

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

Saint Fédriche Nzai, Docteur

Destin Chelvin Vindou Siassia, Ingénieur

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

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

Larisa Mbouchi Malonga, Ingénieur

Belvina Chardène Mabengo, Ingénieur

Ravhy Laurent Ondon, Ingénieur

Guy Foly Mpela,

Mat-Sheridan Mikoungui Gomo, Docteur

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

Chauvelin Douh, Maître-Assistant

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

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

Félix Koubouana, Professeur

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

[Doi: 10.19044/esipreprint.6.2024.p432](https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2024.p432)

Approved: 22 June 2024

Posted: 25 June 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., Malonga, L. M., Mabengo, B. C., Ondon, R. L., Mpela, G. F., Mikoungui Gomo, M.-S., Douh, C., & 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 Mougali, République du Congo*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2024.p432>

Résumé

Réalisée dans trois arrondissements (Mougali, Baongo et Makélékélé) de Brazzaville, l'étude a pour objectif général, d'améliorer les connaissances des ligneux se trouvant le long des grandes artères de la ville de Brazzaville. Au total, 824 arbres de diamètre \geq à 5 cm ont été inventoriés dont 39 espèces, 31 genres et 20 familles. Arrondissement Mougali a présenté plus d'arbres (478) que les deux autres. En termes de familles, la plus représentée a été celle des Combretaceae (21,24 %) quantitativement et qualitativement, celle de Fabaceae-Caesalpinioideae (17,5 %). Quant à la représentativité, sept (7) espèces ont été mieux représentées avec une fréquence relative de 100 %, et il s'agit de : *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus* Sp. *Mangifera indica*, *Millettia laurentii* et *Terminalia mantaly*. Deux espèces ont été les plus dominantes en fonction des arrondissements il s'agit de : *Acacia manguium* (28,98 %) à Baongo et *Terminalia mantaly* à Makélékélé et Mougali avec des valeurs respectives (25,26 % et 36,01%). 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 Mougali 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 ainsi 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 plants along the main arteries of the city of Brazzaville: the case of arrondissements 1 Makélékélé, 2 Baongo and 4 Mougali, Republic of Congo

Saint Fédriche Nzai, Docteur

Destin Chelvin Vindou Siassia, Ingénieur

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

Duvaress Alverick Jeansy Kimbembe, Ingénieur

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

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

Larisa Mbouchi Malonga, Ingénieur

Belvina Chardène Mabengo, Ingénieur

Ravhy Laurent Ondon, Ingénieur

Guy Foly Mpela,

Mat-Sheridan Mikoungui Gomo, Docteur

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

Chauvelin Douh, Maître-Assistant

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

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

Félix Koubouana, Professeur

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

Abstract

Carried out in three arrondissements (Mougali, Baongo and Makélékélé) of Brazzaville, the overall aim of the study was to improve knowledge of the ligneous trees found along the main arteries of the city of Brazzaville. A total of 824 trees with diameters ≥ 5 cm were inventoried,

including 39 species, 31 genera and 20 families. Arrondissement Moundali presented more trees (478) than the other two. In terms of families, the Combretaceae family was the most represented (21.24%), followed by the Fabaceae-Caesalpinioideae family (17.5%). In terms of representativeness, seven (7) species were better represented, with a relative frequency of 100%: *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus* Sp. *Mangifera indica*, *Millettia laurentii* and *Terminalia mantaly*. Two species were the most dominant, depending on the district: *Acacia mangium* (28.98%) in Bacongo and *Terminalia mantaly* in Makélékélé and Moundali, with values of 25.26% and 36.01% respectively. The averages for the diversity indices were 3.40 ± 0.22 for Shannon and 0.77 ± 0.004 for Pielou 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 at Moundali with 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 could therefore serve 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 sont évaluées aujourd'hui à 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 d'énormes sur l'augmentation de la température dans le milieu urbain par les fortes chaleurs et les inondations (N'Zala et Miankodila, 2002). Alors que, le véritable moyen de lutte contre l'augmentation de la température réside sur la flore (Lewis et *al.*, 2009 ; Ifo et *al.*, 2016), d'où la nécessité de réaliser plus d'études floristiques dans tous les coins de la ville où l'on trouve des ligneux afin de favoriser leur gestion durable et rationnelle dans la ville de Brazzaville. Les arbres de Brazzaville occupent des habitats divers : 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 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 à la vie humaine.

La foresterie urbaine et son importance le long des grandes artères de Brazzaville restent méconnues par le public et ils sont fragile et menacé. 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, aucune étude sur la diversité et 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 se fait de plus en plus sentir. C'est dans ce contexte que la présente étude dont le but de promouvoir une gestion durable des espèces ligneuses qui logent les artères de Brazzaville. 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 d'améliorer les connaissances des ligneux se trouvant le long des grandes artères principales de Brazzaville dans les trois arrondissements : Makélékelé 1, Bacongo 2 et Moungali 4. Spécifiquement, elle a visé 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 s'étend entre 04° 6' ; 4°23' de la latitude et 15°5' ; 15°25' de la longitude. Elle domine le fleuve Congo par la corniche profondément entaillée par les ravins (Vennetier, 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. Et compte neuf (9) arrondissements qui sont (figure 1).

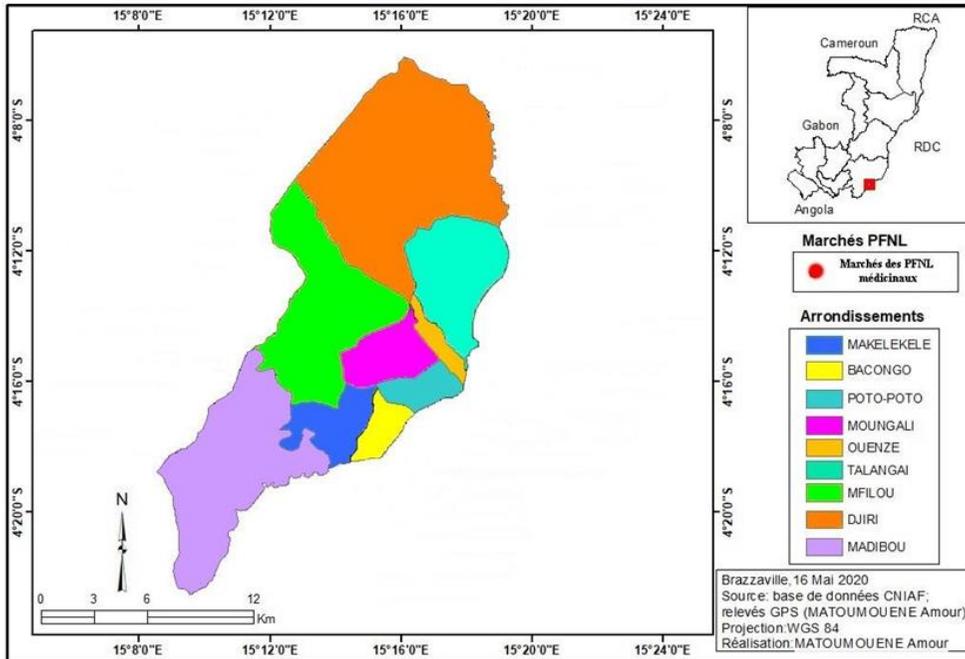


Figure 1: présentation de Brazzaville

Milieu physique

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 en septembre avec absence de pluie.

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 (Vennetier, 1977). Brazzaville est arrosée par deux principaux cours d'eau, la Djiri au nord et le Djoué au sud (Vennetier, 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 (Vennetier, 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

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, un échantillon de 14 artères a été retenue dans 3 arrondissements ont été retenus à savoir Makélékélé 1 (5 artères), Bacongo 2 (3 artères) et Mougali 4 (6 artères).

Les mesures ont été effectuées sur tous les arbres de diamètre \geq à 5 cm de part et d'autre des artères. Le diamètre a été mesurés à 1,30 cm à l'aide d'un compas forestier. 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 géoreferencés à l'aide d'un GPS de marque Garmin 64 pour les cartographier.

Analyse floristique

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

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

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

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

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

- Spectre pondéré : il sert à évaluer quantitativement la flore ligneuse, à partir de la formule suivante:

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

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

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

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

Dominance relative

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

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.

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

Coefficient de similarité

Le coefficient de similarité de Sorensen permet 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.

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

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.

Traitement et analyse statistique des données

Les données recueillies sur le terrain ont été saisies dans le tableur Microsoft Excel 2016 pour la création de la base de données. Les textes statistiques descriptives ont été réalisées pour la visualisation des résultats puis 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. Le but de l'analyse est d'établir si les moyennes des valeurs mesurées dans différents groupes, sont significativement différentes. Le niveau de significativité choisi pour ces analyses, est de 5 % (P-Valeur = 0,05).

Résultats et Discussion

Résultats

Composition et richesse floristique

L'inventaire des ligneux réalisés sur les grandes artères de trois arrondissements (Mounagali, Bacongo et Makélékélé) a permis de dénombrer 824 arbres appartenant à 39 espèces, 31 genres et 20 familles. En termes des arrondissements, l'arrondissement Mounagali est celui qui a présenté plus d'arbres soit 478 arbres suivi de l'arrondissement Makélékélé (179 arbres) et l'arrondissement Bacongo a présenté moins d'arbres (167 arbres) (Tableau I). Quant au nombre d'espèces, de genres et de familles par arrondissement, l'arrondissement 1 Makélékélé a présenté un nombre élevé en termes d'espèces, de genres, et de familles avec un effectif respectif de 24 espèces, 22 genres et 17 familles par rapport au deux autres arrondissements (Mounagali, Bacongo).

Tableau I : Composition et richesse floristique de ces trois arrondissements

Arrondissement	Effectif	Espèce	Genre	Famille
Bacongo	167	17	14	9
Makélékélé	179	24	22	17
Mounagali	478	23	20	14
Total	824	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 des individus par famille varient d'une famille à une autre.

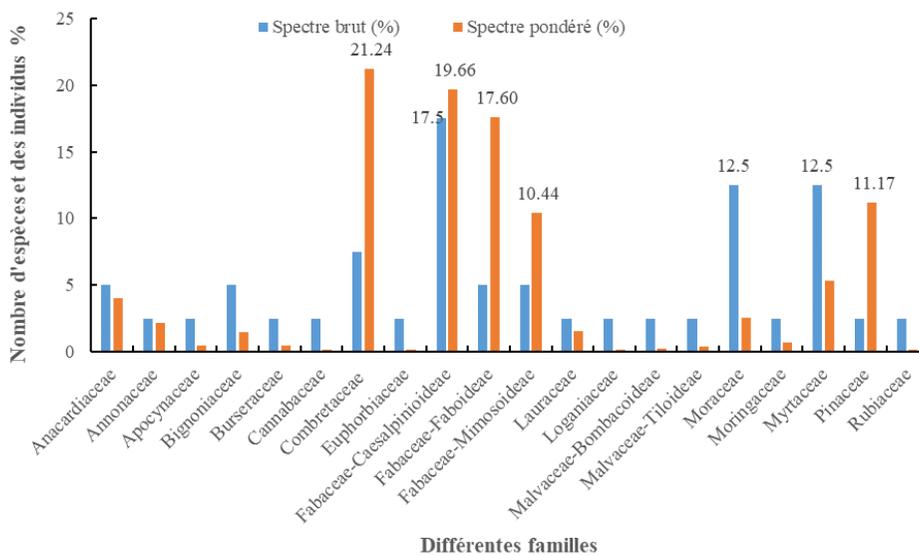


Figure 2 : Spectres brut et pondéré en fonction des familles

Il ressort de cette figure que, quantitativement (spectre pondéré), les familles Combretaceae (21,24 %), Fabaceae-Caesalpinioideae (19,66 %) et Fabaceae-Mimosoideae (17,60 %) sont les plus représentées. Les autres familles sont faiblement représentées. Par contre, qualitativement (spectre brut), les Fabaceae-Caesalpinioideae (17,5 %), Moraceae et Pinaceae (12,5 % chacune) sont les familles les plus représentées dans ces arrondissements.

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*, *Melletia laurentii* et *Terminalia mantaly*. Il montre également que, *Terminalia mantaly* (17,79 %) et *Pinus caribaea* (11,77 %), *Melletia laurentii* (11,53 %), *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 mangui</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</i> Sp.	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 laewis</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 mangui* (28,98 %) suivi de *Melletia laurentii* (26,81 %) et *Terminalia superba* (15,69 %) sont les espèces les mieux dominantes à Bacongo. En ce qui concerne, la densité relative, *Acacia mangui*, *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. Par contre, en termes d'abondance, les espèces les plus abondantes sont : *Pinus caribaea*, *Terminalia mantaly* et *Albizia lebbbeck*.

Tableau III: Abondance des espèces

Arrondissements	Espèces	Dominance relative (%)	Espèces	Densité relative (%)
Baongo	<i>Acacia manguim</i>	28,98	<i>Acacia manguim</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>Milletia laurentii</i>	8,76	<i>Albizia lebbbeck</i>	15,06

Similarité de Sorensen

L'analyse du tableau V montre que, Mougali et Makélékélé présentent une bonne similarité avec 55,32 % suivi de Baongo et Mougali avec 50,00 % puis Baongo et Makélékélé présentent une similarité de 48,78 %. La moyenne générale est de $51,37 \pm 3,76$ %.

Tableau V : Indice de Sorensen

Arrondissements	Espèces communes	Indice de de Sorensen (%)
Baongo-Makélékélé	10	48,78
Baongo-Mougali	10	50,00
Mougali-Makélékélé	13	55,32
Moyenne		51,37±3,76

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).

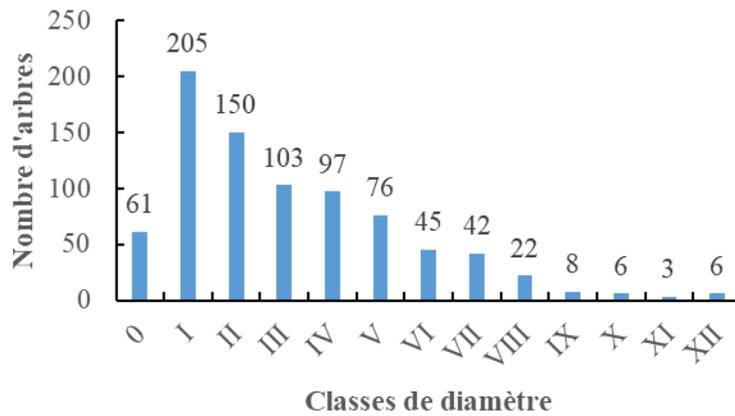
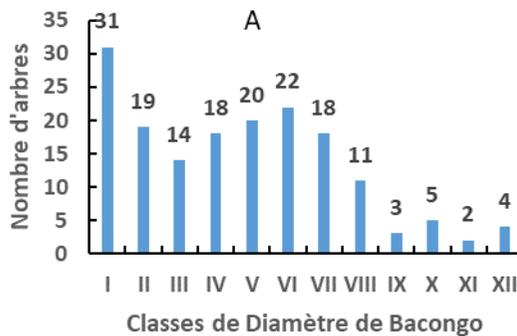


Figure 3 : Structure de la population

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 figure 4 montre les structures diamétriques de trois arrondissements dont le nombre des arbres dépend d’une classe à une autre.



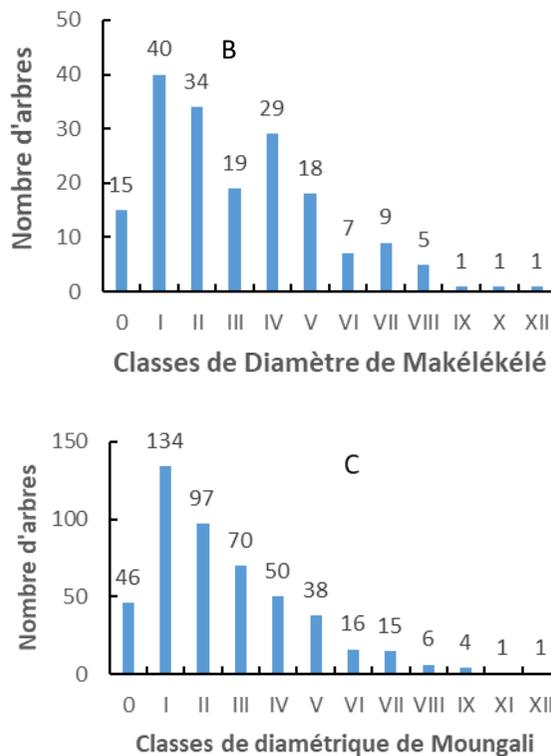


Figure 4 : Structure diamètre (A) Baongo, (B) Makélékélé et (C) Mougali

L'analyse de cette figure montre que dans l'Arrondissement 2 Baongo (figure 4-A), la classe I présente nombre d'arbres le plus important des arbres avec 31 arbres, suivie de la classe VI (22 arbres), la classe V (20 arbres). Les autres classes sont en faible nombre. A Makélékélé (figure 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 (figure 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 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 que, à Mougali, le diamètres moyen est de $1207,85 \pm 921,64$ cm, suivi de Baongo ($703,42 \pm 407,46$ cm). Par contre, Makélékélé présente le diamètre le plus faible ($521,17 \pm 378,20$ cm).

Tableau VIII : Diamètre moyen par arrondissement

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

Localisation des arbres dans ces trois arrondissements

La figure 5 présente la localisation des arbres inventoriés le long des artères principale de Brazzaville.

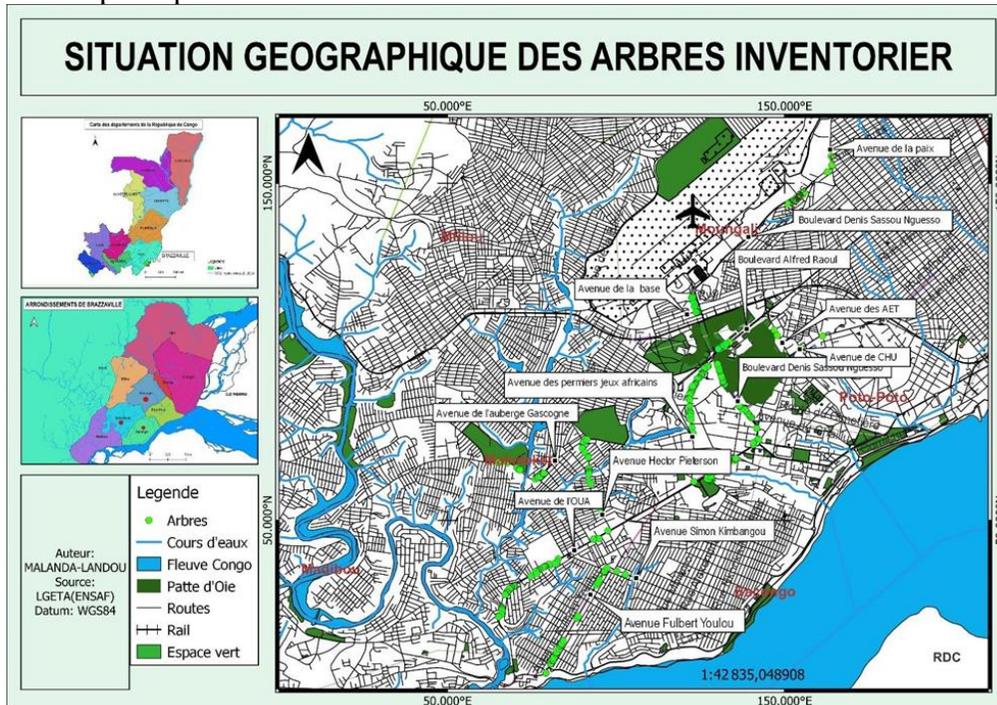


Figure 5 : Localisation des arbres

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.

Discussion

Les résultats obtenus dans ces trois arrondissements montrent une richesse importante tant sur le plan floristique que structurale sur les grandes artères ces trois arrondissements. En comparant avec d'autres études réalisées dans la Réserve Forestière de la Patte d'Oie ainsi que dans la cartographie des forêts de la ville de Brazzaville (Makoumbou et Massamba, 2000 ; Kimpouni et *al.*, 2013 ; Zingoula, 2016) ces études indiquent que, Brazzaville était dans une zone fortement forestière détruite par l'urbanisation. Par contre, cette composition floristique dépend d'un

arrondissement à un autre. Mougali par exemple présente plus d'arbres soit 478 que les autres arrondissements. Cette augmentation du nombre d'arbres dans cet arrondissement est due certainement par le nombre des avenues retenues. De même, ces avenues sont bien garnies par les arbres en prenant l'exemple du Boulevard Alfred Raoul.

Ce même résultat dans les 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 (21,24 %), Fabaceae-Caesalpinioideae (19,66 %) et Fabaceae-Mimosoideae (17,60 %) sont les plus représentées. La dominance de ces familles est due certainement à un nombre important des individus du genre *Terminalia*, *Delonix regia* et *Albizia*. 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 des familles confirment bien ces deux spectres dont la famille des Fabaceae-Caesalpinioideae est la plus abondante à Bacongo. Par contre, à Makélékélé et à Mougali, la famille des Combretaceae est la plus représentées.

L'analyse des résultats sur fréquence relative révèle que 7 espèces parmi lesquelles *Bauhinia purpurea*, *Cananga odorata*, *Delonix regia*, *Eucalyptus* Sp. *Mangifera indica*, *Milletia laurentii* et *Terminalia mantaly*, atteignent un pourcentage de 100 %. Cela s'expliquerait par le fait que ces espèces ont été recensées dans tous les trois arrondissements. 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*, *Pinus caribaea*, *Milletia laurentii* et *Albizia lebbek* sont les espèces les plus abondantes de ces arrondissements. Ces résultats sont similaires avec ceux trouvés par Kimpouni et al. (2013) ; N'Zala et Miankodila (2002) qui ont montré que la ville de Brazzaville est dominée par le genre *Terminalia* et celui de *Milletia*.

Les résultats de la dominance relative montre qu'à Bacongo *Acacia mangium*, *Milletia laurentii* et *Terminalia superba* sont les espèces qui ont de gros diamètres. A Makélékélé, *Terminalia mantaly*, *Milletia laurentii* et *Mangifera indica* sont les espèces à gros diamètre. Par contre, à Mougali, *Terminalia mantaly*, *Peltophorum pterocarpum* et *Milletia laurentii* sont les espèces à gros diamètre. D'une manière générale, *Milletia laurentii* est l'espèce qui présente une dominance très importante c'est-à-dire l'espèce qui a de gros diamètres dans 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 (Nogueira et *al.*, 2010). Nos résultats attestent que, la valeur moyenne du coefficient de Sorensen est de $51,37 \pm 3,76$ %, dépassent 50 %. Cela montre une affinité floristique entre ces arrondissements. Ces trois arrondissements appartiennent donc à une même communauté végétale et donc les espèces plantées dans l'un seraient les mêmes dans l'autre. Il serait donc possible que les 3 arrondissements aient été aménagés dans le cadre d'un même projet. Ce résultat confirme ceux de la fréquence relative de cette même étude dont plus 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 à planter les arbres. Par contre, cette structure de population présente une allure irrégulière dans Bacongo, c'est-à-dire moins d'arbres de petit diamètre dans les premières classes que dans les classes intermédiaires où il y a plus des arbres de gros diamètre. Mais cette structure présente une allure régulière dans l'arrondissement Moundali. L'arrondissement 4 Moundali présente également un diamètre moyen le plus élevé soit $1207,85 \pm 921,64$ devant Bacongo et Makélékélé.

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 les érosions. Il pourrait également jouer à un rôle pour embellir les arrondissements et la ville.

Conclusion

Cette étude a permis de dénombrer 824 arbres appartenant à 39 espèces, 31 genres et 20 familles. L'arrondissement de Moundali a présenté un nombre plus important des arbres (478 arbres). Le nombre d'espèces et des familles a été plus important à Makélékélé avec respectivement 24 et 17. Qualitativement (spectre brut), la famille la plus représentée a été celle des Fabaceae-Caesalpinioideae avec 17,5 %. Quantitativement (spectre pondéré), les familles des Combretaceae (21,24 %), Fabaceae-Caesalpinioideae (19,66 %), Fabaceae-Faboideae (17,60 %) ont été les plus abondantes. Dans l'ensemble, *Terminalia mantaly* a été l'espèce la plus présente dans les trois arrondissements c'est-à-dire l'espèce caractéristique de la ville de

Brazzaville. Mais dans chaque arrondissement, les espèces suivantes ont été les plus abondantes, notamment : *Acacia mangium* (28,98 %) suivi de *Millettia laurentii* (26,81 %) et *Terminalia superba* (15,69 %) à Bacongo, *Terminalia mantaly* (36,01 %), *Millettia laurentii* (24,00 %) et *Mangifera indica* (8,97 %) à Makélékélé à Moungali, on a observé : *Terminalia mantaly* (25,26 %), *Peltophorum pterocarpum* (17,30 %) et *Millettia laurentii* (8,76 %). Les indices de Shannon ont indiqué une diversité maximale sans abondance d'une seule espèce. Cependant, la moyenne de diamètre la plus forte a été obtenue dans l'arrondissement 4 Moungali (1207,85±921,64) traduisant une bonne couverture végétale. La cartographie a montré bonne répartition des ligneux le long de ces grandes artères dans les trois arrondissements.

Remerciements

Les auteurs de cette article remercie tous les étudiants de LGETA pour leur engagement dans la collecte de données sur le terrain ainsi que Monsieur Florian MALANDA LANDOU pour la réalisation de la carte.

Contribution des Auteurs

Toutes les auteurs ont participé à la rédaction et la lecture de ce manuscrit. Parc 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. 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
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.