \pm 0,0^{abcde}$
	Feuilles	$7220 \pm 134,3^{fgh}$	$15,48 \pm 0,5^{cd}$	$530,75 \pm 66,8^l$	$0,79 \pm 0,0^d$	$109,47 \pm 0,4^n$	$13,94 \pm 0,1^{ijkl}$
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Feuilles	$7250 \pm 176,7^{fgh}$	$76,76 \pm 1,0^{kl}$	$1150 \pm 0,0^q$	$3,65 \pm 0,0^m$	$6,30 \pm 0,01^{cd}$	$5,52 \pm 0,0^{abcde}$
<i>Cnestis ferruginea</i>	Racines	$7442,5 \pm 357,0^{fghi}$	$9,02 \pm 0,3^{ab}$	$747,5 \pm 3,5^m$	$8,12 \pm 0,0^w$	$274,44 \pm 3,4^t$	$20,93 \pm 0,0^{lm}$
<i>Rauvolfia vomitoria</i>	Feuilles	$7730 \pm 148,4^{ghij}$	$88,88 \pm 1,2^o$	$102,75 \pm 0,0^e$	$28,15 \pm 0,0^y$	$179,16 \pm 0,0^q$	$49,33 \pm 0^o$
<i>Allophylus africanus</i>	Racines	$8175 \pm 339,4^{hijk}$	$7,175 \pm 0,2^a$	$47,5 \pm 1,7^a$	$2,52 \pm 0,0^i$	$117,66 \pm 0,5^o$	$20,75 \pm 0,0^{lm}$
<i>Vitex doniana</i>	Feuilles	$8635 \pm 261,6^{ijkl}$	$94,43 \pm 1,3^f$	$1735 \pm 0,0^s$	$2,00 \pm 0,0^g$	$8,10 \pm 0,0^{de}$	$20,15 \pm 10,0^{klm}$
<i>Paullinia pinnata</i>	Feuilles	$8655 \pm 289,9^{ijkl}$	$84,33 \pm 1,1^{mn}$	$1325 \pm 0,0^s$	$5,96 \pm 0,0^s$	$4,17 \pm 0,1^{abc}$	$11,43 \pm 0,0^{efghij}$
<i>Allophylus africanus</i>	Feuilles	$8722,5 \pm 194,4^{ijkl}$	$78,78 \pm 1,1^{lm}$	$808,5 \pm 0,0^{mn}$	$4,51 \pm 0,0^o$	$21,05 \pm 0,1^g$	$8,23 \pm 0,0^{bcdefgh}$
<i>Vitex doniana</i>	Racines	$8885 \pm 205,0^{klm}$	$9,43 \pm 0,3^{ab}$	$197 \pm 0,0^g$	$0,00 \pm 0,0^a$	$47,85 \pm 0,3^i$	$11,06 \pm 0,0^{defghij}$
<i>Bridelia ferruginea</i>	Feuilles	$9167,5 \pm 321,7^{klmn}$	$82,31 \pm 1,1^{mn}$	$2467,5 \pm 17,6^u$	$3,62 \pm 0,0^m$	$24,31 \pm 0,1^g$	$12,18 \pm 0,0^{fghij}$
<i>Cola gigantea</i>	Feuilles	$9340 \pm 63,6^{klmn}$	$59,08 \pm 0,8^h$	$2102,5 \pm 3,5^t$	$1,81 \pm 0,0^f$	$7,65 \pm 0,0^{de}$	$5,06 \pm 0,0^{abcde}$
<i>Cnestis ferruginea</i>	Feuilles	$9355 \pm 388,9^{klmn}$	$73,22 \pm 1,0^{jk}$	$1918,5 \pm 37,4^{st}$	$8,45 \pm 0,0^x$	$9,74 \pm 0,0^e$	$9,96 \pm 0,0^{defghij}$
<i>Grewia mollis</i>	Feuilles	$9422,5 \pm 312,7^{klmn}$	$38,95 \pm 1,3^p$	$1960 \pm 42,4^t$	$4,60 \pm 0,0^{no}$	$16,30 \pm 0,1^f$	$7,21 \pm 0,0^{bcdefgh}$
<i>Urera picta</i>	Feuilles	$9470 \pm 120,2^{klmn}$	$32,18 \pm 1,1^g$	$550,37 \pm 12,1^i$	$4,87 \pm 0,0^q$	$68,56 \pm 0,4^l$	$14,54 \pm 0,1^{ijklm}$
<i>Pericopsis laxiflora</i>	Ecorces	$9642,5 \pm 31,8^{lmno}$	$14,76 \pm 0,5^{cd}$	$53,813 \pm 0,6^b$	$3,10 \pm 0,0^i$	$58,13 \pm 0,1^i$	$8,06 \pm 0,0^{bcdefghi}$
<i>Ximenia americana</i>	Ecorces	$10042,5 \pm 60,1^{mnno}$	$22,14 \pm 0,7^e$	$223,12 \pm 0,5^h$	$1,61 \pm 0,0^e$	$60,62 \pm 0,1^i$	$4,13 \pm 0,0^{abcd}$
<i>Trema orientalis</i>	Feuilles	$10310 \pm 572,7^{no}$	$61,61 \pm 0,8^h$	$1057,75 \pm 22,2^{pq}$	$4,71806 \pm 0,0^{op}$	$361,12 \pm 0,2^u$	$21,51 \pm 0,0^m$
<i>Adenia lobata</i>	Lianes	$11215 \pm 459,6^{op}$	$8,815 \pm 0,3^a$	$83 \pm 0,0^d$	$3,540 \pm 0,1^{lm}$	$139,75 \pm 0,6^p$	$13,43 \pm 0,1^{ghijk}$
<i>Dalbergia hostilis</i>	Feuilles	$11882,5 \pm 519,7^p$	$74,74 \pm 1,0^k$	$2065 \pm 28,28^t$	$7,45 \pm 0,0^v$	$21,14 \pm 0,5^g$	$4,89 \pm 0,0^{abcde}$
<i>Ficus vallis-choudea</i>	Ecorces	$13530 \pm 763,6^q$	$9,11 \pm 0,1^{ab}$	$88,12 \pm 0,5^d$	$4,66 \pm 0,0^{op}$	$84,85 \pm 0,4^m$	$31,17 \pm 0,0^n$
<i>Cola gigantea</i>	Ecorces	$20050 \pm 544,4^r$	$15,99 \pm 0,5^{cd}$	$869,75 \pm 0,0^{no}$	$0,00 \pm 0,0^a$	$23,46 \pm 0,3^g$	$3,54 \pm 0,0^{abc}$
Paramètres statistiques		DI	34	34	32	34	34
d'Anova		F	31,74	18,84	35,19	49688,56	48329,4
		P	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$

4. Discussion

Ce travail avait pour objectifs d'inventorier des plantes médicinales utilisées contre l'ostéoporose et les maladies apparentées et de déterminer les teneurs en plusieurs micronutriments susceptibles de justifier leur utilisation traditionnelle. Les informations sur les plantes médicinales ont été obtenues auprès de 16 tradithérapeutes, qui ont indiqué 21 plantes reparties en 21 genres et 16 familles. La famille des Fabaceae est la plus représentée avec 4 espèces. Cette famille semble intéressante et pourrait offrir des espèces ayant des propriétés bénéfiques pour améliorer l'état de santé des personnes souffrant de l'ostéoporose et des maladies apparentées. Des plantes issues de cette famille comme *Arachis hypogaea*, *Phaseolus vulgaris* et *Millettia macrophylla* ont déjà été rapportées pour leur activité anti-ostéoporose [14, 15]. Les maladies apparentées à l'ostéoporose sont le rhumatisme, les inflammations, les douleurs, etc. Il est intéressant de noter que parmi les plantes recensées, neuf ont déjà été rapportées pour leurs activités analgésique, anti-inflammatoire, antioxydant et oestrogénique [16 - 26]. C'est le cas de *Cnestis ferruginea*, *Olax subscorpioidea*, *Bridelia ferruginea*, *Parinari capensis*, *Cola gigantea*, *Paullinia pinnata*, *Aframomum cereum*, *Adenia lobata*, *Rauvolfia vomitoria*, et *Pseudarthria hookeri*. *Cola gigantea* et *Pericopsis laxiflora* sont les plus indiquées dans le traitement, avec 37,5 % de contribution aux recettes. Elles sont suivies de *Pseudarthria hookeri* avec 31,5 % de fréquence d'implication dans les recettes contre l'ostéoporose.

Les valeurs d'IFC varient de 0,06 à 0,31. Ces faibles valeurs pourraient se justifier par le fait que le diagnostic de l'ostéoporose est difficile ou que les tradipraticiens n'ont pas les mêmes sources de connaissance. *Grewia mollis* (IFC = 0,31) et *Cola gigantea* (IFC = 0,25) ont les plus grands IFC. Ces plantes seraient bien connues des tradipraticiens. En outre, *Cola gigantea* est une plante alimentaire des savanes guinéennes de Côte d'Ivoire [22, 27]. Quant à *Grewia mollis*, elle a été déjà mentionnée comme plante médicinale lors d'une enquête chez les tradipraticiens de santé et les chasseurs Dozo Sénoufo du Burkina Faso [28]. La quantification des minéraux (Ca, P et Mg) et oligoéléments (Fe, Cu et Zn) dans les organes des différentes espèces végétales étudiées montrent que ces plantes sont une source importante de minéraux. Les teneurs en minéraux et oligoéléments de toutes ces plantes sont rapportées ici pour la première fois à notre connaissance, sauf pour *Trema orientalis* dont la composition en Fe, Cu et Zn est déjà connue [29]. Tous les échantillons analysés indiquent la présence de zinc avec des teneurs variant de 1,4 à 49,33 mg / kg. Ces teneurs sont appréciables, car les besoins en Zinc sont de 10 à 13 mg pour les adolescents, de 12 mg pour les hommes adultes et de 10 mg pour les femmes adultes [30]. Le zinc est un cofacteur d'enzymes de synthèse d'hormones, nécessaire à l'action des récepteurs membranaires et est impliqué dans la croissance et multiplication cellulaire, la protection contre les radicaux libres, le métabolisme osseux, l'immunité et l'inflammation [31 - 33].

Les échantillons analysés pourraient être donc une source de zinc, notamment les écorces de *Ficus vallis-choudea* et les feuilles de *Rauvolfia vomitoria* qui possèdent respectivement 31,17 mg / kg et 49,33 mg / kg. La présence du zinc dans les plantes utilisées par les tradipraticiens pourrait donc justifier leur utilisation contre l'ostéoporose. Les concentrations en cuivre dans les échantillons varient de 0 à 28,15701 mg / kg. Ces faibles quantités sont en accord avec les résultats de [34] qui rapportent que les végétaux contiennent en général des faibles teneurs en cuivre. Les plantes étudiées pourraient donc être considérées comme sources appréciables de cuivre pour l'homme. Le cuivre est connu pour son activité anti-inflammatoire et anti-ostéoporotique [35 - 38]. Les teneurs en fer varient entre 2 et 482,23 mg / kg, les valeurs les plus élevées ayant été trouvées dans les feuilles de *Rauvolfia vomitoria* et de *Trema orientalis*, les racines de *Bridelia ferruginea*, de *Cnestis ferruginea*, de *Olax subscorpioidea* et de *Aframomum cereum*. Ces plantes pourraient donc être considérés comme sources potentielles de fer et compenser les déficits en cet élément. Toutefois, il convient de vérifier la biodisponibilité de ce fer pour l'organisme. Quant aux teneurs en calcium dans les échantillons, elles varient entre 1330 ± 21,2 et 20050 ± 544,4 mg / kg. La valeur la plus élevée a été trouvée dans les écorces de *Cola gigantea* 20050 ± 544,4 mg / kg. Le calcium est un constituant

essentiel des os [39]. Sa présence dans les plantes étudiées pourrait justifier leur usage par les tradipraticiens dans le traitement de l'ostéoporose et les maladies apparentées. A notre connaissance, c'est la première fois que la teneur en calcium de *Cola gigantea* est rapportée. Par contre, la présence de calcium dans l'écorce de *Vitex doniana* a déjà été mentionnée [40]. Pour le phosphore, les quantités varient de $7,175 \pm 0,2$ à $108,57 \pm 1,5$ mg / kg. Sa présence pourrait justifier en partie l'utilisation des plantes par les tradipraticiens puisqu'il est impliqué dans les échanges énergétiques (ATP), certaines activités enzymatiques (phosphatases, phosphorylases), l'équilibre acide-basique et le message hormonal (AMPc et GMPc). Les feuilles de *Oanax subscorpioidea* ($108,57 \pm 1,5$ mg / kg) possèdent statiquement la plus grande quantité ($F = ; P < 0,001$). A notre connaissance, c'est la première fois que la teneur en phosphore des feuilles de cette plante est rapportée. Par contre, la présence de ce minéral dans les écorces de *Vitex doniana* a déjà été rapportée [40]. Le magnésium est présent dans tous les échantillons étudiés et les quantités varient de $47,5 \pm 1,7$ à $2467,5 \pm 17,6$ mg / kg.

La présence ce minéral dans les espèces étudiées pourrait justifier le recours des tradipraticiens à ces plantes. Le magnésium est nécessaire à la formation de la forme active de la vitamine D qui joue un rôle critique dans la formation de l'os [33]. Ces plantes pourraient donc jouer un rôle dans le rétablissement des patients ostéoporotiques et aider à compenser une carence en magnésium chez l'Homme. Les feuilles de *Bridelia ferruginea* possèdent la plus grande quantité ($2467,5 \pm 17,6$ mg / kg). Elles sont suivies des feuilles de *Cola gigantea* ($2102,5 \pm 3,5$ mg / kg), de *Dalbergia hostilis* ($2065 \pm 28,28$ mg / kg). Leur teneur en magnésium est rapporté ici pour la première fois à notre connaissance. Les enquêtes ont révélé que les plantes sont souvent utilisées en association pour le traitement des maladies. Ces associations de plantes pourraient être d'un intérêt certain pour la lutte contre l'ostéoporose. Les polymédicaments obtenus pourraient être une stratégie utilisée par les tradithérapeutes pour compenser ou compléter les besoins non couverts totalement par une seule espèce végétale.

5. Conclusion

Près d'une vingtaine d'espèces végétales sont recommandées par les praticiens de la médecine traditionnelle dans le centre de la Côte d'Ivoire dans le traitement de l'ostéoporose et maladies apparentées. La présence à la fois de tous les éléments chimiques étudiés dans une même espèce végétale pourrait être un atout majeur pour la prévention ou le traitement de l'ostéoporose. Les plantes à promouvoir sont *Cola gigantea* pour sa richesse en calcium et *Trema orientalis* pour la présence de tous les minéraux recherchés.

Références

- [1] - L. BURDIN, Oligothérapie et personne âgée : Intérêt du chrome, du sélénium, du zinc et du cuivre ? Thèse de doctorat en pharmacie, Université Toulouse III - Paul Sabatier, Toulouse, (2014).
- [2] - 11. J. DAFHNE, C. VALERIA, *J Biol Chem.*, 287 (2012) 13541 - 13548.
- [3] - 13. O. JOSKO, S. NATASA, *J Clinic Toxicol.*, 5, 3 (2011).
- [4] - C. LEDUC, Actualisation des traitements sur l'ostéoporose. Mise en place d'un programme d'éducation thérapeutique sur l'ostéoporose au CHR de Metz et de son suivi en milieu ambulatoire auprès des médecins traitants et des pharmaciens d'officine (projet SIOUX sous la direction de l'ARS Lorraine). Thèse de docteur en pharmacie, université de Lorraine, (2013).
- [5] - S. TIMO BEIL SEBASTIAN, P. MATHIAS, B. FLORIAN, V. D. CHRISTOPH, M. R. JOHANNES, A. MICHAEL and P. PIA, *Eur. J. Trauma Emerg Surg*, (2008). DOI: 10.1007/s00068-008-8201-y

- [6] - A. FONTANA et P. D. DELMAS, *Médecine / sciences*, 17 (2001) 1297 - 1305.
- [7] - A. SIGRID, Rationnel de développement et stratégie d'enregistrement d'odanacatib dans le traitement de l'ostéoporose post-ménopausique. Thèse de docteur en pharmacie, université Joseph Fourier, Grenoble, (2013).
- [8] - A. A. J. MOHD, N. S. AHMAD, M. NORLIZA, *Evidence-Based Compl. Altern. Med.*, (2012) 7.
- [9] - H. G. DASSOU, C. A. OGNI, H. YEDOMONHAN, A. C. ADOMOU, M. TOSSOU, J. T. DOUGNON et A. AKOEGNINOU, *Inter. J. Biol. Chem. Sci.*, 8 (1) (2014) 189 - 210.
- [10] - G. B. ILUMBE, P. VAN DAMME, F. L. LUKOKI, V. JOIRIS, M. VISSER et J. LEJOLY, *Congo Sci.*, 2 (2014) 46 - 54.
- [11] - IITA, International Institute of Tropical Agriculture, Manuel N°1, Ibadan, (1981).
- [12] - L. A. MARASCULO and R. C. SERLIN, Statistical Methods for the Social and Behavioral Sciences New York, (1988).
- [13] - A. VESSEREAU, Méthodes statistiques en biologie et en agronomie. Tec et Doc-Lavoisier Ed., Paris, (1992).
- [14] - K. KOUAKOU, S. KATI-COULIBALY et N'T. E. J. MANGUE, *Phytothérapie*, 6 (2008) 5 - 12.
- [15] - S. ZINGUE, D. NJAMEN, M. A. MVONDO and C. B. MAGNE NDÉ, *J. Compl. Integr. Med.*, 11 (2) (2014) 83 - 92.
- [16] - I. O. ISHOLA, M. O. AKINLEYE, MD ODUOLA and O. O. ADEYEMI, *Biomed. Pharmacother.*, 83 (2016) 340 - 348.
- [17] - I. O. ISHOLA, J. P. CHATURVEDI, S. RAI, N. RAJASEKAR, O. O. ADEYEMI, R. SHUKLA and T. NARENDER, *J. Ethnopharmacol.*, 146 (2) (2013) 440 - 448.
- [18] - T. D. POPOOLA, O. AWODELE, A. OMISANYA, N. OBI, C. UMEZINWA and A. A. FATOKUN, *J. Ethnopharmacol.*, 194 (2016) 440 - 449.
- [19] - K. KONAN, N. K. JUSTIN, B. LYDIE, M. SOULEYMANE, Y. A. FRANCIS and N. J. DAVID, *Pharmacogn. mag.*, 11 (41) (2015) 111 - 116.
- [20] - S. D. KAROU, T. TCHAONDO, L. OUATTARA, K. ANANI, A. SAVADOGO, A. AGBONON, M. B. ATTAIA, C. DE SOUZA, M. SAKLY and J. SIMPORE, *Asian Pac. J. Trop. Med.*, 4 (10) (2011) 808 - 813.
- [21] - P. K. LUNGA, X. J. QIN, X. W. YANG, J. R. KUIATE, Z. Z. DU and D. GATSING, *Przegl. Lek.*, 71 (9) (2014) 495 - 498.
- [22] - P. K. LUNGA, X. J. QIN, X. W. YANG, J. R. KUIATE, Z. Z. DU and D. GATSING, *Nat. Prod. Res.*, 29 (18) (2015) 1688 - 1694.
- [23] - S. A. JOSEPH, F. C. THEOPHILUS, E. A. DOMINIC, D. A. RITA, M. L. KWAW, A. KOFI, W. ERIC, K. A. GEORGE, A. A. ALFRED and B. D. HENRY, *Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med.*, 10 (5) (2013) 386 - 393.
- [24] - J. YU and Q. CHEN, *Integr. Cancer Ther.*, 13 (3) (2014) 217 - 225.
- [25] - D. NJAMEN, C. B. MAGNE NDÉ, Z. TANEE FOMUM and G. VOLLMER, *Die Pharmazie*, 63 (2) (2008) 164 - 168.
- [26] - O. A. OLAJIDE, M. A. ADEROGBA, U. P. OKORJI and B. L. FIEBICH, *Evidence-Based Compl. Altern. Med.*, (2012) 68 - 73.
- [27] - G. A. AMBE, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 5 (1) (2001) 43 - 58.
- [28] - M. OLIVIER, P. ZERBO, J. I. BOUSSIM and S. GUINKO, *Inter. J. Biol. Chem. Sci.*, 6 (5) (2012) 2170 - 2191.
- [29] - Y. K. F. KOUAKOU, C. C. A. YAPO, H. F. YAPI, G. GNAHOUE, A. J. DJAMAN, *E.J.P.M.R.*, 3 (7) (2016) 04 - 09.
- [30] - A. MARTIN, V. AZAIS-BRAESCO, J. L. BRESSON and C. COUET. (CNERNA-CNRS et AFSSA), *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*, Tec et Doc Ed. (3^e), (2001).
- [31] - S. BOHIC, J. F. GHERSI-EGEA, P. PAOLETTI, J. ARNAUD, S. HUNOT and A. BOOM, A. BOURON, *Rev. Neurol.*, 67 (2011) 269 - 279.
- [32] - P. CHAPPUIS, Les oligoéléments en médecine et biologie, Lavoisier Ed., Paris, (1991).
- [33] - M. SEVE et A. FAVIER, Métabolisme du zinc. EMC Elsevier Masson SAS Ed., Paris, (2002) 58207173.
- [34] - M. APFELBAUM, M. ROMON et M. DUBUS, Diététique et nutrition. Elsevier-Masson Ed. (7^e), Paris, (2009).
- [35] - P. SCUDERI, *Cell Immunol.*, 126 (1990) 391 - 405.
- [36] - P. CHAPPUIS et A. FAVIER, *Les oligoéléments en nutrition et en thérapeutique*. Lavoisier Ed., Paris, (1995).
- [37] - E. BLOUIN et E. VIGNON, *Reflexions Rhumatologiques*, 12 (106) (2008) 2 - 7.
- [38] - P. GUIRAUD, A. FAVIER et N. HORN, *Encyclopédie Médico-chirurgicale*, Elsevier SAS Ed., (2003).
- [39] - S. L. MEACHAM, L. J. TAPER and S. L. VOLPE, *Environ. Health. Perspect.*, 102 (7) (1994) 79 - 82.
- [40] - O. LADEJI, F. V. UDOH and Z. S. OKOYE, *Phytother. Res.*, 19 (9) (2005) 804 - 806.