



Activités antimicrobiennes et antioxydantes des extraits aqueux totaux des fruits de *Dialium corbisieri* et *Dialium gossweileri* (Fabaceae-Caesalpinioideae), consommés par les bonobos, Bolobo, République Démocratique du Congo

Ulrich MALOUEKI^{1*}, Jimmy KAPETSHI², Ngandu Odette KABENA¹,
Kumugo Simon-Pierre NDIRIMBO¹, Koto-te-Nyiwa Jean-Paul NGBOLUA¹,
Nseu Bekeli MBOMBA¹ et Crispin-Désiré Musuyu MUGANZA³

¹Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département de Biologie, B.P. 190, KIN XI, RD Congo.

²Université de Kinshasa, Faculté de Médecine, Département de Microbiologie, Cliniques Universitaires de Kinshasa, B.P. 834, KIN XI, RD Congo.

³Université de Kinshasa, Faculté des Sciences Pharmaceutiques, Département de Chimie Médicinale et Pharmacognosie, B.P. 212, KIN XI, RD Congo.

*Auteur correspondant ; E-mail: ulrich_0786@yahoo.fr; Tel: (+243) 991 581 045.

RESUME

L'écologie alimentaire de certains animaux suggérerait une possible utilisation de plantes à des fins thérapeutiques. Les observations comportementales du bonobo (*Pan paniscus*) menées *in situ*, ont révélé la similitude d'utilisation de ces plantes par les populations locales Téké de Bolobo en République Démocratique du Congo. L'analyse phytochimique qualitative des extraits totaux aqueux des fruits de *Dialium corbisieri* Staner et *Dialium gossweileri* Bak. a révélé la présence d'alcaloïdes, d'anthocyanes, de flavonoïdes, de saponosides, des sucres réducteurs et de tanins catéchiques. La meilleure activité antimicrobienne de disque de diffusion sur milieu Mueller-Hinton agar a été observée avec les extraits de *D. gossweileri* à la dose de 100 µg avec des diamètres de zones d'inhibition pour *Escherichia coli* (11 mm), *Klebsiella pneumoniae* (10 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (9 mm), *Staphylococcus aureus* (10 mm) et *Candida albicans* (10 mm) comparativement aux extraits de *D. corbisieri* qui n'ont présenté aucun effet inhibiteur sur ces germes. Lesquels extraits ont relevé aussi un fort potentiel antioxydant par le radical DPPH de l'ordre de 14,44 µg.ml⁻¹ et plus faibles pour *D. gossweileri* (CI >500 µg.ml⁻¹). Certains fruits que consomment les bonobos contiendraient des principes actifs susceptibles d'occuper une place de choix dans la médecine moderne contre nombreuses pathologies.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Panpaniscus*, *Dialium* spp., a biologiques, zoopharmacognosie.

INTRODUCTION

Les maladies infectieuses et parasitaires sont aujourd'hui responsables de nombreux décès chaque année (Orth et Sansonetti, 2006 ; Leclercq et Rasir, 2011).

Depuis peu, les recherches ont montré que beaucoup d'espèces de primates africains sont les hôtes naturels des rétrovirus tels que celui d'Immunodéficience Simienne (SIV) (Ahoua et al., 2012), phylogénétiquement

proche du VIH responsable d'immunodéficience chez l'homme. Ainsi, il y a lieu de se poser les questions suivantes : (1) Comment est-ce que les primates tels que les bonobos ont survécu dans ces forêts tropicales de la République Démocratique du Congo (RDC) face à l'émergence et la réémergence des maladies infectieuses ? (2) Comment est-ce que les bonobos et les parasites ont pu co-évoluer dans ces forêts ?

Dans ce travail, nous nous sommes proposés d'observer les grands singes dans leur habitat naturel en vue d'identifier les espèces végétales que ces animaux consomment. En effet, de nombreuses études (Cousins et Huffman, 2002 ; Krief et al., 2005 ; Chapman et al., 2006 ; Fowler et al., 2007) ont montré que les grands singes recourent aux plantes pouvant améliorer leur santé. Ce comportement d'automédication observé chez les primates dans ces milieux sauvages est une indication très intéressante, puisque plusieurs de ces plantes sont utilisées en médecine traditionnelle africaine contre nombreuses maladies (Fruth et al., 2010 ; Ngbolua et al., 2011, Musuyu Muganza et al., 2012 ; Maloueki et al., 2013a ; Maloueki et al., 2015).

De décembre 2007 à mars 2008 et septembre 2008, notre équipe de recherche a mené des observations ponctuelles sur des communautés des bonobos de Mbou-Mon-Tour/Nkala et Embirima dans les forêts de Bolobo en RDC. Au cours de ces missions de terrain, l'équipe a inventorié près de 47 espèces végétales consommées par ces primates quotidiennement selon leur disponibilité. Les recherches documentaires sur les propriétés pharmacologiques de ces plantes ont permis de mettre en évidence la similitude d'utilisation en médecine traditionnelle africaine. Les fruits de *Dialium* spp. ont été les plus consommés (Ndimbo, comm. pers.), la même observation est rapportée par Lui-Kotaleu Sud du Parc National de la Salonga en RDC (Hohmann et al., 2006).

Le choix dans la prise alimentaire des plantes dépendrait de nombreux facteurs,

aussi bien psychologiques, physiologiques qu'environnementaux (Peronny, 2005). Il est bien établi que les plantes contiennent des métabolites secondaires doués des propriétés pharmacologiques (Boakye-Gyasi et al., 2011).

L'objectif du présent travail est de déterminer les profils phytochimiques des plantes consommées par les bonobos (*Pan paniscus*) parmi lesquelles *D. corbisieri* et *D. gossweileri*, et à établir leurs activités biologiques sur des souches de *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* et *C. albicans*, et sur le radical DPPH.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

Les observations *in situ* des bonobos ont été réalisées dans la province de Bandundu. Le site a été précédemment décrit par Maloueki et al. (2013a, 2013b). Des observations *ad-libitum* (Altmann, 1974) ont été réalisées pour l'étude du régime alimentaire étant donné qu'il s'agit des communautés des bonobos non habituées à la présence humaine.

Matériel végétal

Les fruits de *Dialium corbisieri* Staner (03/1203/a) et *Dialium gossweileri* Bak. (04/1647/a) (Fabaceae-Caesalpinioideae) récoltés ont été identifiés par le Professeur Habari du Département de Biologie de l'Université de Kinshasa et le technicien Nlandu Boniface de l'Institut National d'Etude et de Recherche Agronomiques (I.N.E.R.A). Les échantillons de plantes ont été séchés à l'air libre au Laboratoire d'Ethnobotanique et Phytochimie de Max-Planck Institute for Evolutionary Anthropology, Leipzig (MPI-EVA) (Kinshasa, RDC). Après séchage, les échantillons ont été réduits en poudre.

Nous avons pesé successivement 6,97 g et 4,87 g des poudres des fruits de *D. corbisieri* et *D. gossweileri*, puis infusés, sur lesquels ont été effectués les tests phytochimiques. Le filtrat a été congelé et lyophilisé pendant 36h. Les lyophilisats ont servis à la réalisation des tests biologiques.

Les rendements d'extractions obtenus sont respectivement de l'ordre de 30,70% et 33,88% pour *D. corbisieri* et *D. gossweilerii*.

Screening chimique

La mise en évidence des métabolites secondaires par des réactions de caractérisations en tubes des extraits aqueux totaux de fruits de *D. corbisieri* et *D. gossweilerii*, a été effectuée selon Bruneton (1993).

Evaluation de l'activité antimicrobienne

Les souches cliniques d'origine bactérienne (*E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus*) et fongique (*C. albicans*) ont été fournis par le Dr J. Kapetshi du Service de Microbiologie des Cliniques Universitaires de Kinshasa, de la Faculté de Médecine de l'Université de Kinshasa. Elles proviennent de produits pathologiques prélevés sur des malades.

Les diamètres des zones d'inhibition ont été déterminés selon la méthode de diffusion en milieu solide sur milieu gélosé de Mueller-Hinton Agar (Kirby-Bauer et al., 1966 in Maloueki et al., 2013a). Des disques de papier filtre de 6 mm de diamètre ont été utilisés. Ils ont été préalablement imprégnés avec 20 µl des solutions stocks de 50 mg/ml, 100 mg/ml et 200 mg/ml des extraits de plantes émulsionnées dans le tween 80 1%, ils ont été déposés ensuite à la surface d'un milieu solideensemencé avec une suspension bactérienne ou fongique. En ce qui concerne les diamètres des zones d'inhibition des antibiotiques commerciaux, la même procédure a été utilisée. Les antibiotiques ont été choisis en raison de leur spectre d'action assez large et de leur utilisation fréquente en milieu hospitalier pour le traitement des infections causées par la plupart des germes utilisés dans cette étude, notamment : Ampicilline (10 µg) (Shalina INJ. B.P. 1 g, Kinshasa, RDC), Ciprofloxacine (5 µg) (Nirma Limited I.V. B.P. 200 mg/100 ml, Kinshasa, RDC), Gentamicine (10 µg) (Shandong Yikang Pharmaceutical INJ. B.P. 80 mg / 2 ml, Chine), Métronidazole (100 µg) (Nirma Limited I.V. B.P. 500 mg/100 ml, Kinshasa, RDC). Les boîtes de Pétri (Roth,

Allemagne) de 60 mm de diamètre sont incubées à l'étuve à 37 °C pendant 18 à 24 h pour les bactéries et 36 h pour la levure.

Après incubation, on mesure les diamètres des éventuelles zones d'inhibition observées autour des disques. Les coefficients d'activité pour les souches bactériennes des zones d'inhibition importantes (diamètre ≥10 mm) sont calculés suivant la formule ci-après :

$$A = \frac{a}{q} \text{ Avec } a = \pi \frac{d^2}{4} \quad (\text{Pibiri, 2006}).$$

Où, A est le coefficient d'activité (en cm²/µg), a est la surface d'inhibition bactéricide (en cm²), q est la quantité de produits actifs (en µg) et d est le diamètre (en mm) d'inhibition mesurable, diamètre du disque imbibé inclus. Le pourcentage d'inhibition de la levure est calculé selon l'équation suivante :

$$\% \text{ Inhibition} = \frac{(D_1 - D_2)}{D_2} \times 100$$

(Haddouchi et al., 2009).

Où, D₁ est le diamètre (en cm) de la prolifération des levures en absence de produits actifs dans le milieu et D₂ est le diamètre (en cm) de la prolifération des levures en présence de produits actifs dans le milieu.

Activité antioxydante par le radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH)

Un composé à activité antioxydante mis en présence du radical libre DPPH (couleur violet), vire en jaune en donnant un proton au radical.

Evaluation qualitative par chromatographie sur couche mince (CCM)

La réalisation de la CCM a été effectuée selon Mensah et al. (2004). Des solutions de concentrations de 1 mg.ml⁻¹ des extraits secs ont été préparés à partir du méthanol 80%. Par la suite, 2 plaques chromatographiques en verres de 5x10 cm à gel de silice 60 F₂₅₄ ont été disposées sur lesquelles on a appliqué en spots 5 µl des extraits à analyser et 2 µl de quercétine et d'isoquercétrine. Pour ce test, différents systèmes de solvants ont été préparés, répartis de la manière suivante :

(1) La cuve chromatographique n°1 : acétate d'éthyle/acide acétique/acide formique/eau (100 : 11 : 11 : 27 ; v/v), phase mobile polaire.

(2) La cuve chromatographique n°2 : butanone-2/toluène (4 : 6 ; v/v), phase mobile moins polaire.

Les plaques ont été révélées par une solution méthanolique de DPPH 0,2% (m/v). Les composés à activité antioxydante apparaissent sous formes de taches (spots) jaunes sur fond violet.

Evaluation quantitative sur microplaque

Le test sur microplaque à 96 puits stériles a été effectué comme suggéré par Okusa et al. (2007). Des solutions Tween 80 1% de concentrations de l'ordre de 10,5 mg.ml⁻¹ des extraits secs et de 0,75 mg.ml⁻¹ d'acide ascorbique ont été préparées respectivement. De ce fait, 200 µl de tween 80 1% dans les puits de la 1^{ère} colonne ont été prélevés, puis 10 µl de blanc (tween 80 1%), de contrôle (tween 80 1% + DPPH), et des extraits à tester dans les puits correspondants d'autres colonnes. Enfin, 200 µl de solution de tween 80 1% de DPPH 0,004% (m/v) pour la révélation des produits à tester ont été ajoutées. De façon, que des gammes de concentrations de 500 - 1,95 µg.ml⁻¹ des extraits secs à tester et de 35,71 - 0,14 µg.ml⁻¹ de l'acide ascorbique de série de dilutions successives à facteur ½ ont été obtenues. La plaque a été incubée à l'obscurité pendant 30 minutes. L'absorbance des puits a été mesurée à l'ELISA reader à 550 nm. Le pourcentage (%) d'inhibition est donné par l'équation suivante :

$$\% \text{ Inhibition DPPH}^{\circ} = \frac{(x - b) \times 100}{(y - b)}$$

Avec, x : absorbance de la solution du produit testé en présence du DPPH, y : absorbance moyenne des solutions de blanc + DPPH et b : absorbance moyenne des solutions de blanc. Pour chaque puits, la valeur d'absorbance à vide a été déduite de celle mesurée lors de l'expérience proprement dite.

Analyses statistiques

Le logiciel Origin[®] version 6.1 (Origin Lab Corporation, Northampton, MA 01060

USA) a été utilisé pour la détermination des valeurs de CI₅₀. Les valeurs CI₅₀ (en µg.ml⁻¹) sont déterminées graphiquement à partir de la courbe sigmoïde du pourcentage (%) d'inhibition en fonction du logarithme des concentrations des extraits testés et des standards.

RESULTATS

Criblage phytochimique

Le screening phytochimique des extraits aqueux totaux des fruits de *D. corbisieri* et *D. gossweileri* ont montré la présence d'alcaloïdes, d'anthocyanes, de flavonoïdes, de saponosides, de sucres réducteurs, et de tanins catéchiques. Les quinones, les terpènes et stéroïdes, et les tanins galliques ont été absents.

Activité antimicrobienne

Les résultats d'antibiogramme obtenus sont résumés dans les Tableaux 1 et 2. La seule activité inhibitrice est observée avec les extraits de *D. gossweileri* aux doses de 50 µg et 100 µg, comparativement aux antibiotiques standards (Tableau 2). Les pourcentages d'inhibition pour *C. albicans* obtenus sont de l'ordre de 17,65% et 20% respectivement aux doses de 50 µg et 100 µg.

Activité antioxydante

Les extraits aqueux totaux de fruits de *D. corbisieri* et de *D. gossweileri* contiennent des composés à activité antioxydante, se traduisant par le virement de la coloration violette au jaune. Les résultats de la CCM sont présentés dans la Figure 1. Les composés à activité antioxydante n'ont pas été identifiés mais leurs rapports frontaux (R_f) ont été déterminés de même que ceux de l'isoquercétrine et la quercétine aux R_f respectivement de 0,63 et 0,94, comparativement aux extraits de *D. corbisieri* (0,79 et 0,89) et de *D. gossweileri* (0) qui n'a pas migré.

Et ceux réalisés sur les microplaques ont donné des valeurs CI₅₀ de l'ordre de 14,44 µg.ml⁻¹ et >500 µg.ml⁻¹ respectivement pour *D. corbisieri* et *D. gossweileri*, comparativement à l'acide ascorbique qui a une valeur CI₅₀ de 5,11 µg.ml⁻¹.

Tableau 1 : Diamètres des zones d'inhibition observées avec des disques d'antibiotique et d'extrait de fruits de *Dialium*s pp.

Extraits	Charge des disques (µg)	Zone d'inhibition (mm)				
		Bactérie				Levure
		Gram-		Gram+		
		<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>P. aeruginosa</i>	<i>S. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
<i>D. corbisieri</i>	50	0	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	0
	200	0	0	0	0	0
<i>D. gossweileri</i> (Ngo)	50	9	10	0	9	9
	100	11	10	9	10	10
	200	–	–	–	–	–
Ampicilline	10	0	25	0	0	0
Ciprofloxacine	5	35	21	43	30	25
Gentamicine	10	7	11	25	25	21
Métronidazole	100	9	0	55	9	0

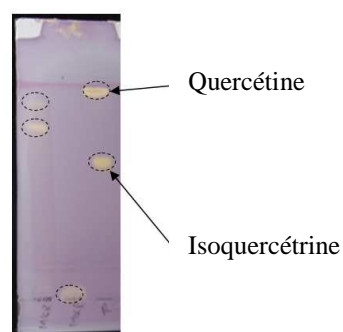
0 (6 mm) : pas de zone d'inhibition, – : Non déterminé.

Les chiffres en gras indiquent les effets d'inhibition importants (diamètre ≥10 mm) des souches pathogènes vis-à-vis des substances testées. Il s'agit des moyennes de deux (02) essais.

Tableau 2 : Activité antimicrobienne des extraits totaux aqueux des fruits de *D. gossweileri*.

Souches	Ø (mm)	50 µg		Ø (mm)	100 µg		
		Surface d'inhibition a (cm ²)	Coefficient d'activité A (cm ² .µg ⁻¹)		Surface d'inhibition a (cm ²)	Coefficient d'activité A (cm ² .µg ⁻¹)	
Bactérie Gram-	<i>E. coli</i>	9	–	–	11	0,95	0,01
	<i>K. pneumoniae</i>	10	0,79	0,02	10	0,79	0,01
	<i>P. aeruginosa</i>	0	–	–	9	–	–
Bactérie Gram+	<i>S. aureus</i>	9	–	–	10	0,79	0,01
Levure	<i>C. albicans</i>	9	/	/	10	/	/

Ø : diamètre, – : pas de coefficient d'activité, / : coefficient d'activité non défini.



Composé à activité antioxydante

Figure 1 : Plaque révélée au DPPH-MeOH 0,2% après migration dans le système Acétate d'éthyle/acide acétique/acide formique/eau (100 : 11 : 11 : 27, v/v). MKR : *Dialium corbisieri* ; MKP : *D. gossweileri* ; R : Références ; Front du solvant (7 cm) ; ○ Composé à activité antioxydante.

DISCUSSION

Très peu de recherches ont été documentées sur les espèces *D. corbisieri* et *D. gossweileri*. De ce fait, la présente étude est une contribution sur la connaissance pharmaco-chimique de ces plantes. En passant d'un test à l'autre et d'une espèce à une autre, les tests phytochimiques ont montré une ressemblance pour les 2 espèces de la présente étude à la présence ou l'absence des métabolites secondaires recherchées. Par ailleurs, de nombreuses études ont été réalisées sur le genre *Dialium* parmi lesquelles celles d'Akinpelu et al. (2011) sur les feuilles de *D. guineense* ont mis en évidence la présence d'alcaloïdes, de tanins, de flavonoïdes, de saponines, de stéroïdes. Mais seuls les sucres réducteurs ont été absents. Les travaux d'Ogu et Amiebenomo (2012) sur les écorces de troncs de *D. guineense* ont révélé la présence de tanins, de saponines, de terpènes ou stéroïdes, d'alcaloïdes, de flavonoïdes, de sucres réducteurs. Mais les anthraquinones et phénols ont été absents, tandis que les travaux d'Olajubu et al. (2012) sur les écorces de troncs de *D. guineense* ont montré la présence d'alcaloïdes, d'anthraquinones, de tanins, de flavonoïdes, et de saponines. A quelques différences près, les résultats obtenus pour le présent travail

corroborent ceux rapportés précédemment. Mais les différences seraient dues à la distribution phytogéographique des espèces à coloniser leur milieu, couvert végétal, la texture du sol, et les facteurs environnementaux comme le climat (Tarnaud et al., 2010), auxquels pourraient s'ajouter les types d'organes de la plante et solvants d'extractions utilisés (Goli et al., 2005).

Seuls les extraits totaux aqueux de fruits de *Dialium gossweileri* ont montré une activité inhibitrice à la dose de 50 µg vis-à-vis de *K. pneumoniae* (10 mm) qui s'est révélée modérément active et moins active sur les autres (diamètre d'inhibition de 9 mm pour les souches *E. coli*, *S. aureus* et *C. albicans*), et aucune activité inhibitrice n'a été observée sur *P. aeruginosa* (Tableau 1). Tandis qu'à la dose de 100 µg l'activité inhibitrice a été relevée sur *E. coli* (11 mm), *K. pneumoniae* (10 mm), *S. aureus* (10 mm) et *C. albicans* (10 mm) notée modérément active, tandis que *P. aeruginosa* s'est montrée moins active (9 mm) (Tableau 1). L'activité inhibitrice serait donc dose-dépendante. Les coefficients d'activité des zones d'inhibition importantes sont celles observées avec des extraits de *D. gossweileri* aux doses de 50 µg (0,02 cm².µg⁻¹) sur *K. pneumoniae*, et 100 µg (0,01 cm².µg⁻¹) sur *E. coli*, *K. pneumoniae* et *S.*

aureus (Tableau 2). Ces extraits seraient mieux indiqués contre les infections à *K. pneumoniae*, car la valeur des coefficients des effets cumulés est de $0,03 \text{ cm}^2 \cdot \mu\text{g}^{-1}$. Les extraits aqueux totaux de fruits de *D. gossweileri* semblent exercer une activité bactériostatique sur ces zones de colonies résistantes, puisque les colonies continuent à se développer. Dans tous les cas, les extraits aqueux totaux de fruits de *D. gossweileri* contiendraient des substances qui pourraient être des bons agents antimicrobiens. Tandis que, les extraits totaux aqueux de fruits de *D. corbisieri* n'ont démontré aucune activité inhibitrice sur *E. coli*, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* et *C. albicans* toutes résistantes aux doses testées. Les études d'Agassounon et al. (2001) ont rapporté la même activité sur les extraits de feuilles de *D. guineense* sur les souches *C. albicans*, *E. coli* UB1005, *K. pneumoniae*, *P. aeruginosa* et ceux de Lamidi et al. (2005) sur les extraits d'écorces de tronc de *D. lopense* ont révélé une faible activité *in vitro* sur plusieurs espèces de *Candida* spp. D'autres travaux encore, comme ceux d'Aké et al. (2006) sur les extraits de fruits de *D. guineense* ont démontré *in vitro* une faible activité antibactérienne sur les souches *P. aeruginosa*, *S. aureus*, mais aucun effet inhibiteur n'a été rapporté sur *E. coli*. Les travaux d'Olajubu et al. (2012) sur les écorces de troncs de *D. guineense* ont montré une forte activité antimicrobienne sur *Staphylococcus* spp., *C. albicans*, *Escherichias* pp., *K. pneumoniae*, *Pseudomonas* spp. Les études d'Orji et al. (2012) sur les feuilles et écorces de *D. guineense* ont montré une forte activité antibactérienne sur *K. pneumoniae* et *S. aureus*. Les travaux d'Ogu et al. (2013) sur les extraits de feuilles de *D. guineense* ont montré *in vitro* une forte activité antimicrobienne sur *S. aureus*, *C. albicans*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*. La présence de tanins contenus dans les extraits totaux aqueux de fruits de *D. gossweileri* pourrait justifier les propriétés antimicrobiennes observées. Ce qui a été aussi rapporté par Akinpelu et al. (2011) pour *D. guineense*. Cependant, à défaut d'un screening

chimique complet, nous ne pouvons écarter la possibilité de l'existence d'agents antimicrobiens appartenant à d'autres groupes phytochimiques.

La CCM a montré que la meilleure élution est obtenue avec la phase mobile polaire (acétate d'éthyle/acide acétique/acide formique/eau ; 100 : 11 : 11 : 27, v/v) qui présente un nombre de taches franchement positives ou « spots » jaunes sur fond violet plus élevé, donc plus de composés à activité antioxydante que celle de la phase mobile moins polaire (butanone-2/toluène ; 4 : 6, v/v). Dans cette dernière phase, aucun extrait n'a migré. Ces composés ont donc des propriétés hydrophiles. Le fait que l'extrait de *D. gossweileri* n'ait pas migré serait peut-être dû aux tannins condensés (Tarascou, 2005). Tandis que, sur microplaque, le potentiel à réduire le radical DPPH diminue dans l'ordre de *D. corbisieri* > *D. gossweileri*. Cependant, les extraits de *D. corbisieri* ont donné 2 composés à activité antioxydante contre seulement 1 pour *D. gossweileri*. Ce qui serait dû à l'effet cumulé de ces composés qui lui confèreraient ce fort pouvoir antioxydant. Par ailleurs, il convient de signaler que les études d'Aké et al. (2006) ont révélé une faible activité antioxydante dans les fruits de *D. guineense* par le radical DPPH, et les travaux d'Ogu et al. (2013) réalisés sur les feuilles de *D. guineense* qui ont montré une forte activité antioxydante avec le radical DPPH, Une autre étude de Gnansounou et al. (2014) sur les pulpes de *D. guineense* a montré la présence de l'acide ascorbique ($4,5 \pm 0,01 \text{ mg}/100 \text{ g}$) qui confère aux *Dialium* spp. le potentiel antioxydant. L'activité anti-radicalaire par le DPPH de ces extraits de plantes testées serait due à un effet additif de polyphénols (tannins, flavonoïdes, etc.) qu'ils contiennent. Outre le bénéfice nutritionnel, la consommation des espèces du genre *Dialium* par les bonobos suggérerait une possible auto-médication.

Conclusion

A l'avenir, les composés responsables des activités biologiques des extraits aqueux

totaux des fruits de *D. gossweileri* mises en évidence dans le présent travail pourront être isolées et identifiées. De sur croît, de nombreux essais *in vitro*, puis *in vivo* devront donc se poursuivre pour déterminer s'ils sont bien tolérés par l'organisme, et pourront éventuellement être étudiés dans le but de renforcer l'antibiothérapie en pathologie médicale humaine. Mais aussi, leurs concentrations minimales inhibitrices et bactéricides devront être établies.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les Drs Hohmann et Fruth, de Lui-Kotale Bonobo Project de Max-Planck Institute, Leipzig d'Allemagne, et l'Institut National de Recherche-Biomedical en RD Congo, pour leur soutien logistique à la réalisation de ces travaux.

REFERENCES

- Agassounon DTM, De Souza C, Anani KT, Koumaglo K, Toukourou F, Gbeassor M. 2001. Evaluation des activités cytotoxique, antivirale, antibactérienne et antifongique de six plantes médicinales. *Pharm. Méd. Trad. Afr.*, **11**: 93-105.
- Ahoua ARC, Kone MW, Konan AG, Tra Bi FH, Bonfoh B. 2012. Antioxydant activity of eight plants consumed by great apes in Côte d'Ivoire. *Afr. J. Biotechnol.*, **11**(54): 11732-11740.
- Aké CB, Koné MW, Kamanzi AK, Aké M. 2006. Evaluation de quelques propriétés biologiques de produits de cueillette non ligneux vendus sur les marchés d'Abidjan et ses environs. *Pharm. Méd. Trad. Afr.*, **14**: 1-17.
- Akinpelu AD, Awotorebo OT, Agunbiade MO, Aiyegoro OA, Okoh AI. 2011. Anti-*Vibrio* and preliminary phytochemical characteristics of crude methanolic extracts of the leaves of *Dialium guineense* (Wild). *J. Med. Plant. Res.*, **5**(11): 2398-2404.
- Altmann J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, **49**: 227-267.
- Boakye-Gyasi E, Ainooson GK, Abotsi WKM. 2011. Anti-inflammatory, antipyretic and antioxidant properties of a hydroalcoholic leaf extract of *Palisota hisruta* K. Shum. (Commelinaceae). *West Afr. J. Pharm.*, **22**(1): 10-18.
- Bruneton J. 1993. *Pharmacognosie et Phytochimie des Plantes Médicinales* (2^e edn). Technique et Documentation-Lavoisier : Paris.
- Chapman CA, Speirs ML, Gillespie TR, Holland T, Austad KM. 2006. Life on the edge: gastrointestinal parasites from the forest edge and interior primate groups. *Am. J. Primatol.*, **68**: 397-409.
- Cousins D, Huffman MA. 2002. Medicinal properties in the diet of gorillas: an ethno-pharmacological evaluation. *Afr. Study Monogr.*, **23**(2): 65-89.
- Fowler A, Koutsioni Y, Sommer V. 2007. Leaf-swallowing in Nigerian chimpanzees: evidence for assumed self-medication. *Primates*, **48**: 73-76.
- Fruth B, Mato BK, Musuyu Muganza D. 2010. Nkundo plant use (Cuvette Centrale, DRC) with a focus on indigenous knowledge and the application of aphrodisiacs. In *Building Bridges Between Anthropology, Medicine and Human Ethology*, Brüne M, Salter F, McGrew WC (eds). European University Press: Bochum; 211-226.
- Gnansounou SM, Noudogbessi JP, Yehouenou B, Gbaguidi ANM, Dovonon L, Aina MP, Ahissou H, Sohounhloue D. 2014. Proximate composition and micronutrient potentials of *Dialium guineense* wild growing in Benin. *Int. Food Res. J.*, **21**(4): 1603-1607.
- Goli AH, Barzegar M, Sahari MA. 2005. Antioxidant activity and total phenolic compounds of pistachio (*Pistachia vera*) hull extracts. *Food Chem.*, **92**: 521-525.
- Haddouchi F, Lazouni HA, Meziane A, Benmansour. 2009. Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss&Reut. *Afr. Sci.*, **5**(2) :246-259.

- Hohmann G, Fowler A, Sommer V, Ortmann S. 2006. Frugivory and gregariousness of Salonga bonobos and Gashaka chimpanzees: the influence of abundance and nutritional quality of fruit. In *Feeding Ecology in Apes and Other Primates. Ecological, Physiological and Behavioural Aspects*, Hohmann G, Robbins MM, Boesch C (eds). Cambridge University Press: Cambridge; 123-159.
- Krief S, Hladik CM, Haxaire C. 2005. Ethnomedicinal and bioactive properties of plants ingested by wild chimpanzees in Uganda. *J. Ethnopharmacol.*, **101**: 1-15.
- Lamidi M, DiGiorgio C, Delmas F, Favel A, Mve-Mba EC, Rondi ML, Ollivier E, Nze-Ekekang L, Balansard G. 2005. *In vitro* cytotoxic, antileishmanial and antifungal activities of ethnopharmacology selected Gabonese plants. *J. Ethnopharmacol.*, **102**: 185-190.
- Leclercq T, Rasir C. 2011. Etude de l'émergence et de la réémergence des maladies infectieuses dans le monde au cours des dernières décennies. Thèse de doctorat, Université de Lille 2, Lille, p. 12.
- Maloueki U, Kunyima KP, Mbomba ID, Dani NA, Lukuka KA, Lami NJ, Mpiana PT, Ngbolua KN, Ndimbo KSP, Mbomba NB, Musuyu Muganza CD. 2015. Activités antioxydante et antiplasmodiale d'extraits de *Massularia acuminata* (Rubiaceae). *Phytothérapie*, doi : 10.1007/s10298-015-0937-z.
- Maloueki U, Musuyu Muganza CD, Mbomba NB, Ndimbo KSP, Kapetshi KMJ, Kabena NO. 2013a. Activités antimicrobiennes et antioxydantes des extraits aqueux totaux des feuilles de *Megaphrynium macrostachyum* (Benth.) Milne-Redh. (Marantaceae) et de *Palisotahirsuta* (Thunb.) K. Schum. (Commelinaceae). *Congo Sci.*, **1**(1): 38-48.
- Maloueki U, Ndimbo KSP, Malekani MJ, Mbomba NB. 2013b. Estimation de la densité par comptage des nids des Bonobos (*Pan paniscus*) dans la région de Bolobo des localités de Nkala et Embirima, République Démocratique du Congo : résultats préliminaires. *Rev. Primatol.*, **5** :doi: 10.4000/primatologie.1660.
- Mensah AY, Houghton PJ, Akyirem GNA, Fleischer TC, Mensah MLK, Sarpong K, Adosraku R. 2004. Evaluation of the antioxidant and free radical scavenging properties of *Secamoneafzelii* Rhoem. *Phytother. Res.*, **18**: 1031-1032.
- Musuyu Muganza CD, Fruth BI, Nzunzu LJ, Mesia GK, Kambu OK, Tona GL, Cimanga KR, Cos P, Maes L, Apers S, Pieters L. 2012. *In vitro* antiprotozoal and cytotoxic activity of 33 ethnopharmacological selected medicinal plants from Democratic Republic of Congo. *J. Ethnopharmacol.*, **141**: 301-308.
- Ngbolua KN, Rakotoarimanana H, Rafatro H, Ratsimamanga US, Mudogo V, Mpiana PT, Tshibangu DST. 2011. Comparative antimalarial and cytotoxic activities of two *Vernonia* species: *V. amygdalina* from the Democratic Republic of Congo and *V. cinereasubsp. vialis* endemic to Madagascar. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **5**(1): 345-353.
- Ogu IG, Amiebenomo R. 2012. Phytochemical analysis and *in vivo* anti-diarrhoeal potentials of *Dialium guineense* (Wild) stem bark extract. *J. Intercult. Ethnopharmacol.*, **1**(2): 105-110.
- Ogu IG, Ezeadila J, Ehiobu MJ. 2013. Antioxidant and antimicrobial activities of *Dialium guineense* (Wild) leaf extract. *Pharm. Pharmacol. Res.*, **1**(1): 1-7.
- Okusa PN, Penge O, Devleeschouwer M, Duez P. 2007. Direct and indirect antimicrobial effects and antioxidant activity of *Cordiagilletii* De Wild (Boraginaceae). *J. Ethnopharmacol.*, **112**: 476-481.

- Olajubu FA, Akpan I, Ojo DA, Oluwalana SA. 2012. Antimicrobial potential of *Dialiumguineense* (Wild.) stem bark on some clinical isolates in Nigeria. *Int. J. Appl. Basic Med. Res.*, 2(1): 58-62.
- Orji JO, Alo MN, Anyim C, Okonkwo EC. 2012. Antibacterial activities of crude leaf and bark extracts of "icheku" *Dialiumguineense* on bacterial isolates from bronchitis patients. *J. Pharm. Biol. Sci.*, 1: 21-25.
- Orth G, Sansonetti P. 2006. *La Maîtrise des Maladies Infectieuses. Un défi de Santé Publique, une Ambition Médico-Scientifique*. EDP Sciences: Paris.
- Peronny S. 2005. La perception gustative et la consommation des tannins chez le maki (*Lemur catta*). Thèse de doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, p. 12.
- Pibiri MC. 2006. Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles. Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, p. 72.
- Tarascou I. 2005. Synthèse et caractérisation de procyanidines oligomères pour l'identification de tanins du raisin et du vin. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux 1, Bordeaux, p. 12-17.
- Tarnaud L, Garcia C, Krief S, Simmen B. 2010. Apports nutritionnels, dépense et bilan énergétiques chez l'homme et les primates non-humains : aspects méthodologiques. *Rev. Primatol.*, 2: doi : 10.4000/primatologie.558.