



ESJ Natural/Life/Medical Sciences

Diversité des Épiphytes Vasculaires de la Forêt Secondaire de Koubola (Département du Pool, District de Goma Tsé-Tsé) et de la Forêt du Parc Zoologique de Brazzaville, République du Congo

Saint Fédriche Ndzai, Docteur

Félix Koubouana, Maître de Conférences CAMES

Guy Foly Mpela, Doctorant

Leckoundzou Ayessa, Maître-Assistant CAMES

Institut National de Recherche Forestière (IRF), Brazzaville, Congo

Mat-Sheridan Mikoungui Gomo, Docteur

Chauvelin Douh, Maître-Assistant

Maximilien Mboukou, Doctorant

Pierre Mbete, Maître de Conférences CAMES

Destin Chelvin Vindou Sissia, Etudiant

Chardène Belvina Mbengo, Etudiante

Larisa Malonga Mbouchi, Etudiante

Lynda Merveille Mvila Oumba, Etudiante

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA),
ENSAF, Brazzaville, Congo

[Doi:10.19044/esj.2022.v18n40p240](https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n40p240)

Submitted: 19 May 2022

Accepted: 23 December 2022

Published: 31 December 2022

Copyright 2022 Author(s)

Under Creative Commons BY-NC-ND

4.0 OPEN ACCESS

Cite As:

Ndzai S.F., Koubouana F., Mpela G.F., Ayessa L., Mikoungui Gomo M., Douh C., Mboukou M., Mbete P., Vindou Sissia D.C., Mabengo C.B., Malonga Mbouchi L. & Mvila Oumba L.M. (2022). *Diversité des Épiphytes Vasculaires de la Forêt Secondaire de Koubola (Département du Pool, District de Goma Tsé-Tsé) et de la Forêt du Parc Zoologique de Brazzaville, République du Congo*. European Scientific Journal, ESJ, 18 (40), 240.

<https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n40p240>

Résumé

Les plantes épiphytiques contribuent à la complexification naturelle des écotones en multipliant leurs habitats sur les arbres. Ils présentent un intérêt particulier pour comprendre le fonctionnement des écosystèmes tropicaux. L'étude a été réalisée dans la période de mai à juin en République du Congo notamment dans la forêt de Koubola et celle du parc Zoologique de

Brazzaville sur une superficie totale de 1,2 ha, soit 3 parcelles de 50 m sur 40 m chacune par zone, sur lesquelles tous les épiphytes se trouvant sur les arbres de diamètre ≥ 5 cm ont été dénombrés aux différentes hauteurs. Le substrat sur lequel l'espèce est fixée a été noté. Ainsi, dans la forêt de Koubola 24 épiphytes, 11 espèces, 10 genres et 9 familles ont été dénombrés. *Agelanthus brunneus*, les Loranthaceae, les Parasites et les épiphytes accidentels dominant. *Macaranga monandra* (29,17 %) et *Pentaclethra eetveldeana* (25 %) sont les deux arbres hôtes les plus représentés en épiphytes. Dans la forêt du Parc Zoologique, 77 épiphytes, 24 espèces, 20 genres et 17 familles ont été dénombrés. *Platynerium angolense*, les Polypodiaceae et les épiphytes stricts dominant. *Millettia laurentii* (36,36 %) et *Elaeis guineensis* (28,57 %) représentent les deux arbres hôtes les plus abondants en épiphytes. Les indices indiquent une diversité maximale et une répartition non équitable des espèces dans ces forêts.

Mots-clés : Epiphytes, Vasculaires, Diversité, Koubola, Brazzaville

Diversity of Vascular Epiphytes in the Secondary Forest of Koubola (Pool Department, Goma Tsé-Tsé District) and in the Forest of the Brazzaville Zoological Park, Republic of Congo

Saint Fédriche Ndzai, Docteur

Félix Koubouana, Maître de Conférences CAMES

Guy Foly Mpela, Doctorant

Leckoundzou Ayessa, Maître-Assistant CAMES

Institut National de Recherche Forestière (IRF), Brazzaville, Congo

Mat-Sheridan Mikoungui Gomo, Docteur

Chauvelin Douh, Maître-Assistant

Maximilien Mboukou, Doctorant

Pierre Mbete, Maître de Conférences CAMES

Destin Chelvin Vindou Sissia, Etudiant

Chardène Belvina Mbengo, Etudiante

Larisa Malonga Mbouchi, Etudiante

Lynda Merveille Mvila Oumba, Etudiante

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA),
ENSAF, Brazzaville, Congo

Abstract

Epiphytic plants contribute to the natural complexification of ecotones by multiplying their habitats on trees. They are of particular interest for understanding the functioning of tropical ecosystems. The study was carried out in the forest of Koubola and Zoological Park on an area of 1.2 ha, including 3 plots of 50 m by 40 m each per area, on which all epiphytes found on trees of diameter ≥ 5 cm were counted at different heights. The substrate on which the species is fixed was noted. Thus, in the Koubola forest 24 epiphytes, 11 species, 10 genera and 9 families were counted. The species *Agelanthus brunneus*, the family Loranthaceae, Parasites and accidental epiphytes dominate. *Macaranga monandra* (29.17%) and *Pentaclethra eetveldeana* (25%) are the two most represented host trees in epiphytes. In the Zoological Park forest, 77 epiphytes, 24 species, 20 genera and 17 families were counted. The species *Platyserium angolense*, the family Polypodiaceae and the strict epiphytes dominate. *Millettia laurentii* (36.36%) and *Elaeis guineensis* (28.57%) represent the two most abundant epiphyte host trees. The indices indicate maximum diversity and non-equitable distribution of species in these forests.

Keywords: Epiphytes, Vascular, Diversity, Koubola and Brazzaville

Introduction

Selon la FAO (2021), la forêt tropicale renferme une grande diversité spécifique et floristique très importante. Elle est répartie en trois grands bassins, dont le Bassin du Congo reste le plus grand après celui de l'Amazonie (FAO, 2011 ; Puig, 2011). Les forêts congolaises ont plus 10 % des forêts mondiales et 12 % des forêts denses humides. Ces forêts font partie de celles du Bassin du Congo dont la déforestation et la dégradation forestières deviennent un problème majeur (De Wasseige et al., 2012 et 2014 ; Mille et Louppe, 2015 ; FAO, 2021). Cette déforestation et dégradation forestières sont assez avancées dans certaines zones dont l'état de la forêt est soumis à diverses activités anthropiques (FAO, 2010). Ces perturbations qui affectent le fonctionnement et les équilibres vitaux des écosystèmes tropicaux montrent que les dizaines de milliers d'espèces végétales sont sous la menace d'une disparition plus ou moins à court terme (Bergozini, 2004). Ainsi, la valorisation de ces écosystèmes à travers une gestion durable devient donc une nécessité pour les forêts congolaises, comme le soulignent Gartlan (1989) et Bergonzini (2004). Cette situation anthropique montre que les forêts urbaines du Congo notamment celles de la ville de Brazzaville sont les plus impactées (Kimpouni et al., 2013 ; Mikoungui et al., 2020). C'est ainsi qu'en moins de 50 ans, le département de Brazzaville a vu la disparition de ces forêts naturelles de la Tsiémé, de la Glacière, de la corniche et du ravin du Tchad et simultanément la régression de la Patte d'Oie de 240 ha à moins de 10 ha (Makany, 1976 ; Kimpouni et al., 2013). De même, les forêts de Koubola dans le département du Pool ont subi des pressions anthropiques suite aux rapprochements de la ville de Brazzaville. Les principales activités destructives de la couverture forestière sont l'agriculture itinérante sur brûlis, l'exploitation forestière artisanale, le maraichage, la coupe de bois de chauffe et la fabrication du charbon de bois (Massanga et Akana, 2016). Cette dégradation du couvert végétal à une incidence directe sur le développement de la biodiversité en général et plus particulièrement des épiphytes, au regard de leurs exigences bioécologiques (Kimpouni et al., 2017).

En dépit de l'intérêt général relevé sur la connaissance des écosystèmes et leur biodiversité, la foresterie urbaine et périurbaine est l'un des secteurs le moins étudié en général et les épiphytes en particulier. Les travaux centrés sur la diversité végétale des Angiospermes et des épiphytes dans la globalité (Kondi et Mabiala, 1999 ; Kiangana et Kalath, 2000 ; Nzala et Miankodila, 2002 ; Niamba, 2007 ; Ndembé, 2008) ont été réalisés, mais aucune étude spécifique aux Ptéridophytes et épiphytes n'est menée au sein de l'écosystème urbain de Brazzaville et de ses environs voire au Congo (Kimpouni et al., 2017). Les épiphytes encore appelés arboricoles sont des

organismes poussant sur les arbres et jouant un rôle très important dans un écosystème forestier en contribuant à la complexification naturelle des écotones. Suite à l'intensité des actions anthropiques et aux contraintes des changements climatiques globaux, la connaissance de leur biodiversité est un impératif qui s'impose à nous (Kimpouni et al., 2013 ; Bocko et al., 2017). Face à l'exploitation abusive du couvert forestier, les épiphytes sont confrontés à la résistance de mauvaise condition et peuvent faire l'objet de plusieurs études. C'est pourquoi cette étude a été menée dans le but de contribuer à la connaissance des écosystèmes forestiers en général et des épiphytes en particulier afin de contribuer à la connaissance de la flore du Congo. Elle a pour objectif général de contribuer à la connaissance des épiphytes vasculaires de la forêt secondaire de Koubola et celle du Parc Zoologique de Brazzaville en particulier. De manière spécifique, il s'agit de : (i) déterminer la diversité de la flore épiphytique ; (ii) évaluer l'abondance des épiphytes et (iii) identifier les arbres supports des épiphytes.

Matériel et méthodes

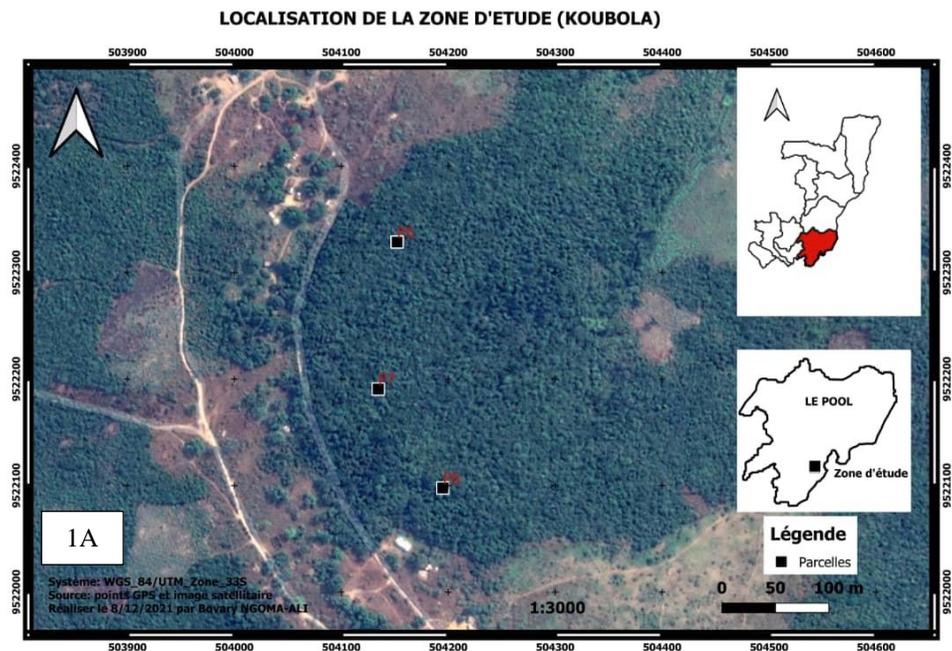
Présentation de la zone d'étude

Cette étude a été réalisée dans deux milieux différents, notamment : dans la forêt secondaire de Koubola (Département du Pool, district de Goma Tsé-Tsé) et dans la forêt du Parc Zoologique de Brazzaville. La forêt du parc Zoologique est située dans la Réserve Forestière de la Patte d'Oie (RFPO), en plein cœur de la ville de Brazzaville (Kimpouni et al., 2013). Celle de Koubola par contre, se trouve dans le Département du Pool, plus précisément dans le district de Goma Tsé-Tsé. Il se trouve à plus de 20 km au Sud-Ouest de la ville de Brazzaville (Sitou et M'bouka, 2017). La ville de Brazzaville et le village Koubola sont soumis à un type de climat bas congolais (Aubreville, 1949 ; Samba Kimbata, 1978). La température moyenne annuelle est d'environ 25°C avec une faible amplitude thermique de 5 à 6°C. On observe une petite saison sèche de janvier et février avec une absence de pluie et des températures élevées. La petite saison des pluies commence en mars et avril ainsi qu'une grande saison sèche de mai en septembre avec une absence de pluie. Les sols de Brazzaville et de Koubola sont faiblement ferrallitiques. Ils comprennent en général trois horizons caractéristiques : un horizon supérieur de quelques centimètres à plusieurs mètres de couleur jaune ; un horizon d'accumulation d'épaisseur très variable (Vennetier, 1966), enfin un horizon inférieur jaune plus foncé que le premier, ce sol passe progressivement à la roche mère par une zone d'altération. Depuis les années 1965-1970, Brazzaville comptait encore de nombreux espaces verts. Parmi lesquelles on note les galeries forestières de Nganga-lingolo, Djoumouna, Djiri et la forêt de l'île Mbamou dans les environs de la ville ainsi que la Réserve Forestière de la Patte d'Oie (Makoumbou et Massamba, 2000). Quant à la végétation de Koubola, elle est

une mosaïque de forêts ombrophiles occupant surtout les fonds de vallées et de savanes. Elles sont tantôt hautes tantôt basses mais en général arbustives avec *Annona senegalensis* (Pers.) ssp. *oulotricha* Le Thomas ex Le Thomas, *Bridelia ferruginea* Benth et *Hymenocardia acida* Tul. comme principales strates ligneuses (Descoings, 1975). Les populations de cette zone ont pour principale activité économique la production de bois énergie (charbon de bois, et bois de feu) qui occasionnerait chaque année, de pertes importantes en terme de superficie de forêt (Massanga et Akana, 2016 ; Sitou et Milandou, 2017).

Dispositif expérimental et collecte des données

Six (06) parcelles de formes rectangulaires de 50 m de long sur 40 m de large, soit une superficie de 2000 m² (0,2 ha) ont été installées dans les deux sites, à raison de 3 parcelles par sites pendant une période allant de mai à juin (Parc zoologique et Koubola). Ce qui fait un total de 12000 m² couvert, soit 1,2 ha (figure 1a et 1b). Sur chacune des parcelles installées, les espèces présentes ont été dénombrées aux différentes hauteurs de leur hôte. Les arbres supports de DBH ≥ 5 cm de ces épiphytes ont été également dénombrés et mesurés à l'aide d'un ruban diamétrique. Le substrat (humus, le rhytidome, le tronc et l'écorce) sur lequel l'épiphyte est fixé a été noté. Pour le cas des espèces se trouvant à plus de 5 mètre de hauteur, les jumelles ont été utilisées.



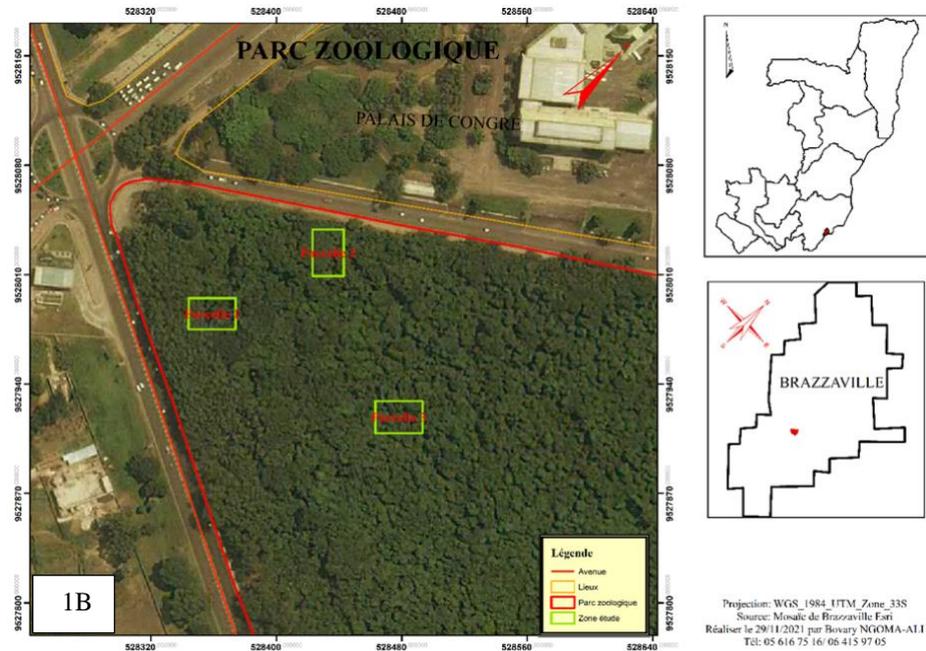


Figure 1. Localisation des parcelles : A) Koubola et B) Parc Zoologique
 Analyse et traitement des données

Les données des différents épiphytes des deux sites ont été analysées et traitées sur le tableur Excel 2010. Les noms scientifiques et locaux des différents épiphytes et des arbres dénombrés ont été déterminés. Les épiphytes recensés ont été classés selon leur type nature (épiphytes stricts, accidentels, parasites et héli-épiphytes). Plusieurs paramètres de calcul ont été utilisés pour atteindre les objectifs fixés, il s’agit :

Richesse spécifique : Il s’agit du nombre total d’espèces de la distribution observés (Ngueguim et al., 2010).

Spectre brut et pondéré : pour déterminer le nombre d’espèces (qualité) et le nombre d’individus (quantité) par famille (Kimpouni et al., 2013 ; Kimpolo et al., 2021).

$$\text{Spectre brut (Sb)} = \frac{\text{nombre des espèces par famille}}{\text{nombre total des espèces}} * 100$$

$$\text{Spectre pondéré (Sp)} = \frac{\text{nombre d'individus par famille}}{\text{nombre total d'individus}} * 100$$

Indice de diversité de Shannon et Equitabilité de Piélou : ces indices ont été utilisés pour exprimer la diversité spécifique d’un peuplement étudié (Fournier et Sasson, 1983 ; Ndzai et al., 2021). L’indice de Shannon varie de

0 (une seule espèce est présente) à $\log_2 S$ (toutes les espèces présentes ont une même abondance). L'indice de Shannon a été calculé suivant la formule :

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log_2 P_i$$

H' : Indice de Shannon ; p_i = abondance proportionnelle de l'espèce, se calcule ainsi: $p_i = \frac{n_i}{N}$; n_i : Fréquence de l'espèce i dans l'échantillon et N : Somme des fréquences de toutes les espèces dans l'échantillon.

L'indice d'Équitabilité de Pielou est déterminé suivant la formule:

$E = \frac{H'}{H_{max}}$ avec H' : Indice de Shannon Weaver et H_{max} : $\ln S$: Diversité spécifique maximale. Plus cet indice tend vers un (1), plus la dispersion des éléments de la biodiversité est équitable, plus il tend vers zéro (0), plus il y a une dominance d'une espèce par rapport aux autres c'est-à-dire une dispersion non équitable (Boudelal, 2014).

Indice de diversité de Simpson : L'indice de Simpson permet de calculer la probabilité de deux individus appartenant à la même espèce. L'indice de Simpson a été calculé suivant la formule :

$D = \frac{1}{\sum [n_i(n_i-1) / N(N-1)]}$ avec D : Indice de diversité de Simpson ; N : Somme des fréquences de toutes les espèces dans l'échantillon et n_i : Fréquence de l'espèce i dans l'échantillon.

Coefficient de similarité de Sorensen : permet de connaître si deux parcelles A et B appartiennent à la même communauté végétale (Ngueguim et al., 2010). La formule suivante a été utilisée.

$KS = \frac{2 \times C}{A+B} \times 100$ avec KS : Coefficient de similitude de Sorensen ; A : Nombre d'espèce de la parcelle a ; B : Nombre d'espèce de la parcelle B et C : Nombre total des espèces communes aux parcelles a et b. Pour une valeur de Sorensen (K_s) supérieure à 50 %, on peut conclure que les deux parcelles comparées appartiennent à une même communauté végétale. Dans le cas contraire, les deux parcelles appartiennent à des communautés végétales différentes.

Résultats

Richesse épiphytique

L'inventaire des épiphytes réalisé a permis de répertorier 24 épiphytes réparties en 11 espèces, 10 genres et 9 familles dans la forêt de Koubola. Et, 77 épiphytes, appartenant à 24 espèces, 20 genres et 17 familles dans la forêt du Parc Zoologique (Tableau 1).

Tableau I. Classement des épiphytes par site

Site	Individus	Espèces	Genres	Familles
Koubola	24	11	10	9
Parc Zoologique	77	24	20	17

Différents types d'épiphytes

Dans les deux forêts, 33 épiphytes stricts, 17 hémi-épiphytes, 36 épiphytes accidentels et 15 parasites ont été inventoriés. La forêt de Koubola présente 12 parasites et 12 épiphytes accidentels et la forêt du Parc Zoologique 33 épiphytes stricts, 17 hémi-épiphytes, 24 épiphytes accidentels et 3 parasites (Tableau 2).

Tableau 2. Différents types des épiphytes recensés

Types de forêts	Epiphytes stricts	Hémi-épiphytes	Epiphytes accidentels	Parasites
Koubola	0	0	12	12
Parc zoologique	33	17	24	3

Cette étude a permis de recenser au total 101 épiphytes réparties en 35 espèces, 30 genres dont 26 familles (Tableau 3). L'espèce *Agelanthus brunneus* est la plus abondante avec 10 individus dans la forêt de Koubola. Par contre, dans la forêt du Parc Zoologique, *Platyserium angolense* est l'espèce la plus abondante (14 individus), suivie de *Ficus vogelii* (11 individus), *Microgamma owariensis* (7 individus), *Platyserium stemaria* et *Davallia chaerophylloïdes* (6 individus chacune) les autres espèces sont faiblement abondantes. Lors de l'inventaire, quatre (4) types de substrats ont été identifiés (Tableau 3). Sept (7) espèces de substrat de l'humus dont 2 sur le tronc, 3 sur la branche et 2 sur le rhytidome ont été notés dans la forêt de Koubola. Par contre, 13 individus sur l'humus ont été identifiés dont 11 sur le tronc, 9 sur les branches et 1 sur le rhytidome dans la forêt du Parc zoologique.

Tableau 3. Richesse épiphytiques des deux sites

Site	Familles	Noms scientifiques	Espèces	Individus	Support de fixation	Types	
Koubola	Apocynaceae	<i>Landolphia jumellei</i> (Pierre ex Jumelle) Pichon	1	1	Rhytidome	Epiphyte accidentel	
	Asparagaceae	<i>Dracaena reflexa</i> Lamk. Var. <i>nitens</i> Welw.ex Back	1	2	Humus	Epiphyte accidentel	
	Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. King & H. Robinson	1	1	Humus	Epiphyte accidentel	
	Commelinaceae	<i>Palisota hirsuta</i> (Thunb.) K. Schum. ex. Engl.	1	1	Humus	Epiphyte accidentel	
	Connaraceae	<i>Cnestis ferruginea</i> Vahl ex DC.	1	1	Branche	Epiphyte accidentel	
	Fabaceae-Mimosoïdeae	<i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild. & T. Durand	1	2	Humus	Epiphyte accidentel	
	Loranthaceae	<i>Agelanthus brunneus</i> (Engl.) Balle & Hallé (Gui)	2	10	2	Branche et Tronc	Parasite
		<i>Agelanthus ogowensis</i> Engl. (Gui)					
	Moraceae	<i>Bosqueiopsis gillettii</i> De Wild. & Th. Dur.	2	1	1	Humus	Epiphyte accidentel
		<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg					
	Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv.	2	2	Humus et Rhytidome	Epiphyte accidentel	
	Acanthaceae	<i>Phaulopsis imbricata</i> (Forssk.) Sweet subsp. Poggei	1	3	Humus	Epiphyte accidentel	
	Araceae	<i>Cercestis mirabilis</i> (R.E. Br.) Bogner	2	1	1	Tronc	Hémi-épiphyte
		<i>Scindapsus aureus</i> (Linden & André) Engl.					
	Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	1	4	Humus	Epiphyte accidentel	
	Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	1	1	Humus	Epiphyte accidentel	
	Combretaceae	<i>Combretum racemosum</i> P. Beauv	1	1	Humus	Epiphyte accidentel	
	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f	2	1	1	Branche	Epiphyte accidentel
		<i>Palisota hirsuta</i> (Thunb.) K. Schum. ex. Engl.					
	Cyatheaceae	<i>Davallia chaerophylloides</i> (Poir.) Steud	1	6	Branche, Humus et Tronc	Epiphyte strict	
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i> L.	1	2	Humus et Tronc	Epiphyte accidentel		
Lamiaceae	<i>Solenostemon monostachyus</i> (P. Beauv.) Briq	1	1	Humus	Epiphyte accidentel		
Loganiaceae	<i>Agelanthus ogowensis</i> Engl. (Gui)	1	3	Branche	Parasite		
Lygodiaceae	<i>Lygodium microphyllum</i> (Cav.) R.Br.	1	1	Branche	Hémi-épiphyte		
Malvaceae-Bombacoïdeae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	1	1	1	Humus	Epiphyte accidentel	
	<i>Ficus religiosa</i> Forssk						
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	3	3	1	Tronc	Hémi-épiphyte	
	<i>Ficus vogelii</i> (Welw.) Benth.						
	<i>Nephrolepis bisserata</i> (Sw.) Schott						
Oleandraceae	<i>Nephrolepis bisserata</i> (Sw.) Schott	1	3	Humus	Epiphyte accidentel		
Passifloraceae	<i>Adenia lobata</i> (Jacq.) Engl.	1	1	Tronc	Epiphyte accidentel		
Polypodiaceae	<i>Microgamma owariensis</i> (Desv.) Alston	3	7	14	Rhytidome et Tronc	Epiphyte strict	
	<i>Platynerium angolense</i> Welw. Ex Hook.						
	<i>Platynerium stemaria</i> (P. Beauv.) Desv.						
Vitaceae	<i>Cissus arlioides</i> (Welw. Ex Ba.) Planch.	2	1	6	Branche et Tronc	Epiphyte strict	
	<i>Cissus petiolata</i> Hook.f.						
Parc zoologique			2	2	Humus et Tronc	Epiphyte accidentel	

Abondance des épiphytes par espèce hôte

La figure 2 présente les espèces hôtes qui hébergent des épiphytes. Dans la forêt de Koubola, 7 espèces hôtes ont été identifiées et 8 dans la forêt du Parc zoologique.

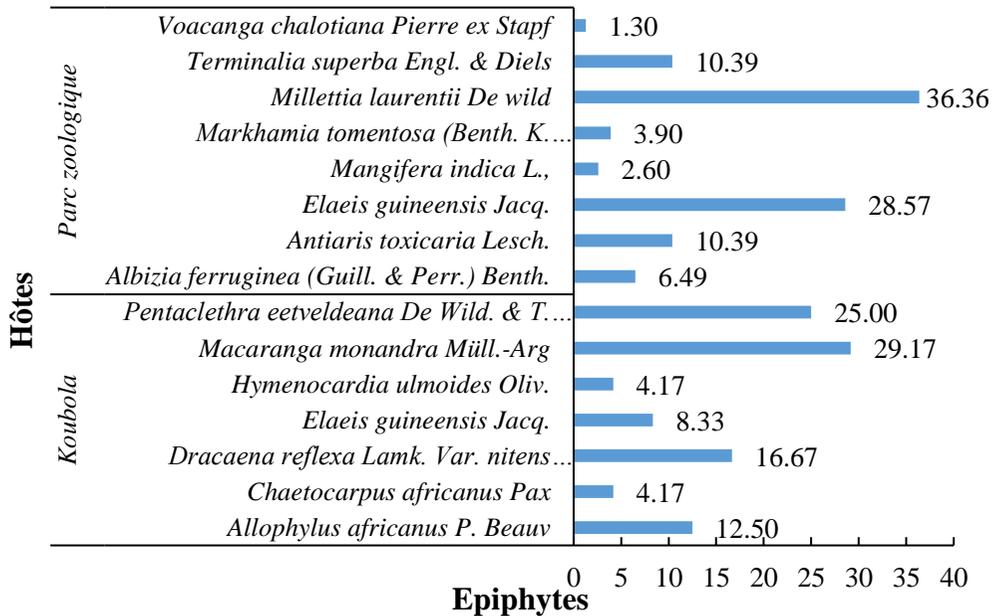


Figure 2. Répartition des épiphytes selon les arbres hôtes

L'analyse de cette figure indique que *Millettia laurentii* (36,36 %) suivi de *Elaeis guineensis* (28,57) sont les espèces qui hébergent plus d'épiphytes dans la forêt du Parc zoologique. Dans la forêt de Koubola, *Macaranga monandra* (29,17 %) suivi de *Pentaclethra eetveldeana* (25 %), *Dracena reflexa* (16,67 %) sont les arbres qui ont plus d'épiphytes.

Abondance des épiphytes par classe de diamètre des arbres hôtes

La figure 3 indique l'abondance des épiphytes par classe de diamètre des arbres hôtes.

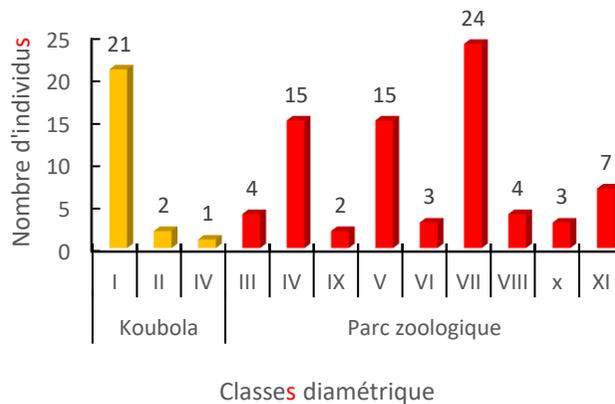


Figure 3. Répartition des arbres par la classe de diamètre

Il ressort de cette figure que, la classe de diamètre VII présente le nombre des épiphytes le plus élevé (24 individus) dans la forêt du parc Zoologique suivie des classes IV et V (16 et 15 individus respectivement). Dans la forêt de Koubola, la classe de diamètre I (21 individus) est la mieux représentée.

Spectre brut et pondéré

Les résultats du spectre brut et pondéré des deux sites varient d'une famille à l'autre (figure 4).

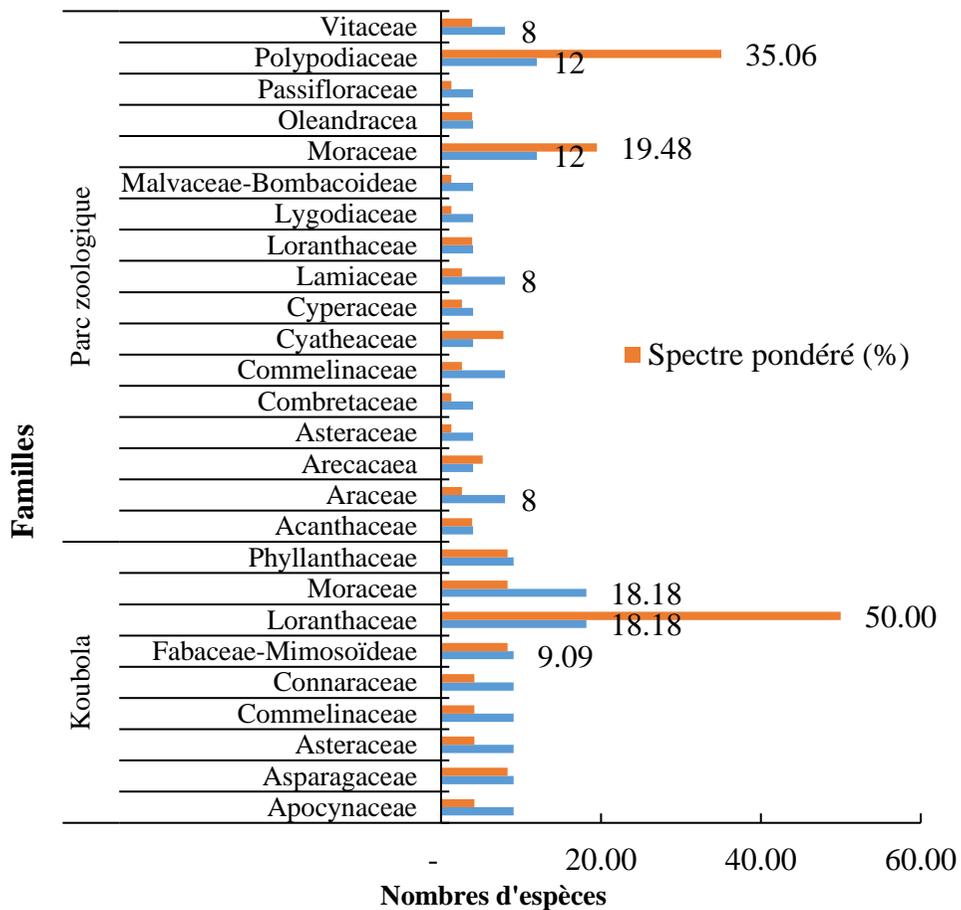


Figure 4. Valeurs du spectre brut et de spectre pondéré

L'analyse de la figure 4 montre que quantitativement (spectre pondéré) dans la forêt Koubola, la famille des Loranthaceae est plus représentée avec 50 %, suivie de Moraceae, Phyllanthaceae, Asparagaceae et Fabaceae-Mimosoideae (8,33 %). Qualitativement (Spectre brut) la famille des Loranthaceae et des Moraceae sont les plus représentées avec 18,18 %. Les autres familles sont faiblement représentées. La famille des Polypodiaceae est plus représentée avec 35,06 % quantitativement dans la forêt du parc Zoologique suivie des Moraceae (19,48 %). Les familles des Polypodiaceae et des Moraceae sont les mieux représentées avec 12 % qualitativement dans la forêt de Koubola.

Analyse de la diversité épiphytique

Les valeurs de l'indice de Shannon et d'Equitabilité sont plus élevées dans la forêt du Parc Zoologique avec respectivement 2,79 et 0,87 (Tableau

4). La forêt de Koubola présente les valeurs les plus faibles (1,99 et 0,83) avec la valeur de l'indice de Simpson la plus élevée (0,18).

Tableau 4. Indice de diversité floristique

Site	Indice de Shannon	Indice d'Equitabilité	Indice de Simpson
Koubola	1,99	0,83	0,18
Parc zoologique	2,79	0,87	0,07

Coefficient de similarité

La comparaison végétale entre la forêt du parc Zoologique et la forêt de Koubola est indiquée dans la figure 5.

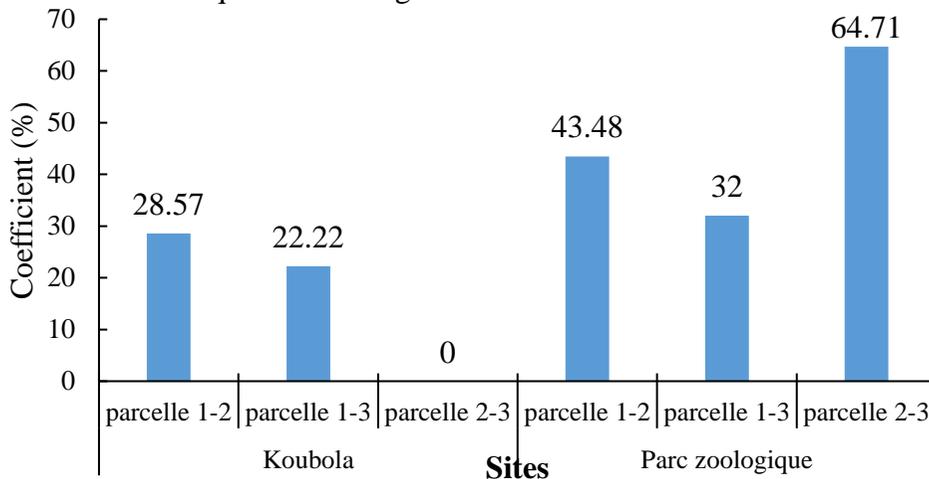


Figure 5. Coefficient de similarité de la forêt de Koubola et de la forêt du Parc

Zoologique

La valeur la plus élevée du coefficient de Sorensen est observée dans les parcelles 2 et 3 de la forêt du Parc Zoologique (64,71 %). Elle est faible entre les parcelles 1 et 2 de la forêt de Koubola.

Discussion

Dans la présente étude, la richesse et la composition épiphytiques sont très importantes dans les deux sites jouant ainsi un rôle écologique pour certaines espèces animales. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Kimpouni et al. (2017) et Gnagbo et al. (2016) respectivement dans la forêt urbaine de Brazzaville et en Côte d'Ivoire. En effet, ces auteurs ont recensé chacune 28 espèces de plante épiphytes. Certains auteurs ont démontrés que, la diversité des épiphytes, parasites et héli-épiphytes dans une zone donnée peut être influencée par le type de saison, du type de substrat et d'un type d'écosystème (Johansson, 1974 ; Gnagbo et al., 2016). Cette richesse épiphytique diffère d'une forêt à l'autre, elle est faible dans la forêt de Koubola, avec comme espèce principale *Agelanthus brunneus*. Par contre,

dans la forêt du Parc Zoologique, la richesse est plus importante avec comme espèces principales *Platyserium angolense*, *Ficus vogelii* et *Microgamma owariensis*. Cette différence est due aux types ainsi qu'à l'âge de ces forêts. La forêt de Koubola présente un aspect de jeune forêt secondaire, tandis que, la forêt du Parc Zoologique présente un aspect de vieille forêt. Selon Kimpouni et al. (2017), on observe beaucoup plus des épiphytes sur les vieux arbres que sur les jeunes. Les espèces *Platyserium angolense*, *Ficus vogelii* et *Microgamma owariensis* s'installent beaucoup plus sur les arbres adultes c'est-à-dire de la vieille forêt car, elles trouvent sur ces arbres plus de facteurs nécessaires à leur développement (accumulation de l'humus). Alors que, le genre *Agelanthus* est présent sur tous les types d'arbres.

L'analyse des spectres montre que, dans la forêt de Koubola, la famille de Loranthaceae est la plus représentée qualitativement et quantitativement. Cette dominance s'expliquerait par la forte présence du genre *Agelanthus* dans cette forêt. En effet, le genre *Agelanthus* s'installe plus facilement sur les arbres de petit et gros diamètre comme c'est le cas de la forêt secondaire de Koubola fortement dégradée présentant ainsi un nombre élevé d'individus appartenant à ce genre. Dans la forêt du Parc Zoologique, les familles des Polypodiaceae et des Moraceae sont les mieux représentées qualitativement et quantitativement. Cette forte dominance est due par la présence des espèces de vieille forêt c'est-à-dire qui s'installent sur les vieux arbres, c'est le cas de : *Platyserium angolense*, *Ficus vogelii*, *Microgamma owariensis*, *Platycerium stemaria* et *Ficus religiosa*.

L'abondance des épiphytes accidentels est due certainement par le vent (dissémination anémochore) soit par les animaux (dissémination zoochore). Les organismes de dissémination sont les fruits et graines entraînés par les animaux (Polunin, 1967), ce qui est le cas de quelques épiphytes accidentels comme *Elaeis guineensis*, *Scindapsus aureus*, *Dracaena reflexa* ou par le vent (*Ceiba pentandra*). Dans la forêt de Koubola, les parasites et les épiphytes accidentels sont les plus abondants. La forte présence de ces espèces caractérise le type de forêt ou d'écosystème. Notons que, les Parasites dans l'ensemble sont des espèces héliophytes. Par contre, les épiphytes stricts et des épiphytes accidentels sont les plus abondants dans la forêt du Parc Zoologique. La dominance de ces espèces indique que cette forêt présente les arbres de gros diamètre remplissant les conditions d'installation des épiphytes. Cette étude démontre que le type d'épiphytes caractérise bien le type de forêt ou d'écosystème.

Pour ce qui est du diamètre des arbres, les épiphytes sont en abondance sur les arbres de gros diamètres. Cette abondance peut s'expliquer par le fait que les arbres de gros diamètres sont un bon support pour les épiphytes. Dans ces arbres de gros diamètres la canopée est dense et la concurrence avec les autres plantes est rude pour les éléments de croissances. Plus le diamètre du

tronc est gros, plus l'étendu est dense (Bocko et al., 2017), ce qui donne les meilleures conditions d'installation des épiphytes (Gehrig-Downie et al., 2011 ; Johansson et al., 2013 ; Gnagbo et al., 2016).

L'analyse des supports de fixation montre que, les épiphytes profitent de la lumière qu'elles ne peuvent pas trouver au sol, mais à l'eau de pluie qui favorise leur croissance. Ils s'échappent également à la compétition des plantes de la strate herbacée et certains prédateurs herbivores (Callaway., 1995 ; Kimpouni et al., 2018). L'effet de lumière sur les végétaux a un impact important dans le développement morphologique, les fonctions physiologiques et reproductrices (Puig, 2001). Elle a une influence sur l'habitat, l'humidité et la température. C'est le cas des épiphytes et ptéridophytes pour des besoins de la lumière (Sonké et al., 2001). Ces substrats comme l'humus et le rhytidome résultent de l'accumulation des matériaux allochtones (débris de végétaux, d'animaux et des matières minérales) apportés par les pluies, vents ou des animaux (Delamare, 1951 ; Trochan, 1980). La présence de ces animaux tels que singes, oiseaux, chauve-souris et des insectes comme les fourmis, les abeilles sur des substrats forment l'humus et les éléments nutritifs de ces plantes épiphytes (Pocs, 1980).

Cette étude indique que *Millettia laurentii* et *Elaeis guineensis* sont des arbres qui hébergent le plus des épiphytes dans la forêt du Parc zoologique. Notons que, dans cette forêt, ces deux espèces sont les plus abondantes et les plus dominantes (Kimpouni et al., 2013). Dans la forêt de Koubola, *Macaranga monandra*, *Pentaclethra eetveldeana* et *Dracena reflexa* sont les arbres qui ont plus des épiphytes. La présence de ces trois espèces marque le caractère d'une forêt secondaire de cette zone.

Enfin, la diversité floristique indique que les valeurs des indices de diversité (Shannon, Equitabilité et Simpson) obtenues par cette étude dans les deux sites indiquent que la diversité est maximale mais inéquitablement répartie. Il y a donc dominance d'une ou plusieurs espèces dans ces zones comme *Platyserium angolense*, *Microgamma owariensis* et *Ficus vogelii* dans la forêt urbaine de Brazzaville notamment cette du Parc zoologique et le genre *Angelanthus* dans la forêt de Koubola. Les résultats obtenus par Kimpouni et al. (2018) montrent que la présence des épiphytes (*Platyserium angolense* et *Microgamma owariensis*) est remarquable au sein de la forêt urbaine de Brazzaville, ce qui corrobore les résultats de cette étude. Les résultats de l'indice de Sorensen ont démontré que, la forêt de Koubola et celle du parc Zoologique de Brazzaville n'appartiennent à une même communauté végétale car ces valeurs sont inférieures à 50 %. Mais la comparaison entre les parcelles 2 et 3 de la forêt du parc Zoologique a montré une affinité floristique (67 %). La déforestation et la dégradation des forêts de la zone de Koubola s'expliquent par la faible appartenance de ces forêts à une même communauté végétale. Ces pratiques non durables affectent la couverture végétale.

Conclusion

L'analyse de la richesse floristique a été réalisée dans la forêt secondaire de Koubola et de la forêt du parc zoologique de Brazzaville dans le but de contribuer à une connaissance de la flore épiphytique. Cette étude a permis d'inventorier 101 épiphytes appartenant à 35 espèces dont 30 genres et 26 familles parmi lesquelles, 12 épiphytes accidentels et 12 parasites dans le site de Koubola. Dans la forêt du parc zoologique, 33 épiphytes stricts, 17 héli-épiphytes, 24 épiphytes accidentels et 3 parasites ont été inventoriés. Cette étude a démontré que les épiphytes sont plus diversifiés dans la forêt du parc zoologique. Les espèces dominantes dans cette forêt sont le *Platyserium angolense* appartenant à la famille des Polypodiaceae (35,06 %), *Ficus vogelii* dans les Moraceae (19,48 %). Par contre, la forêt secondaire de Koubola est dominée par *Agelanthus brunneus* appartenant à la famille des Loranthaceae (50 %) ; ces espèces sont les plus abondantes dans ces sites. Les indices de diversité floristique trouvés indiquent que, la diversité épiphytique est maximale avec la dominance d'un groupe d'espèces dans ces deux types de forêts. Cependant, les valeurs du Coefficient de Similarité de Sorensen indiquent que ces deux types de forêts n'appartiennent pas à une même communauté végétale. Par contre, la similarité entre les parcelles 2 et 3 de la forêt du Parc zoologique est forte c'est-à-dire supérieure à 50 %. Les résultats ont montré également que les épiphytes se retrouvent plus sur les arbres de gros diamètres que sur ceux des petits diamètres. Par contre, la majorité des épiphytes ont été retrouvés sur l'humus que sur le tronc et les branches d'arbres. En définitive, cette étude a permis de démontrer l'abondance des épiphytes ainsi que leur importance dans les forêts congolaises et également de caractériser les types d'écosystèmes.

Conflit d'Interets

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas d'intérêts concurrents.

Contributions des auteurs

Les auteurs SFN et LMMO ont participé à la collecte des données et à l'interprétation des résultats. SFN, LA, PM, FK, GFM, MM, BM, LMM et MSMG ont contribué à la compilation et à la relecture finale de cet article.

Remerciements

Tous les auteurs de cet article, remercient très sincèrement, les membres du Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée pour leur implication dans la rédaction de ce manuscrit.

References:

1. Aubréville A. (1949). *Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale*. Société d'Éditions Géographiques, Maritimes et Coloniales, Paris, France. 351 p.
2. Bergonzini J-C. (2004). *Changements climatiques, désertification, diversité biologique et forêts*, Paris, Silva – RIAT, 159 p.
3. Bocko Y. E., Ifo. A., Jean Joël Loumeto J. J. (2017). *Quantification Des Stocks De Carbone De Trois Pools Clés De Carbone En Afrique Centrale : Cas De La Forêt Marécageuse De La Likouala (Nord Congo)*. European Scientific Journal, February 2017 edition vol.13, No.5 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. doi: 10.19044/esj.2017.v13n5p438
URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n5p438>.
4. Boudelal M. A. B. (2014). *Relations structure des peuplements forestiers, biodiversité au niveau du Parc National de Tlemcen*. Mémoire de Master. Université Abou Bekr Belbkaid, Algérie, 120p.
5. Callaway R. (1995). *Positive interactions in plant communities and the individualistic-continuum concept*. *Oecologia*, 149 p.
6. De Wasseige C., De Marcken P., Bayol N., Hiol Hiol F., Mayaux Ph., Desclée B., Nasi R., Billand A., Defourny P. et Eba'a Atyi R. (2012). *The Forests of the Congo Basin-State of the Forest 2010*, Publications Office of the European Union: Luxembourg, 274 p.
7. De Wasseige C., Flynn J., Louppe D., Hiol Hiol F. and Mayaux Ph. (2014). *The forests of the Congo Bassin: State of the Forest 2013*. Weyrich. Belgium, 328p.
8. Delamare Debutteville C. (1951). *Les dépendances du sol et les sols suspendus. Consi érations sur les facteurs historiques en biocénotique*. *Année Biologique* 27 (4) : 267-279
9. Descoings B. (1975). *Les grandes régions naturelles du Congo*. *Candollea* 30. P: 91-120
10. FAO (2010). *Evaluation des ressources forestières mondiale. Rapport national Congo*. Pp.1-6
11. FAO (2011). *Etat des forêts du monde*. Rome, 2011. 76p
12. FAO (2021). *Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 : Rapport principal*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9825fr>, 170p.
13. Fournier F. et Sasson (1983). *Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique*. Paris : ORSTOM UNESCO, 437p
14. Gartlan S. (1989). *La Conservation des Écosystèmes forestiers du Cameroun*, Gland, IUCN, 186 p.
15. Gehrig-Downie C., Obregón A, Bendix J. and Gradstein S. qawsz R. (2011). *Epiphyte biomass and canopy microclimate in the tropical lowland cloud forest of French Guiana*. *Biotropica*, 43 (5) : 591-596.

16. Gnagbo A., Kouame D., et Adouyao C. Y. (2016). Diversité des épiphytes vasculaires de la strate inférieure des formations végétales du Parc National d'Azagny (Sud de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.28, Issue 1 : 4366-4386
17. Johansson V, Ranius T. and Snäll T: (2013). Epiphyte metapopulation persistence after drastic habitat decline and low tree regeneration: time-lags and effects of conservation actions. *Journal of Applied Ecology*, 50 (2): 414-422.
18. Johansson D. R. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest, *Acta phytogeographica suedica*, 59, pp. 1-141.
19. Kiangana-NGoyi L. et NKalath S. R. (2000). Flores arboricoles et parasites de l'écosystème urbain de Brazzaville : Plantes vasculaires, Mémoire du Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Secondaire (CAPES) Sc. Nat., E.N.S.- U.M.NG., Brazzaville, 51 p.
20. Kimpolo L., Ndzai F.S. et Koubouana F. (2021). Richesse Floristique Et Stockage De Carbone De La Zone Agricole De La Forêt De Kissila Dans Le Mayombe Congolais. *European Scientific Journal, ESJ*, 17 (40), 1. <https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n40p1>
21. Kimpouni V., Lenga-Sacadura M-Y., Mamboueni J. C. et Nsika Mikoko E. (2018a). Phytodiversité Et Pharmacopée Traditionnelle De La Communauté Kaamba De Madingou (Bouenza - Congo). *European Scientific Journal*, January 2018 edition Vol.14, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. Doi: 10.19044/esj.2018.v14n3p191 URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n3p191>
22. Kimpouni V., Lenga-Sacadura M.Y, Mamboueni J. C. et Niamba L. (2018b). Étude de la diversité floristique des ptéridophytes à Brazzaville, Congo. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*. <https://doi.org/10.4000/vertigo.23458>
23. Kimpouni V., Lenga-Sacadura M.Y., Kalath R. S. et Kiangana-Ngoyi L. (2017). Diversité floristique des épiphytes et hémiparasites vasculaires de l'écosystème forestier urbain de Brazzaville, Congo. *Journal of Applied Biosciences* 117 : 11704-11719. ISSN 1997-5902.
24. Kimpouni V., Mbou P., Gakosso G. et Motom M. (2013). Biodiversité floristique du sous-bois et régénération naturelles de la forêt de la Patte d'Oie de Brazzaville. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3), 1255-1270. June 2013.
25. Makany L. (1976). Végétaux des plateaux Téké (Congo). *Collection travaux de l'Université de Brazzaville (Congo)*, 299p.
26. Makoumbou C. et Massamba A. A. (2000). Inventaire floristique et modes de dissémination des espèces dans la forêt du Parc zoologique de Brazzaville (Congo). Mémoire, ENS, UMNG, Brazzaville, Congo, 49 p.

27. Massanga M. et Akana D. (2016). Congo Brazzaville : Le bois-énergie, destructeur de la forêt du Pool. Republic of Congo conservation, forests. 20p.
28. Mikoungui G. M-S, N'zala D. et Ndzai S. F. (2020). Diversité floristique des dépendances vertes périurbaines de Brazzaville (Congo) menacées de dégradation. Int. J. Biol. Chem. Sci. 14(7) : 2567-2582, ISSN 1997-342X, ISSN 1991-8631 (Print)
29. Mille G. et Louppé D. (2015). Mémento du forestier tropical. Livre, édition Quae, RD10, 78026 Versailles Cedex, France. 1198 p.
30. Ndembe F. (2008). Données biologiques et écologiques des Ficus é strangleurs de la flore de Brazzaville, Mémoire du Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Secondaire (CAPES) Sc. Nat., E.N.S.-U.M.NG., Brazzaville, 57 p.
31. Ndzai S. F., Koubouana F., Kimpolo L. et Kimposso E. K. O. (2021). Diversité floristique et estimation du stock de carbone organique des forêts adultes et des forêts secondaires du district de Dongou, Département de la Likouala, République du Congo. Afrique SCIENCE 18(2) (2021) 134 – 148. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
32. Ngueguim J. R., Zapfack L., Youmbi E., Riera B., Onana J., Foahom B. et Makombu J. G. (2010). Diversité floristique sous canopée en plantation forestière de Mangombe-Edea (Cameroun). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 2010 14 (1), 167-176. 10p
33. Niamba L. (2007). Données biologiques et écologiques des Ptéridophytes sauvages de l'écosystème urbain brazzavillois, Mémoire du Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Secondaire (CAPES) Sc. Nat., E.N.S.-U.M.NG., Brazzaville, 35 p.
34. Nkondi A. et Mabilia Tsimba L. B. (1999). Identification, Classification et Dissémination des Fruits des Arbres du Campus de l'École Normale Supérieure et du Rectorat (BrazzavilleCongo), Mémoire du Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Secondaire (CAPES) Sc. Nat., E.N.S.-U.M.NG., Brazzaville, 63p.
35. Nzala D. et Miankodila P. (2002). Arbres et espaces verts à Brazzaville (Congo). Bois et forêts des tropiques, 272, 2, pp. 88-92.
36. Pocs T. (1980). The epiphytic biomass and its effect on the water balance of two rain forest types in Uluguru mountains (Tanzania, East Africa). Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae 26 (1-2): 143-167.
37. Polunin N. (1967). Éléments de géographie botanique. Gauthier-Villars, Paris, France. 532pp.
38. Puig H. (2001). La forêt tropicale humide, Paris, Belin, 448p.

39. Samba-Kimbata M-J. (1978). Le climat Bas congolais. Thèse de doctorat, Université de Dijon, Dijon, 278p.
40. Sitou L et Milandou I. M. (2017). Etude De Surcreusement Des Pistes Rurales Ou Forestières, Sur Le Plateau Des Cataractes : Cas Des Routes Koubola-Kibossi Et Koubola-Bissinza (République du Congo). doi : 10.19044/esj.2017.v13n21p116. URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n21p116>
41. Sonké B., L. Zapfack et Folefack C. (2001). Distribution des épiphytes vasculaires sur les haies vives dans la région de Bafou (Cameroun), *Systematics and Geography of Plants*, 71, 2, pp. 209-234. DOI : 10.2307/3668668.
42. Trochain J. L. (1980). Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique. Toulouse Université Paul Sabatier : 468 pages.
43. Vennetier P. (1966). Géographie du Congo Brazzaville : la couverture végétale et les sols du Congo. Pp. 47-53.
44. Vennetier P. (1966). Géographie du Congo Brazzaville : la couverture végétale et les sols du Congo. Pp. 47-53.