

Diversité et cartographie des ligneux le long des grandes artères de la ville de Brazzaville : cas des arrondissements 1 Makélékélé, 2 Bacongo et 4 Moundali, République du Congo

Saint Fédriche Ndzai, Docteur

Destin Chelvin Vindou Siassia, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Duvaress Alverick Jeansy Kimbembe, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Institut National de Recherche Forestière (IRF),
Cité Scientifique de Brazzaville, République du Congo

Gerleo Lassy Moundaga, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Laboratoire de Production Végétale (LPV), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville Université Marien Ngouabi,
République du Congo

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Guy Foly Mpela, Doctorant

Mat-Sheridan Mikoungui Gomo, Docteur

Ravhy Laurent Ondon, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Chauvelin Douh, Maître de Conférences

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Institut National de Recherche Forestière (IRF),
Cité Scientifique de Brazzaville, République du Congo

Pierre Mbete, Maître de Conférences

Félix Koubouana, Maître de Conférences

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Doi:10.19044/esj.2024.v20n24p209

Submitted: 07 October 2023

Accepted: 23 August 2024

Published: 31 August 2024

Copyright 2024 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

Cite As:

Ndzai, S. F., Siassia, D. C. V., Kimbembe, D. A. J., Moundaga, G. L., Mpela, G. F., Gomo, M.-S. M., Ondon, R. L., Douh, C., Mbete, P., & Koubouana, F. (2024). *Diversité et cartographie des ligneux le long des grandes artères de la ville de Brazzaville : cas des arrondissements 1 Makélékélé, 2 Baongo et 4 Moundali, République du Congo*. European Scientific Journal, ESJ, 20 (24), 209. <https://doi.org/10.19044/esj.2024.v20n24p209>

Résumé

A l'échelon mondial, toutes les forêts jouent un rôle crucial dans la régulation du climat du fait qu'elles sont l'un des principaux réservoirs de carbone de la terre, leur survie évite donc l'aggravation de l'effet de serre. Réalisée dans la ville de Brazzaville, notamment dans trois : Moundali, Baongo et Makélékélé dont l'objectif général était d'améliorer les connaissances des ligneux se trouvant le long des grandes artères. L'étude a porté sur la mesure le géoréférencement de tous les arbres de diamètre supérieur ou égal à 5 cm à 1,30 m du sol se trouvant le long des grandes artères des arrondissements. Au total, 824 arbres dont 39 espèces, 31 genres et 20 familles. Arrondissement Moundali a présenté plus d'arbres (478) que les deux autres. La famille des Fabaceae est la plus représentée qualitativement dans tous les arrondissements (Baongo, Makélékélé et Moundali) avec respectivement 71,26 %, 35,20 et 44,14 %. Les sept (7) espèces les mieux représentées avec une fréquence relative de 100 % sont : *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus* Sp. *Mangifera indica*, *Millettia laurentii* et *Terminalia mantaly*. Les moyennes sur les indices de diversités ont été d'ordre $3,40 \pm 0,22$ pour Shannon et $0,77 \pm 0,004$ pour l'Equitabilité de Piélou. L'analyse du Coefficient de Sorensen a montré une affinité floristique entre les trois arrondissements ($51,37 \pm 3,76$ %). La structure diamétrique a présenté une allure exponentielle décroissante. Le diamètre moyen le plus élevé a été obtenu à Moundali avec $1207,85 \pm 921,64$ cm. Cette étude a permis de comprendre que les grandes artères de Brazzaville présentent une bonne diversité floristique dont la gestion rationnelle s'avère nécessaire. Aussi, ces résultats pourront servir de données de références dans le programme d'aménagement de la ville.

Mots-clés: Diversité, Ligneux, Artère, Arrondissement, Brazzaville

Diversity and mapping of woody vegetation along major arteries in the city of Brazzaville: the case of arrondissements 1 Makélékélé, 2 Bacongo, and 4 MOUNGALI, Republic of Congo

Saint Fédriche Ndzai, Docteur

Destin Chelvin Vindou Siassia, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Duvaress Alverick Jeansy Kimbembe, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo
Institut National de Recherche Forestière (IRF),
Cité Scientifique de Brazzaville, République du Congo

Gerleo Lassy Moundaga, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Laboratoire de Production Végétale (LPV), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville Université Marien Ngouabi,
République du Congo

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Guy Foly Mpela, Doctorant

Mat-Sheridan Mikoungui Gomo, Docteur

Ravhy Laurent Ondon, Ingénieur

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Chauvelin Douh, Maître de Conférences

Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo
Institut National de Recherche Forestière (IRF),
Cité Scientifique de Brazzaville, République du Congo

Pierre Mbete, Maître de Conférences

Félix Koubouana, Maître de Conférences

Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA), Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Brazzaville
Université Marien Ngouabi, République du Congo

Abstract

On a global scale, all forests play a crucial role in climate regulation, as they are one of the earth's main carbon reservoirs, and their survival

therefore prevents the greenhouse effect from worsening. Carried out in the city of Brazzaville, particularly in three areas: Mougali, Bacongo, and Makélékélé, the general aim was to improve knowledge of the woody plants found along the main arteries. The study involved measuring and geo-referencing all trees with a diameter of 5 cm or more at 1.30 m above ground level located along the main arteries of the districts. In all, 824 trees were surveyed, including 39 species, 31 genera, and 20 families. Arrondissement Mougali had more trees (478) than the other two. The Fabaceae family is the most represented qualitatively in all boroughs (Bacongo, Makélékélé, and Mougali), with 71.26%, 35.20 and 44.14% respectively. The seven (7) best-represented species with a relative frequency of 100% are *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus* Sp. *Mangifera indica*, *Millettia laurentii* and *Terminalia mantaly*. The averages for the diversity indices were 3.40 ± 0.22 for Shannon and 0.77 ± 0.004 for Piélou Equitability. Analysis of Sorensen's Coefficient showed a floristic affinity between the three districts ($51.37 \pm 3.76\%$). The diametric structure showed a decreasing exponential trend. The highest mean diameter was obtained in Mougali at 1207.85 ± 921.64 cm. This study has shown that Brazzaville's main arteries have a good diversity of flora, which needs to be managed rationally. These results can be used as reference data for the city's development program.

Keywords: Diversity, Ligneux, Artery, Borough, Brazzaville

Introduction

Les forêts tropicales jouent un rôle important dans le monde en offrant de nombreux services écosystémiques (Mille et Louppe, 2015 ; FAO, 2020). Elles contiennent d'importantes quantités de stocks de carbone et regorgent une très grande biodiversité (Lewis et *al.*, 2009 ; Ifo et *al.*, 2016). La gestion rationnelle de l'écosystèmes forestiers est l'un des multiples problèmes auxquels se heurtent beaucoup de pays africains en général et le Congo en particulier. Les forêts de la République du Congo présente une superficie forestière d'environ 23,5 millions d'hectares, soit 69 % du territoire national (NERF, 2016). En dehors de ses grands massifs forestiers, s'ajoutent les forêts urbaines et périurbaines de Brazzaville qui subissent de nos jours une dégradation et une exploitation très accentuées résultants des activités anthropiques (Kimpouni et *al.*, 2013 ; Mikoungui et *al.*, 2020 ; Ndzai et *al.*, 2022).

Les forêts urbaines de Brazzaville disposent d'un grand potentiel forestier faisant partie du deuxième poumon écologique mondial déclinant une biodiversité dont la conservation et la gestion durable constituent actuellement les enjeux de toute politique forestière conséquente (Miabangana et *al.*, 2020). La végétation forestière naturelle de Brazzaville, comptait jusqu'aux années

1970 cinq massifs dont quatre (la Tsiémé, la Glaciaire, la Corniche et le Tchad) ont disparu sans que leur biodiversité ne soit connue (Makany, 1976 ; Nzingoula, 2016). Cette disparition a conduit à l'augmentation de la température dans le milieu urbain par les fortes chaleurs et les inondations (N'Zala et Miankodila, 2002). La forêt reste le seul moyen de lutte contre l'augmentation de la température (Lewis et *al.*, 2009 ; Ifo et *al.*, 2016). D'où la nécessité de réaliser plus d'études floristiques dans les forêts urbaines de la ville de Brazzaville où l'on trouve des ligneux afin de favoriser leur gestion durable et rationnelle de ces ressources forestières. Les arbres de Brazzaville occupent des formes d'utilisation : alignement, cour ou jardin, clôture et plantation intra-urbaine (N'Zala et Miankodila, 2002 ; Mikoungui et *al.*, 2020 ; Ndzai et *al.*, 2022). Les espaces urbains comportant des ligneux atténuent l'effet des chaleurs suffocantes, améliorent le microclimat, protègent du vent, du bruit et de la poussière. Ils constituent des lieux de récréation et d'ornement nécessaires au bien-être humain.

La foresterie urbaine joue un rôle très important dans la ville de Brazzaville, cependant, elle reste méconnue. Il convient désormais d'assurer leur aménagement afin d'améliorer le cadre de vie des populations de Brazzaville (N'Zala et Miankodila, 2002). A notre connaissance, peu d'étude sur la diversité et la cartographie des ligneux le long des artères de la ville de Brazzaville n'a été entreprise alors que la disparition des espèces ligneuses le long des avenues s'accroît. C'est dans ce contexte que la présente étude a été réalisée le long des grandes artères de la ville de Brazzaville dans le but de promouvoir une gestion durable de la foresterie urbaine. La gestion rationnelle des ressources forestières ne saurait être effective sans une bonne connaissance de la structure et de la composition spécifique d'un écosystème (Kambalé et *al.*, 2016). L'objectif général de cette étude est de contribuer à la connaissance des ligneux se trouvant le long des grandes artères principales de Brazzaville dans les trois arrondissements : Makélékelé 1, Bacongo 2 et Moundali 4. Spécifiquement, elle vise à : (1) déterminer la diversité floristique dans ces artères ; (2) déterminer la structure diamétrique de ces arbres ; et (3) cartographier les espèces ligneuses le long de ces artères.

Materiel et Methodes

Présentation du milieu d'étude

La ville de Brazzaville, capitale politique de la République du Congo s'étend entre 04° 6' et 4°23' de la latitude Est et 15°5' ; 15°25' de la longitude Sud. Elle domine le fleuve Congo par la corniche profondément entaillée par les ravins (Venetier, 1977). La ville est limitée au Nord par le district d'Ignié, au Sud-Ouest par le district de Goma Tsé-Tsé à l'Est par RDC et au Nord-Ouest par le district de Mayama. Elle compte neuf (9) arrondissements (figure 1).

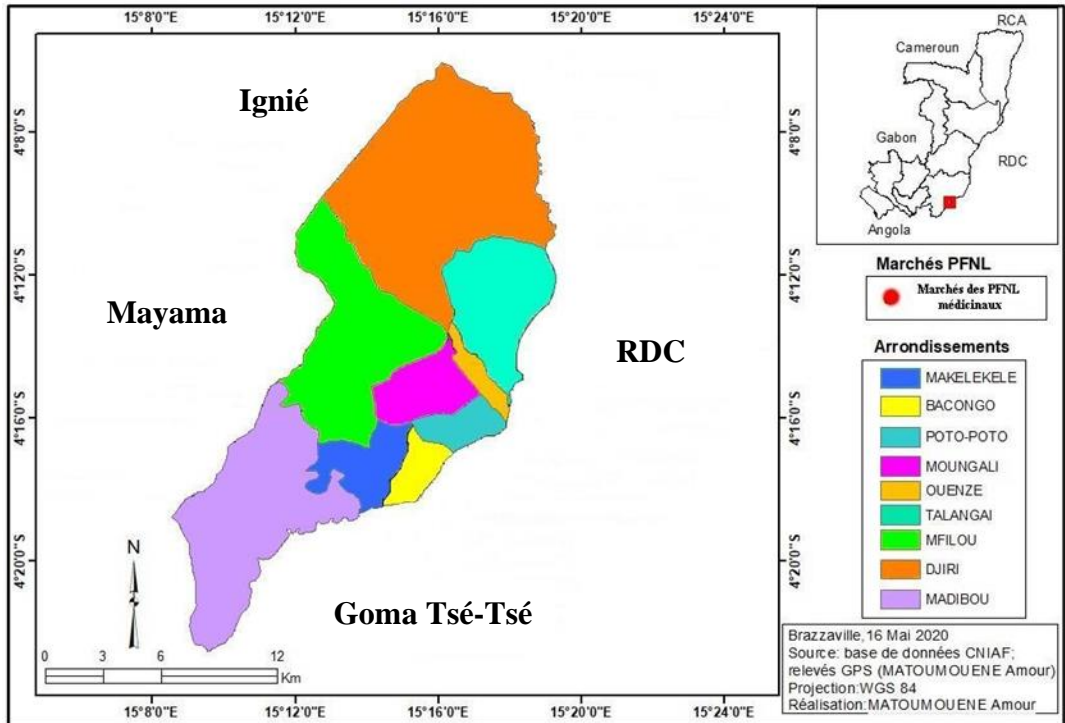


Figure 1 : Situation géographique et administrative de la ville de Brazzaville

Brazzaville est soumise à un climat de type 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 pluies mais de température élevée. La petite saison de pluies s'étale de mars à avril accompagné d'une grande saison sèche de mai à septembre avec absence de pluie. Par contre, la grande saison des pluies commence d'octobre à mai soit 3 mois.

Le relief de Brazzaville est relativement plat avec néanmoins un secteur de collines (319 mètres) dominant la vallée du fleuve Congo, sur les rebords des plateaux Batéké et, fusionnant à l'ouest avec des plateaux des cataractes (Venetier, 1977). Brazzaville est arrosée par deux principaux cours d'eau, la Djiri au nord et le Djoué au sud (Venetier, 1977). On note au centre la rivière Tsiémé et l'Ouest un affluent de la rivière Djoué qui est la M'filou. Les sols de Brazzaville sont faiblement ferrallitiques (Venetier, 1966). Depuis les années 1965-1970, Brazzaville comptait encore de nombreux espaces verts. Parmi lesquelles nous avons : les galeries forestières de Nganga-lingolo, Djoumouna, Djiri et la forêt de l'île Mbamou dans les environs de la ville. La ville était constituée du patrimoine ligneux : les Réserves Forestières de la

Patte d'Oie et Tsiémé, les jardins publics du square de Gaulle et de la Basilique Sainte Anne (Makoumbou et Massamba, 2000).

Méthodes

Collecte des données

Le choix des arrondissements a été fait en termes de la densité des arbres se trouvant le long des grandes artères dans une partie de Brazzaville. Pour ce faire, une prospection de terrain a été effectuée au préalable pendant 3 mois pour choisir les artères les mieux densifiées en espèces ligneuses de grandes tailles. A la fin de la prospection, 3 arrondissements ont été retenus avec 14 artères à savoir : arrondissement 1 Makélékélé (5 artères), arrondissement 2 Baongo (3 artères) et arrondissement 4 Moungali (6 artères). Les mesures ont été effectuées sur tous les arbres de diamètre ≥ 5 cm de part et d'autre des artères. Le diamètre a été mesuré à 1,30 cm du sol à l'aide d'un compas forestier. Pour les arbres présentant les fourches, contreforts et les malformations, les mesures ont été reportées au-dessus de 1,30 cm en ajoutant 30 cm à la limite initiale. Tous les arbres identifiés ont été géoréférencés à l'aide d'un GPS de marque Garmin 64 pour les cartographier.

Traitement et analyse floristique

Les données recueillies sur le terrain ont été saisies dans le tableur Microsoft Excel 2016 pour la création de la base de données.

Richesse spécifique : d'après Pascal (2003), elle désigne le nombre d'espèces recensées par unité de surface.

Elle renseigne sur le nombre des individus identifiés par espèce, genre et famille recensé dans chaque placette.

Spectre écologique : Deux spectres (Spectre brut et pondéré) de nature floristique différente ont été calculés pour évaluer qualitativement et quantitativement les données collectées (Ndzai et al., 2022).

- Spectre brut (Sb) : il permet d'évaluer qualitativement la flore ligneuse, il a pour formule suivante (équation 1) :

$$Sb (\%) = \frac{\text{Nombre d'espèces par famille}}{\text{Nombre total d'espèces des familles}} \times 100 \quad (\text{Eq 1})$$

- Spectre pondéré (Sp) : il sert à évaluer quantitativement la flore ligneuse, à partir de la formule suivante (équation 2) :

$$Sp (\%) = \frac{\text{Nombre individus par famille}}{\text{Nombre total d'individus des familles}} \times 100 \quad (\text{Eq 2})$$

Densité relative (Dr) : elle consiste à apprécier la dominance des espèces et des familles de la composition floristique ligneuse. Elle a été déterminée par l'équation utilisée par Ndzaï (2020).

$$Dr(\%) = \frac{\text{Nombre d'individu d'une famille ou d'une espèce}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100 \quad (\text{Eq 3})$$

Dominance relative d'une espèce : elle permet de mettre en évidence les espèces ou les familles qui occupent plus de place dans l'échantillon considéré à l'intérieur d'une formation forestière étudiée (Ndzaï, 2020).

$$\text{Dominance relative} = \frac{\text{Surface terrière d'une espèce ou famille}}{\text{Surface terrière totale d'une espèce ou famille}} \times 100 \quad (\text{Eq 4})$$

Fréquence relative (Fr) : elle permet d'apprécier l'hétérogénéité de la composition des espèces d'une zone donnée. Elle a été déterminée par la formule ci-dessous.

$$Fr. = \frac{\text{nombre de relevés où l'espèce est présente}}{\text{nombre total de relevés}} \times 100 \quad (\text{Eq 5})$$

Coefficient de similarité : le coefficient de similarité de Sorensen a permis de savoir si deux artères A et B comparées sur le plan floristique appartiennent à la même communauté végétale (Ngueguim et al., 2010). Pour une valeur de Sorensen (K) 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.

$$\text{Sorensen (K \%)} = \frac{2C}{A+B} \times 100 \quad (\text{Eq 6})$$

Avec : A = nombre d'espèces de la parcelle a ; B = nombre d'espèces de la parcelle b et C = nombre total des espèces communes aux parcelles a et b.

Distribution par classes de diamètres des groupements

Les arbres inventoriés dans chaque arrondissement ont été groupés par classe de diamètres pour réaliser des structures de populations. Ces classes ont été réparties comme suit : [5-9,9 cm = classe 0], [10-19,9 cm = classe I], [20-29,9 cm = classe II], [30-39,9 cm classe III], [40-49,9 cm = classe IV] et ∞ [.

Cartographie des arbres

Le logiciel QGIS version 3.26.1 a été utilisé pour la localisation des arbres le long des artères de ces arrondissements.

Analyse statistique des données

L'Analyse de variance (ANOVA) a été effectuée pour comparer les moyennes des indices calculées dans les différentes artères étudiées. L'ANOVA compare les moyennes deux à deux des différents groupes. Cette analyse a pour but d'établir différences significatives ou non entre les groupes. Le niveau de significativité choisi pour ces analyses est de 5 % (P-Valeur = 0,05).

Résultats et Discussion

Résultats

Composition et richesse floristique

A l'issue de l'inventaire réalisé dans les différents arrondissements que sont Mougali, Bacongo et Makélékélé, 824 arbres ligneux ont été recensés. Les 824 arbres ligneux inventoriés appartiennent à 39 espèces, 31 genres repartis au sein de 20 familles. Mougali est l'arrondissement qui domine majoritairement avec 478 arbres soit 58,00 % suivi de Makélékélé, 179 (21,72 %) arbres et enfin Bacongo est l'arrondissement qui présente le moins d'arbres avec 167 arbres (20,27 %) (Tableau I). Pour la composition et la richesse floristique par arrondissement, Makélékélé est prépondérant sur les autres arrondissements avec 24 espèces, 22 genres et 17 familles (Tableau I).

Tableau I : Composition et richesse floristique de trois arrondissements

Arrondissement	Effectif	% effectif	Espèce	Genre	Famille
Bacongo	167	20,27	17	14	9
Makélékélé	179	21,72	24	22	17
Mougali	478	58,00	23	20	14
Total	824	100	39	31	20

La figure 2 présente les résultats des spectres brut et pondéré des différences familles inventoriées. Elle indique que le nombre d'espèces et d'individus par famille varient d'une famille à une autre.

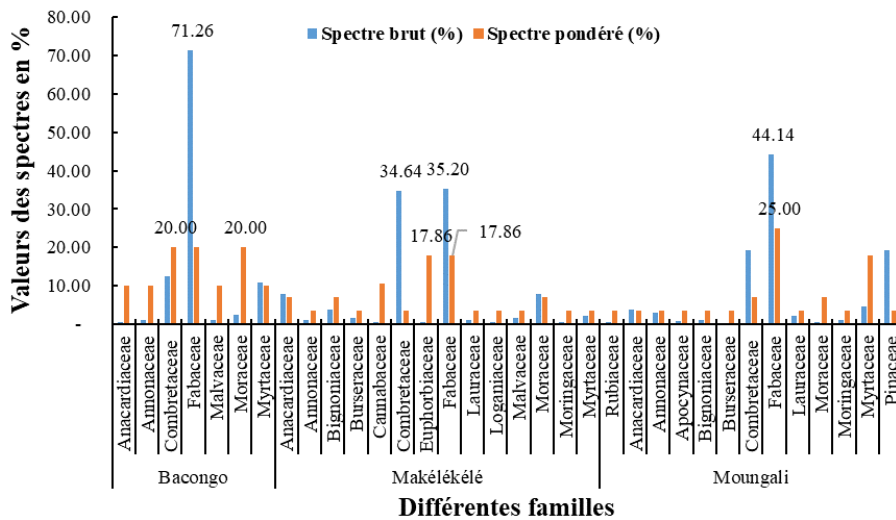


Figure 2 : Spectres brut et pondéré en fonction des familles

Il ressort de cette figure que, quantitativement (spectre pondéré), les familles des Combretaceae, Moraceae et des Fabaceae avec 20,0 % chacun sont les plus représentées. A Makélékélé, celle des Euphorbiaceae et des Combretaceae avec 17,86 % chacune sont les plus représentées. A Mougali, ce sont les Fabaceae qui sont les plus représentées avec 25,00 %.

Par contre, qualitativement (spectre brut), les Fabaceae sont les plus représentées dans tous les arrondissements (Baongo, Makélékélé et Mougali) avec respectivement 71,26 %, 35,20 et 44,14%.

Le tableau II indique que sept (7) espèces sont mieux représentées avec une fréquence relative de 100 %, il s'agit de : *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus Sp.* *Mangifera indica*, *Mellettia laurentii* et *Terminalia mantaly*. Il montre également que, *Terminalia mantaly* (17,79 %), *Mellettia laurentii* (11,53 %) et *Albizia lebeck* (10,32 %) sont les espèces les plus abondantes. Les autres espèces sont faiblement représentées et moins abondantes.

Tableau II : Fréquence et densité relative par espèce

Espèce	Fréquence relative	Densité relative
<i>Acacia mangum</i> Wild.	66,67	8,74
<i>Albizia ferruginea</i> (Guille & Perr.) Benth.	66,67	0,12
<i>Albizia lebeck</i> Benjamin Lisan	66,67	10,32
<i>Bauhinia purpurea</i> L. J Rojas-Sandov	100,00	6,67
<i>Cananga odorata</i> Hook.f.& Thomon	100,00	2,18
<i>Senna siamea</i> (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	66,67	1,21
<i>Delonix regia</i> (Ojer ex Hook.) Raf	100,00	1,94
<i>Eucalyptus Sp.</i>	100,00	2,79
<i>Mangifera indica</i> L.	100,00	3,76

<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.)K.	66,67	0,24
<i>Milletia laurentii</i> De Wild.	100,00	11,53
<i>Moringa oleifera</i> Martin L	66,67	0,73
<i>Newbouldia laevis</i> (P.Beauv.)Seem.exBureau	66,67	1,21
<i>Peltophorum pterocarpum</i> Dieng Biran	66,67	6,07
<i>Persea americana</i> M Yasir	66,67	1,58
<i>Terminalia mantaly</i> H. Perrier	100,00	17,96
<i>Terminalia superba</i> Engl.& Diels.	66,67	1,58

Abondance des espèces

Il ressort du tableau III que, *Acacia manguium* (28,98 %) suivi de *Mellitia laurentii* (26,81 %) et *Terminalia superba* (15,69 %) sont les espèces les plus dominantes à Bacongo. En ce qui concerne, la densité relative, *Acacia manguium*, *Milletia laurentii* et *Eucalyptus* Sp. avec respectivement 29,34 % ; 22,16 % et 10,78 % sont les espèces qui présentent plus des individus. A Makélékélé, *Terminalia mantaly* (36,01 %), *Milletia laurentii* (24,00 %) et *Mangifera indica* (8,97 %) sont les espèces qui occupent plus de l'espace. Dans Mougali, *Terminalia mantaly* (25,26 %), *Peltophorum pterocarpum* (17,30 %) et *Milletia laurentii* (8,76 %) sont les espèces qui occupent plus de l'espace. Parc contre, en termes d'abondance, les espèces les plus abondantes sont : *Pinus caribaea*, *Terminalia mantaly* et *Albizia lebbeck*.

Tableau III : Abondance des espèces

Arrondissements	Espèces	Dominance relative (%)	Espèces	Densité relative (%)
Bacongo	<i>Acacia manguium</i>	28,98	<i>Acacia manguium</i>	29,34
	<i>Milletia laurentii</i>	26,81	<i>Milletia laurentii</i>	22,16
	<i>Terminalia superba</i>	15,69	<i>Eucalyptus</i> Sp.	10,78
Makélékélé	<i>Terminalia mantaly</i>	36,01	<i>Terminalia mantaly</i>	27,37
	<i>Milletia laurentii</i>	24,00	<i>Bauhinia purpurea</i>	12,85
	<i>Mangifera indica</i>	8,97	<i>Milletia laurentii</i>	12,85
Mougali	<i>Terminalia mantaly</i>	25,26	<i>Pinus caribaea</i>	20,29
	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	17,30	<i>Terminalia mantaly</i>	18,83
	<i>Milletia laurentii</i>	8,76	<i>Albizia lebbeck</i>	15,06

Similarité de Sorensen

L'analyse du tableau V montre que, Mougali et Makélékélé présentent la meilleure similarité avec 55,32 %, suivi de Baongo et Mougali avec 50,00 % puis vient en dernière position Baongo et Makélékélé avec une similarité de 48,78 % avec une moyenne générale de $1,37 \pm 3,76$ %.

Tableau V : Indice de Sorensen

Arrondissements	Espèces	Dominance relative (%)	Espèces	Densité relative (%)
Baongo	<i>Acacia mangui</i>	28,98	<i>Acacia mangui</i>	29,34
	<i>Milletia laurentii</i>	26,81	<i>Milletia laurentii</i>	22,16
	<i>Terminalia superba</i>	15,69	<i>Eucalyptus Sp.</i>	10,78
Makélékélé	<i>Terminalia mantaly</i>	36,01	<i>Terminalia mantaly</i>	27,37
	<i>Milletia laurentii</i>	24,00	<i>Bauhinia purpurea</i>	12,85
	<i>Mangifera indica</i>	8,97	<i>Milletia laurentii</i>	12,85
Mougali	<i>Terminalia mantaly</i>	25,26	<i>Pinus caribaea</i>	20,29
	<i>Peltophorum pterocarpum</i>	17,30	<i>Terminalia mantaly</i>	18,83
			<i>Albizia lebbek</i>	15,06
	<i>Milletia laurentii</i>	8,76		

Structure diamétrique général

Les arbres le long des artères principales de ces trois arrondissements présentent un total de 13 classes de diamètre avec une allure décroissante (figure 3).

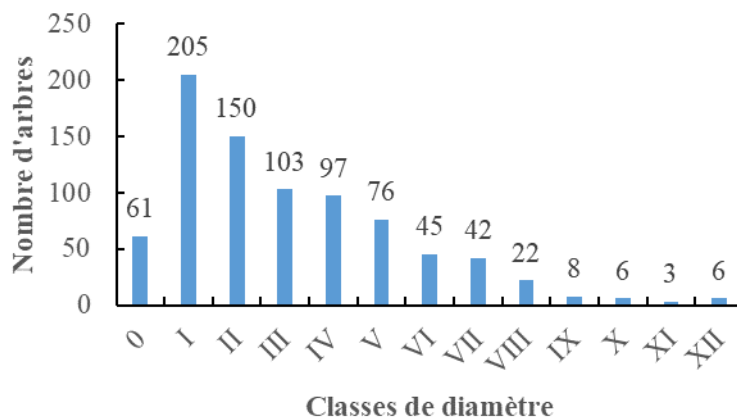


Figure 3 : Structure diamétrique de la population végétale étudiée

Il ressort de cette figure que, la classe de diamètre I présente le grand nombre d'arbre (205 arbres), suivie de la classe II (150 arbres) puis la classe III (103 arbres). Les autres classes sont faiblement représentées.

Structure diamétrique par arrondissement

La planche 1 montre les structures diamétriques de trois arrondissements dont les nombres d'arbres varient d'une classe à une autre.

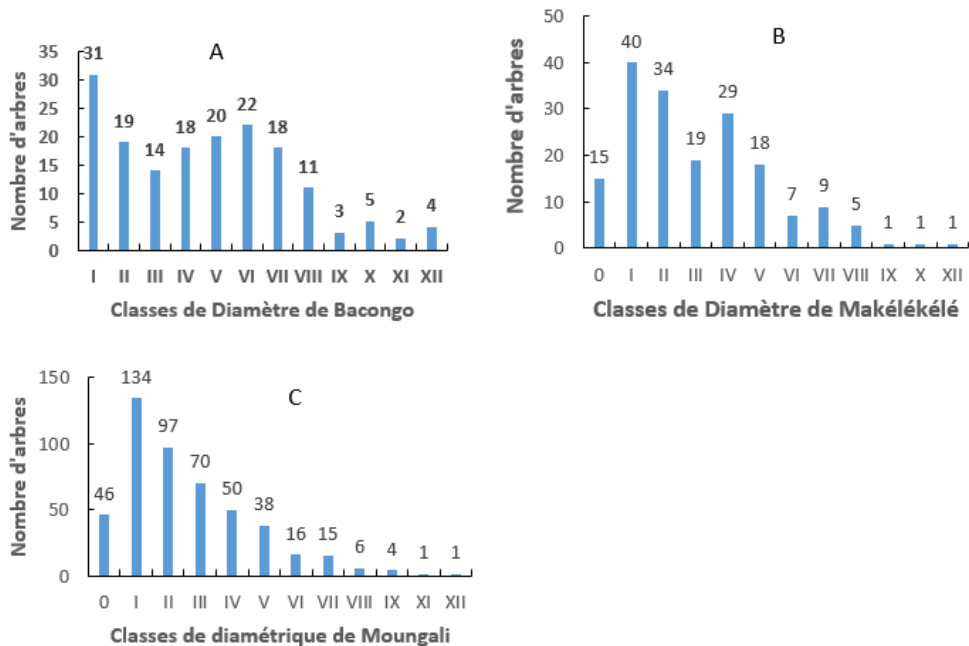


Planche 1 : Structure diamétrique de populations végétales des arrondissements

Dans l'ensemble, la classe I présente le nombre d'arbre le plus important dans ces trois arrondissements. L'Arrondissement 2 Bacongo (planche 1-A), la classe I présente nombre d'arbres le plus important des arbres avec 31 arbres, suivie de la classe VI (22 arbres) et de la classe V (20 arbres). Les autres classes sont faiblement représentées nombre. A Makélékélé (planche 4-B), la classe I a plus d'arbres, soit 40 suivie de la classe II (34 arbres), la classe IV (29 arbres). Les autres classes de diamètre sont faiblement représentées. A Mougali (planche 4-C), la classe I présente un nombre important d'arbre soit 134 arbres suivie de la classe II (97 arbres) puis la classe III avec 70 arbres et la classe IV avec 50 arbres.

Diamètre moyen

L'analyse du tableau VIII présente le diamètre moyen par arrondissement avec une différence significative (P-Valeur = 0,029). Ce tableau montre qu'à Mougali, le diamètres moyen est de 1207,85±921,64 cm,

suivi de Baongo (703,42±407,46 cm). Par contre, Makélékélé présente le diamètre le plus faible avec 521,17±378,20 cm.

Tableau VIII : Diamètre moyen par arrondissement

Arrondissements	Moyenne (cm)
Baongo	703,42±407,46
Makélékélé	521,17±378,20
Mougali	1207,85±921,64

Localisation des arbres dans les trois arrondissements parcourus

La figure 4 présente la localisation des arbres inventoriés le long des artères principales de Brazzaville.

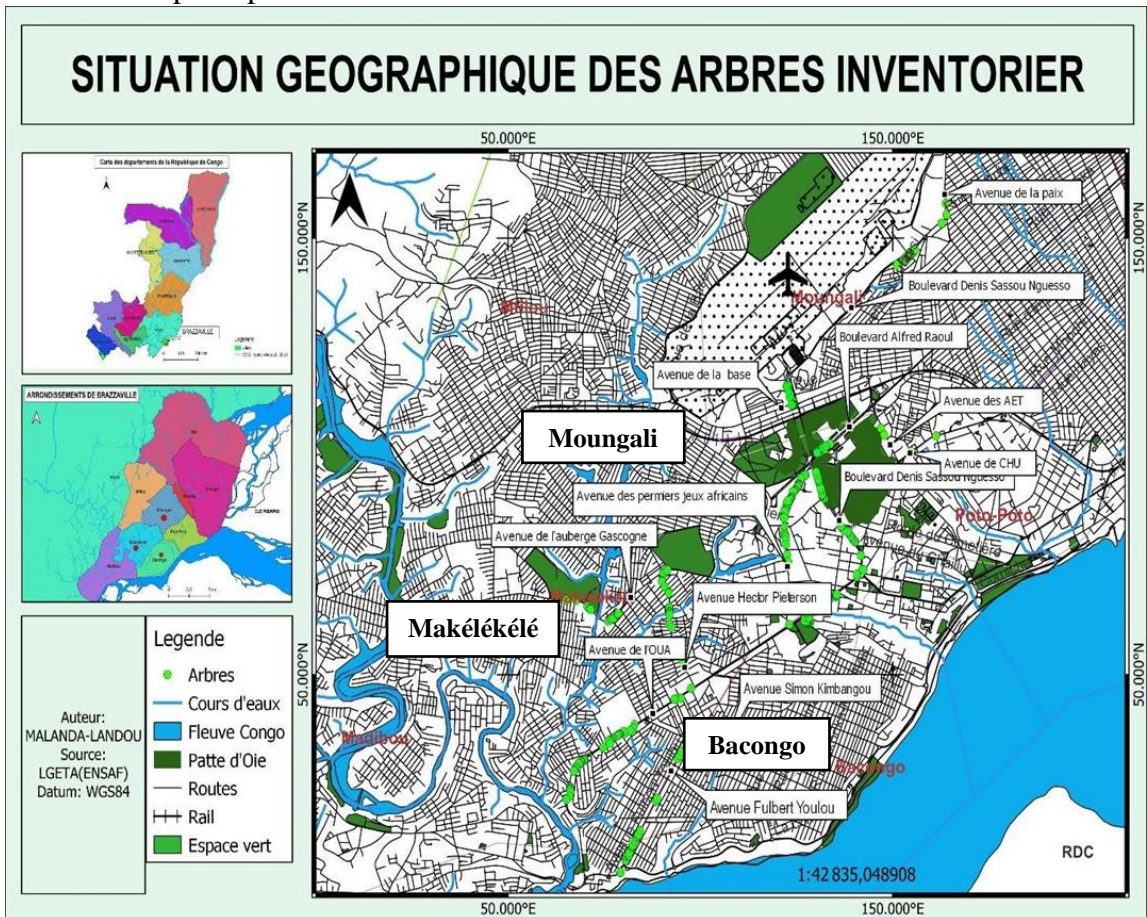


Figure 5 : Localisation des arbres

Il ressort de cette figure que, les arbres le long des avenues de Brazzaville sont bien alignés et on observe des espaces vides sur cette carte. La concentration des arbres est plus marquée à Mougali avec les zones forestières. A Baongo, la densité est faible par rapport à Makélékélé.

Discussion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude montrent une richesse importante tant sur le plan floristique que structurale sur les grandes artères. En comparant avec d'autres études réalisées dans la Réserve Forestière de la Patte d'Oie de Brazzaville ainsi que dans la cartographie des forêts de la ville de Brazzaville (Makoumbou et Massamba, 2000 ; Kimpouni et *al.*, 2013 ; Zingoula, 2016). Il ressort que, Brazzaville était dans une zone fortement forestière détruite par l'urbanisation. La composition floristique de la ville de Brazzaville varie d'un arrondissement à un autre. Mougali présente plus d'arbres soit 478 que les autres arrondissements. Cette situation est due certainement au nombre d'avenues parcourues dans l'arrondissement de Mougali qui est supérieur à ceux des autres arrondissements. De même, ces avenues sont mieux garnies par les arbres en prenant l'exemple du Boulevard Alfred Raoul.

La faible composition floristique des deux autres arrondissements pourrait s'expliquer par l'urbanisation et l'occupation anarchique du domaine public par les installations commerciales. De plus, ce résultat serait aussi dû aux dimensions et à la structuration de ces artères, car comparativement au boulevard Alfred Raoul, les autres artères présentes de faibles dimensions et des formes différentes.

Cette étude indique que, quantitativement (spectre pondéré), les familles Combretaceae et qualitativement (spectre brut), celle des Fabaceae sont les plus représentées. La dominance de ces familles est due certainement à un nombre important des individus du genre *Terminalia*, *Delonix* et *Albizia*. De même, la forte dominance des Fabaceae peut s'expliquer par le regroupement de toutes les Légumineuses en une seule famille par le système APG. Ces espèces végétales sont les plus abondantes sur les avenues de Brazzaville, car elles jouent un rôle d'ombrage et d'ornement. Les résultats de cette étude confirment ceux obtenus par N'Zala et Miankodila (2002). Les résultats de l'abondance indiquent bien la forte représentation de ces familles dans ces arrondissements.

L'analyse des résultats sur fréquence relative révèle que 7 espèces : *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus* Sp. *Mangifera indica*, *Milletia laurentii* et *Terminalia mantaly*, atteignent un pourcentage de 100 %. La forte fréquence de ces espèces est due certainement par leur capacité d'adaptation au sol et au climat de la ville de Brazzaville ainsi que la forme ornementale. Cependant, celles dont le pourcentage est de 66,67 % et de 33,33 % signifient qu'elles n'ont été retrouvées que dans deux ou dans l'une de ces trois arrondissements. Par contre, *Terminalia mantaly*, *Mellitia laurentii* et *Albizia lebeck* sont les espèces les plus abondantes de ces arrondissements. L'abondance de ces espèces est confirmée par leur

croissance très rapide ainsi qu'à la capacité d'adaptation (Kimpouni et *al.*, 2013) ; N'Zala et Miankodila, 2002).

Les résultats de la dominance relative montrent qu'à Baongo *Acacia manguim*, *Millettia laurentii* et *Terminalia superba* sont les espèces les plus gros en diamètre. A Makélékélé, *Terminalia mantaly*, *Millettia laurentii* et *Mangifera indica* sont les espèces à plus gros diamètre. Alors qu'à Moungali, *Terminalia mantaly*, *Peltophorum pterocarpum* et *Millettia laurentii* sont les espèces à gros diamètre. Ces espèces témoignent l'ancienneté de ces arrondissements.

La similarité des relevés est affirmée quand la valeur de l'indice de Sorensen est supérieure à 50 %. Dans le cas contraire, les relevés appartiennent à des communautés végétales différentes (Ngueguim et *al.*, 2010). Les résultats de l'étude révèlent que, la valeur moyenne du coefficient de Sorensen est de $51,37 \pm 3,76$ %. Cela montre une affinité floristique entre ces arrondissements. Ces trois arrondissements appartiennent donc à une même communauté végétale. Il serait donc possible que les 3 arrondissements aient été aménagés dans le cadre d'un même projet. Ce résultat confirme celui de la fréquence relative de cette même étude selon lequel plus de sept (7) espèces partagent les mêmes arrondissements.

Les structures des populations de la présente étude affichent une tendance en forme exponentielle décroissante. Par conséquent, elles traduisent une régression du nombre de tiges lorsqu'on passe des classes de petits diamètres aux classes de diamètres supérieurs. Ce résultat montre la volonté du gouvernement et des populations de planter les arbres.

Les résultats de cette étude sur la cartographie des espèces ligneuses le long des grandes artères dans trois arrondissements de Brazzaville montrent une bonne répartition des arbres le long de ces artères. Par contre, il y a des vides le long de ces artères qui méritent d'être regarnis pour une bonne gestion de la ville. Le regarnissage dans les endroits vides sur ces artères pourrait jouer un rôle très important dans la lutte contre le changement climatique, les fortes chaleurs ainsi que les érosions. Ils contribueront également au charme des arrondissements et la ville.

Conclusion

Cette étude menée dans les trois arrondissements : Baongo, Makélékélé et Moungali avait pour objectif de contribuer à la connaissance des ligneux se trouvant le long des grandes artères principales de Brazzaville. Les résultats de cette étude ont montré que, la ville de Brazzaville se trouve dans une zone fortement forestière avec une dominance de la famille des Fabaceae. Mais dans chaque arrondissement, les espèces suivantes ont été les plus abondantes, notamment : *Acacia manguim*, *Millettia laurentii* et *Terminalia superba* à Baongo.

Terminalia mantaly, *Millettia laurentii* et *Mangifera indica* à Makélékélé. Par contre, *Terminalia mantaly*, *Peltophorum pterocarpum* et *Millettia laurentii* à Mougali. Les indices de Shannon ont indiqué une diversité maximale sans abondance d'une seule espèce.

Remerciements: Les auteurs de cet article remercient tous les étudiants de LGETA pour leur engagement dans la collecte de données sur le terrain ainsi qu'à Monsieur Florian MALANDA LANDOU pour la réalisation de la carte.

Contribution des Auteurs: Tous les auteurs ont participé à la rédaction et la lecture de ce manuscrit. Par contre, SFN et RLO ont participé à la collecte de données et à la compilation du manuscrit.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Aubreville A., 1949. Climat, forêt et désertification de l'Afrique Tropicale. La Rose, Paris, 35p
2. FAO, 2020. Evaluation des ressources forestières mondiales 2020-Principaux résultats-Rome. <https://doi.org/104060/ca8753fr>.
3. Ifo S. A., Moutsambote J. M., Koubouana F., Yoka J., Ndzai S., Bouetou-Kadilamio L.N., Mampouya H., Jourdain C., Bocko Y., Mantota A. B., Mbemba M., Mouanga-Sokath D., Odendé R., Mondzali R., Yeto E., Mampouya W., Ouissika B. C. and Loumeto J.J. 2016. Tree Species Diversity, Richness, and Similarity in Intact and Degraded Forest in the Tropical Rainforest of the Congo Basin: Case of the Forest of Likouala in the Republic of Congo. *International Journal of Forestry Research* 2016
4. Kambalé K., 2016. Diversité ligneuse, valeur d'usage et de stock de carbone des systèmes Agro forestiers à base de cacaoyers du territoire de beni/ à l'est de la RDC. Thèse présentée en vue de l'obtention du Diplôme de MSc en Agroforesterie et optimisation des services éco systémiques des espaces naturels et cultivés du Bassin du Congo. Option : Services environnementaux, Faculté D'agronomie et Des Sciences Agricoles, Université DSCHANG, Beni R.D. Congo 102 p.

5. 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. Ecole Normal Supérieure. Université Marien NGOUABI, Brazzaville, Congo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 7(3), 1255-1270.
6. Lewis S., Lloyd Jon, Sitch, Stephen, Mitchard Edward T. A. and Laurance W. F., 2009. Changing Ecology of Tropical Forests: Evidence and Drivers. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40(1), 529-549.
7. Makany L., 1976. Végétation des Plateaux Téké (Congo). Collection des travaux de l'Univ. de Brazzaville, 301 p.
8. Makoumbou C. et Massamba A. A., 2000. Inventaire floristique et mode de dissémination des espèces végétales dans la forêt du parc zoologique de Brazzaville, Mémoire C.A.P.E.S. de Kengué, 61 p.
9. Miabangana et Lubini A., 2015. Analyse floristique et phytogéographique de la végétation de l'île de Loufézou à Brazzaville (République du Congo). *Geo-Eco-Trop*, 39(1) : 55-66.
10. Mikoungui Gomo M-S., N'zala D. et Ndzai S.F., 2020. Diversité floristique des dépendances vertes périurbaines de Brazzaville (Congo) menacée de dégradation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 14 (7) : 2567-2582.
11. Milles G., Louppe D., Billand A., Sist P., Jourdan R., 2015. Mémento du forestier tropical. *Editions Quae*, 1198 p.
12. N'Zala D et Miankodila P., 2002. Arbres et espaces verts à Brazzaville (Congo). *Bois et Forêts des Tropiques* 272 (2): 88-92
13. 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>
14. NERF, 2016. Soumission au Secrétariat CCNUCC. 65p.
15. Nguéguim 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
16. Nzingoula Loufouma S., 2016. Dynamique du changement de la couverture forestière de la ville de Brazzaville entre 1946 ET 1966. Mémoire de fin de formation, ENSAF, UMNG, Brazzaville Congo, 73 P.

17. Pascal J P., 2003. Notions sur la structure et dynamique des forêts tropicales humides, 13p.
18. Samba Kimbata M.J., 1978. Le climat du Bas-Congo, thèse de 3^{ème} cycle, Université de Bourgogne, Dijon, 280p + figures.
19. Vennetier P., 1966. Géographie du Congo Brazzaville : la couverture végétale et les sols du Congo. Paris, 169p.
20. Vennetier P., 1977. République Populaire du Congo. Les atlas Jeunes Afrique, édition J.A. ; Paris.