



Diversité spécifique des arbres des espaces verts de Kisangani (Tshopo, RD Congo)

Fiston Bohula^{1*}, Jean trésor Bokanga², Yanick Useni³ et Jean Pierre Meniko^{2,3}

⁽¹⁾ Institut Facultaire des Sciences Agronomique de Yangambi/Kisangani. BP 1232 Kisangani et BP 28 Yangambi (RDC). E-mail: bohulafils@gmail.com

⁽²⁾ Université of Lubumbashi. Faculty of Agronomic Sciences. Ecology, restoration and Landscape Unit. BP1825 Lubumbashi(RDC)

⁽³⁾ Institut Facultaire des Sciences Agronomique de Yangambi/Kisangani. BP 1232 Kisangani, BP 28 Yangambi (RDC). Laboratoire d'Ecologie du Paysage et Foresterie Tropicale (RDC)

Reçu le 15 août 2026, accepté le 14 octobre 2026, publié en ligne le 31 octobre 2026

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/rafea.v9i4.14>

RESUME

Description du sujet. L'expansion urbaine rapide et le non-respect des plans d'aménagement contribuent à la réduction des espaces verts et à l'accentuation des îlots de chaleur dans les villes tropicales. À Kisangani (République démocratique du Congo), cette situation menace la diversité floristique urbaine et les services écosystémiques associés.

Objectif. Cette étude vise à évaluer la diversité spécifique des arbres des espaces verts de la ville de Kisangani, en comparant les espaces verts à vocation de recherche scientifique et les espaces verts paysagers.

Méthodes. Un inventaire floristique a été réalisé dans sept espaces verts représentatifs de la ville. Les données recueillies ont permis d'évaluer la richesse spécifique, la composition floristique, la diversité des familles botaniques ainsi que le degré de similarité entre les différents espaces verts.

Résultats. Les espaces verts à vocation de recherche scientifique présentent une richesse moyenne de $206,15 \pm 45,85$ individus, répartis en $25,82 \pm 16,82$ espèces appartenant à $13,29 \pm 7,29$ familles botaniques. Les espaces verts paysagers comptent en moyenne $115,94 \pm 6,59$ individus, répartis en $17,27 \pm 5,89$ espèces et $10,72 \pm 5,74$ familles. Une similarité floristique de 62,00 % a été observée entre les espaces verts paysagers, tandis qu'aucune similarité n'a été mise en évidence entre les espaces verts à vocation de recherche scientifique.

Conclusion. La famille des Fabaceae était la plus représentée dans les deux catégories d'espaces verts. Ces résultats mettent en évidence l'importance des espaces verts à vocation scientifique en tant que réservoirs clés de la biodiversité arborée urbaine, et soulignent la nécessité de renforcer la conservation et la gestion durable des espaces verts urbains à Kisangani.

Mots clés : Foresterie urbaine, espaces verts, richesse spécifique, famille des Fabaceae, RDC.

ABSTRACT

Tree species diversity in green spaces of Kisangani (Tshopo, DR Congo)

Description of the subject. Rapid urban expansion and inadequate enforcement of urban planning regulations have contributed to the decline of green spaces and the intensification of urban heat islands in tropical cities. In Kisangani (Democratic Republic of the Congo), these processes threaten urban tree diversity and the ecosystem services provided by green spaces.

Objective. This study aimed to assess the tree species diversity of green spaces in Kisangani by comparing research-oriented green spaces with landscaped green spaces.

Methods. A floristic inventory was conducted in seven representative green spaces across the city. The collected data were used to evaluate species richness, floristic composition, botanical family diversity, and the degree of similarity among the selected green spaces.

Results. Research-oriented green spaces exhibited a mean abundance of 206.15 ± 45.85 individual trees, distributed among 25.82 ± 16.82 species belonging to 13.29 ± 7.29 botanical families. In contrast, landscaped green spaces contained an average of 115.94 ± 6.59 individual trees, representing 17.27 ± 5.89 species and 10.72 ± 5.74 botanical families. A floristic similarity of 62.00 % was recorded among landscaped green spaces, whereas no floristic similarity was observed among research-oriented green spaces.

Conclusion. The Fabaceae family was the most represented in both categories of green spaces. These findings highlight the importance of research-oriented green spaces as key reservoirs of urban tree biodiversity and emphasize the need to strengthen the conservation and sustainable management of urban green spaces in Kisangani.

Keywords: Urban forestry, green spaces, species richness, Fabaceae family, DRC.

1. INTRODUCTION

L'urbanisation constitue aujourd'hui l'une des principales formes d'anthropisation des paysages à l'échelle mondiale (André *et al.*, 2014). Selon les statistiques des Nations Unies, la population urbaine mondiale est passée de 30 % en 1950 à 55 % en 2018 et devrait atteindre près de 70 % d'ici 2050 (United Nations, 2018). Alors que ce phénomène tend à se stabiliser dans les pays développés, il s'accélère dans les pays en développement sous l'effet combiné de l'accroissement démographique et de l'exode rural (Attoumani *et al.*, 2019).

Cette urbanisation rapide, souvent marquée par une faible planification spatiale, entraîne une extension désordonnée du tissu urbain et exerce une pression croissante sur les écosystèmes naturels. Elle se traduit notamment par la perte des terres agricoles, une insécurité foncière persistante, l'insuffisance des infrastructures urbaines ainsi que la réduction progressive des espaces verts. Ces transformations favorisent la perte de biodiversité et l'altération des services écosystémiques indispensables au bien-être des populations urbaines (André, 2014 ; Bogaert *et al.*, 2015).

Les espaces verts urbains constituent pourtant des composantes essentielles des villes durables. Ils abritent une biodiversité importante et assurent de multiples fonctions écologiques. La biodiversité urbaine contribue notamment aux services de soutien, tels que la formation des sols, la pollinisation et la photosynthèse (Viheraav, 2010), ainsi qu'aux services de régulation, notamment la régulation hydrique, l'amélioration de la qualité de l'air et la protection des sols (Kark, 2010).

Les arbres présents dans ces espaces participent également à l'atténuation des effets de l'urbanisation en captant les particules et polluants atmosphériques, qui sont ensuite éliminés par les précipitations, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité de l'air (Beckett *et al.*, 2000). Ils réduisent également la vitesse du vent et jouent un rôle dans l'atténuation des nuisances sonores ; une ceinture arborée de 30 mètres d'épaisseur peut réduire le niveau sonore de 6 à 8 décibels (Lamontagne, 2013). Par ailleurs, les espaces verts participent à la régulation du microclimat urbain et limitent les risques d'inondation. Toutefois, l'expansion spatiale des villes entraîne une fragmentation des habitats qui réduit progressivement la couverture végétale (Useni *et al.*, 2018) et altère les fonctions écologiques assurées par les espaces verts résiduels (Useni, 2019).

La ville de Kisangani n'échappe pas à cette dynamique. Son développement urbain, caractérisé par une croissance démographique soutenue et une occupation souvent spontanée de l'espace, exerce une pression de plus en plus forte sur les espaces verts urbains. À cela s'ajoutent le manque d'entretien et diverses activités anthropiques qui contribuent à leur dégradation. Cette situation soulève des préoccupations quant à la conservation de la diversité spécifique des arbres et au maintien des services écosystémiques qu'ils procurent à la population.

Malgré l'importance écologique et sociale des espaces verts dans les villes tropicales, les informations scientifiques relatives à la composition floristique et à la diversité spécifique des arbres des espaces verts de Kisangani demeurent limitées. Ce manque de connaissances constitue un obstacle à l'élaboration de stratégies efficaces de gestion, de conservation et d'aménagement durable de ces espaces. En effet, la diversité spécifique des arbres varie en fonction de la vocation des espaces verts.

La présente étude vise généralement à évaluer la diversité spécifique des arbres des espaces verts de la ville de Kisangani en comparant les espaces verts à vocation de recherche scientifique et les espaces verts paysagers. Plus spécifiquement, elle cherche à caractériser la richesse floristique, la composition taxonomique et le degré de similarité entre ces différents types d'espaces verts, afin de fournir des informations scientifiques utiles à leur conservation et à leur gestion durable.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Site d'étude

Cette étude a été réalisée dans la Province de la Tshopo particulièrement dans la ville de Kisangani, dans la cuvette centrale, à 23°29' de longitude Est et 0°31' de latitude Nord.

2.2. Climat

Selon Van Den put (1981), Kisangani jouit de climat du type A_f de la classification de Köppen. Ce climat est chaud et humide avec la moyenne mensuelle des températures maximales d'environ 30 °C, la minimale d'environ 18 °C. Le mois d'octobre est le plus pluvieux de l'année (241 mm de pluie) et février comme le mois le plus sec (86 mm de pluie) (Kakuni, 2009).

2.3. Sols

Les sols de Kisangani et ses environs, dérivant des dépôts éoliens et fluvio-lacustres, sont sablo-argileux et généralement acides (Sys et *al.*, 1961). Ils sont fortement dénaturés et pauvres en éléments minéraux assimilables, mais riches en hydroxydes de fer et d'aluminium. Ces sols sont profonds et présentent un profil complètement développé dont l'horizon B plus épais est souvent hydromorphe. Il s'agit, en général, des sols à altération géochimique dominante (Kombele, 2023).

2.3. Végétation

La végétation actuelle de Kisangani est constituée des formations secondaires. Ces dernières ont fortement

subi l'influence de l'homme et sont dominées par *Musanga cercropioides* (R.Br.), *Fagara macrophylla* (Oliv.) Engl, *Uapaka guineensis* (Mull. Arg.), *Picnatus angolensis* (Welw), *tetraptera* (Coupé), *Panicum maximum* (Jacq), *Imperata cylindrica* (Red Baron), *Pueraria javanica* (Bentham), *Mucuna pruriens* (L) D etc. La végétation naturelle du site d'étude est caractérisée par des graminées qui colonisent les zones périphériques du site d'étude. Dans les parcelles Agroécologiques de restauration des terres dégradées, on note la présence d'espèces telles qu'*Acacia mangium* (Wild), *Acacia auriculiformis* (A.Cunn.ex Benth), *Albizia lebbek* (L.) Benth, et *Leuceuna leucocephala* (Lam) de Wild, etc. La figure 1 présente la localisation de milieu d'étude.

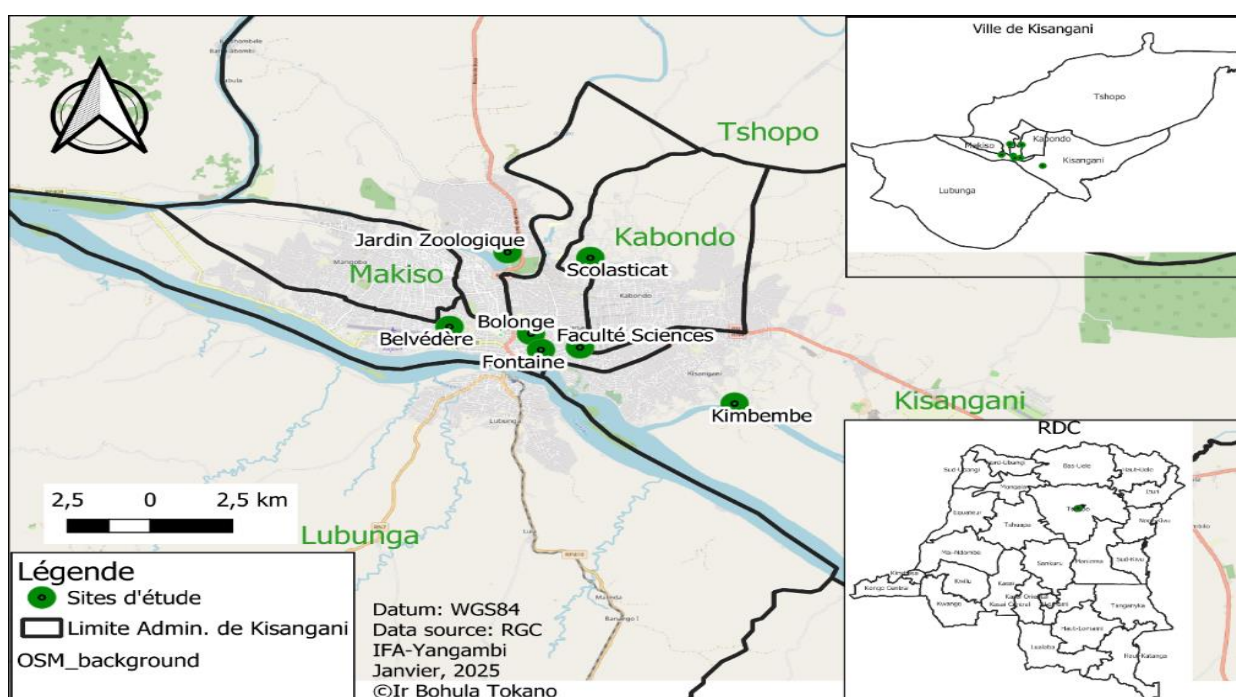


Figure 1. Localisation des sites d'études sur la carte administrative de Kisangani

2.2. Méthodes

Les sites expérimentaux étaient constitués de sept espaces verts dont : Bolonge, Belvédère, Fontaine, Kimbembe et Scolasticat (Espaces verts paysagers ou récréatifs); Jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani et le Jardin zoologique (Espaces verts des recherches scientifiques).

Identification et inventaire floristique

Après la mise en place du site expérimental, chaque arbre rencontré ayant atteint un diamètre à hauteur de poitrine (à 1,30 m du sol) supérieur ou égal à 10 cm a fait l'objet d'une identification et a été mesurée. Les espèces d'arbres ont été identifiées botaniquement (espèce et famille) en utilisant des caractères morphologiques tels que la forme du tronc à la base, la texture de l'écorce, la couleur de l'entaille, l'odeur, l'exsudation, le type et la forme des feuilles, ainsi que

la ramification de la couronne et les caractères reproducteurs, en l'occurrence les fleurs et les fruits sur le terrain (Letouzey, 1982).

Analyse des données

La saisie et le nettoyage de la base des données ont été réalisés avec le logiciel Microsoft Excel 2016 et le catalogue-flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo, RD Congo (Lejoly *et al.*, 2010), a été utile pour l'orthographe des noms scientifiques.

Richesse spécifique

La richesse spécifique correspond au nombre total d'espèces recensées dans un milieu ou une unité d'échantillonnage donnée. Elle constitue l'un des indicateurs les plus simples de la biodiversité, en renseignant sur la diversité taxonomique d'une communauté. Toutefois, cette mesure dépend de l'intensité de l'échantillonnage, de la superficie

prospectée et du nombre d'individus observés. De plus, elle ne tient pas compte de l'abondance relative des espèces, de sorte que deux communautés présentant une richesse spécifique identique peuvent différer considérablement dans leur structure et leur composition.

L'Indice de Simpson ($1 - D$) permet d'évaluer la diversité floristique d'un peuplement en considérant à la fois la richesse spécifique et l'abondance relative des espèces. Il représente la probabilité que deux individus sélectionnés aléatoirement dans un peuplement appartiennent à deux espèces différentes. Plus la valeur de l'indice est élevée, plus la diversité floristique est importante. Il est calculé selon la formule suivante :

$$1-D = \sum_{i=0}^S \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

(1)

Donc : 1-D : indice de Simpson, S : nombre d'espèces, n_i : nombre d'individus de l'espèce i et N : nombre total d'individus.

Cet indice a une valeur nulle pour indiquer le maximum de diversité (c'est-à-dire lorsque la probabilité est faible que deux individus tirés au hasard appartiennent à la même espèce) et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité (c'est-à-dire lorsque la probabilité est forte que tous les individus appartiennent à la même espèce). En pratique, dans le but d'obtenir des valeurs « plus intuitives », l'indice de diversité de Simpson (1-D) est très généralement préféré à l'indice de Simpson (D).

Équitabilité de Pielou (J')

Cet indice mesure l'équitabilité par rapport à une répartition théorique égale pour l'ensemble des espèces. Il prend en compte la diversité absolue potentielle de la communauté représentée par H' max, traduisant ainsi la capacité du système à supporter S espèces représentées avec des proportions équivalentes (Beina, 2011). Elle se calcule par la formule suivante:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\ln S} \quad (2)$$

Cet indice varie de 0 à 1 en fonction du niveau d'équitabilité des espèces. Une équitabilité égale à 1 correspond à une communauté au sein de laquelle toutes les espèces ont le même nombre d'individus. Elle est égale à 0 lorsqu'une seule espèce domine. La diversité différentielle à utiliser pour voir si les parcelles définissent ou pas les mêmes communautés végétales est l'indice de similarité de Morista-Horn.

$$C_{MH} = \frac{2\Sigma(ani \times bni)}{(da + db)aN \times bN} \quad (3)$$

aN : nombre d'individus d'un site a ; bN : nombre d'individus d'un site b ; ani : nombre d'individus de l'espèce i dans le site a ; bni : nombre d'individus de l'espèce i dans le site b ; da : nombre d'espèces

spécifiques au site a ; db : nombre d'espèces spécifiques au site b.

Deux peuplements forestiers sont floristiquement différents si MH tend vers 0 (soit toutes les valeurs < 0,5) et identiques si MH tend vers 1 (soit toutes les valeurs $\geq 0,5$; valeur proche de 1).

Densité relative

La densité ou abondance relative d'une espèce ou d'une famille désigne le rapport entre le nombre d'individus d'une espèce ou d'une famille et le nombre total d'individus dans l'échantillon. Elle se calcule de la manière suivante :

$$Ar = \frac{\text{Nombre d'individus d'une famille ou espèce}}{\text{Nombre total d'individus dans l'échantillon}} \quad (4)$$

Dominance relative

La dominance relative d'une espèce ou d'une famille est le rapport de la surface terrière de cette espèce ou famille à la surface terrière totale. Elle se calcule de la manière suivante :

$$Dor = \frac{\text{Surface terrière d'une espèce ou famille}}{\text{Surface terrière totale de l'échantillon}} \quad (5)$$

Indice de valeur d'importance (IVI)

Dérivé de l'Importance Value Index de Curtis & McIntosh (1950) cités par Boyemba (2011), il représente la somme de l'abondance relative (DR) et de la dominance relative (DoR) varie entre 0 et 100.

$$IVI = \frac{(Dr + Dor)}{2} \quad (6)$$

Paramètres des services écosystémiques analysés

Estimation de Stock de carbone

Selon le type d'espèce (arbres urbains, palmiers), deux équations allométriques spécifiques ont été utilisées. Ces différentes équations s'écrivent comme suit :

$$\text{Biomasse totale (arbres urbains)} = 0,16155 \times DBH^{2,310647}$$

$$\text{Biomasse totale (palmier)} = 1,282 \times (7,7 H + 4,5)$$

Où : DBH (diamètre à hauteur de la poitrine) exprimé en cm.

Et quant aux espaces verts à vocation de la recherche, la biomasse a été estimée par la méthode indirecte (Brown, 1997). Cette méthode consiste à chercher une équation de biomasse appropriée et à estimer pour chaque arbre la biomasse en se servant de l'équation choisie. Ainsi, il a été utilisé l'équation allométrique de Chave et al., (2005) ci-dessous :

$$AGB \text{ est } = \rho \times \exp [-1,499 + 2,1481 \ln(D) + 0,207 (\ln(D))^2 - 0,0281 (\ln(D))^3]$$

Où AGB : Biomasse aérienne en Kg/tige ;

ρ = la masse volumique du bois en g/cm^3 ,

exp= exponentiel et

D= diamètre à 1,30 m du sol en cm.

Enfin, la biomasse totale multipliée par 0,5 représente le stock de carbone et l'équivalent carbone est obtenu en multipliant ce stock de carbone par 0,27 (Brown et Lugo, 1992 ; GIEC, 2006).

SC (t/ha) = BA (t/ha) * 0,5 et

Equivalent CO₂ (t/ha) = SC (t/ha) * 0,27

Analyse statistique

Le logiciel Microsoft Excel © 2016 a été utilisé pour réaliser l'ensemble des calculs, graphiques ainsi que les tableaux présentés dans la présente étude à travers la table croisée dynamique. Les calculs d'indices de richesse, diversité, de similarité des peuplements ont été effectués avec le logiciel Past.

3. RESULTATS

3.1. Caractérisation floristique des espaces verts

Diversité floristique

Les résultats relatifs à la richesse spécifique et quelques indices de la diversité floristiques des espaces verts inventoriés dans la ville de Kisangani sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Richesse spécifique et quelques indices de diversité des espaces verts de la ville de Kisangani

Paramètres	Espaces verts (recherches)		Espaces verts (paysagers)		
	Moyenne	CV ¹	Moyenne	CV ²	
Nbre d'espèces	25,82±16,82	65,15	17,27±5,89	34,09	
Nbre de familles	13,29±7,29	54,87	10,72±5,74	53,57	
Simpson_1-D	0,97±7,29	30,07	1,27±0,38	29,72	
Equitability_J	0,88±0,27	30,57	1,33±0,37	27,66	

Le tableau 2 présente une moyenne de 25,82 ± 16,82 espèces réparties en 13,29 ± 7,29 familles botaniques dans les espaces verts créés à des fins de recherche scientifique (Jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani et Jardin zoologique de Kisangani). En revanche, les espaces verts dédiés à la récréation (Belvédère, Bolonge, Fontaine, Kimbembe et Scolasticat) renferment une moyenne de 17,27 ± 5,89 espèces réparties en 10,72 ± 5,74 familles botaniques. Par ailleurs, la distribution des données présente une grande hétérogénéité (coefficient de variation, CV > 30 %).

Concernant les indices de diversité, les moyennes montrent une répartition inégale des individus parmi les espèces dans les deux types d'espaces verts, ainsi qu'une diversité floristique relativement élevée. Pour les espaces verts à vocation scientifique, les indices sont les suivants : indice de Simpson(1-D) = 0,97 ± 0,07 ; équitabilité de Piélou = 0,88 ± 0,27. Pour les espaces verts à caractère paysager, les indices sont : indice de Simpson(1-D) = 1,27 ± 0,38 ; équitabilité de Piélou = 1,33 ± 0,37. Cela suggère que ces espaces verts à vocation de la recherche scientifique et paysagers ont une répartition relativement inégale des individus entre les différentes espèces. Les valeurs les plus faibles de l'Equitabilité de Piélou sont observées à l'espaces verts à vocation de recherche scientifique (0,88) suggérant une dominance d'un ou quelques espèces.

Similarité floristique de Morisita – Horn

La similarité de Morisita – Horn entre les espaces verts installés pour les recherches scientifiques et paysagers dans la ville de Kisangani est présentée dans les tableaux 3 et 4 ci-dessous.

Tableau 3. Similarité de Morisita-Horn des espaces verts installés pour la recherche scientifique

Espaces verts	F. sciences	J. zoologique
Fac. sciences	1	
J zoologique	0,32	1

Tableau 4. Similarité de Morisita-Horn des espaces verts à vocation paysagers

Espaces verts	Belvédère	Bolonge	Fontaine	Kimbembe	Scolasticat
Belvédère	1				
Bolonge	0,06	1			
Fontaine	0,44	0,24	1		
Kimbembe	0,69	0,01	0,32	1	
Scolasticat	0,62	0,03	0,33	0,14	1

Il ressort du tableau 4 qu'il n'existe pas de similarité spécifique notable des arbres entre les espaces verts à vocation de recherche scientifique étudiés, avec un indice de similarité de 0,32, soit inférieur à 50 %. En revanche, pour les espaces verts à vocation paysagère, une similarité floristique significative est observée entre Belvédère et Kimbembe (0,69), ainsi qu'entre Belvédère et Scolasticat (0,62), leurs valeurs étant supérieures à 50 %.

Abondance, dominance et importance relative des espèces

Les résultats concernant l'abondance, la dominance et l'indice de valeur d'importance relative (IVI) des espèces, exprimés en pourcentage, dans les espaces verts de la ville de Kisangani selon leur vocation (paysagère et recherche scientifique) sont présentés dans les figures 2 et 3.

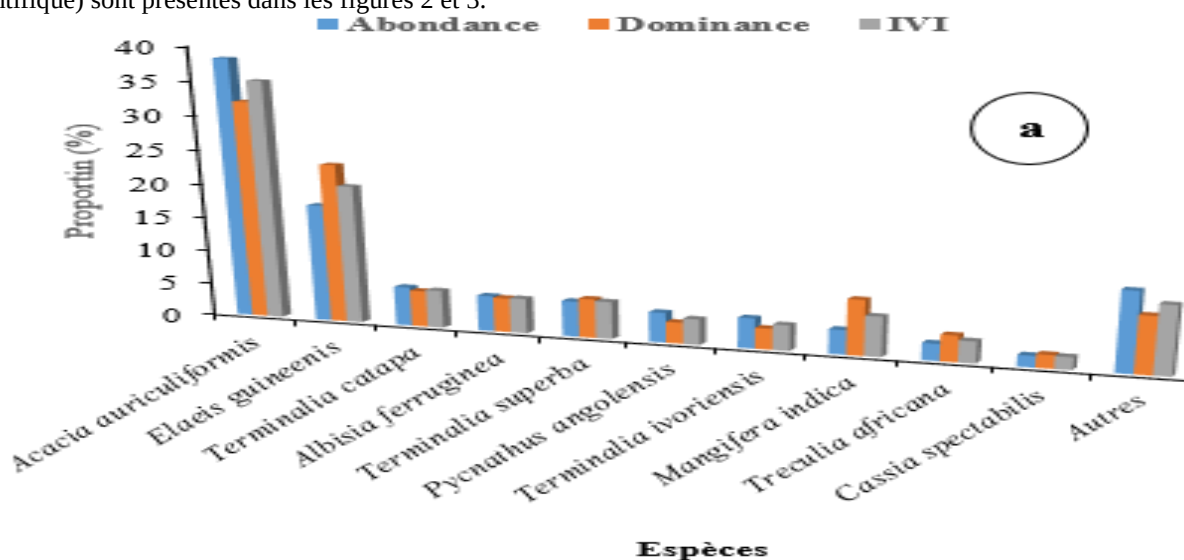


Figure 2. Abondance, dominance et IVI des espèces des espaces verts paysagers

Il ressort de la figure 2 que l'espèce *Acacia auriculiformis* est la plus importante, avec une abondance de 38,29 %, une dominance de 32,17 % et un indice de valeur d'importance (IVI) de 35,23 %. Elle est suivie par *Elaeis guineensis* dont l'abondance est de 17,36 %, la dominance de 23,46 % et l'indice de valeur d'importance de 20,41 %, ainsi que par d'autres espèces présentant des valeurs variables.

Cette prédominance s'explique par le fait qu'*Acacia auriculiformis* est largement utilisé dans les espaces verts en raison de sa croissance rapide, de son adaptabilité aux milieux tropicaux, de sa capacité à fournir de l'ombrage et de sa valeur ornementale.

L'abondance, la dominance et l'importance relative des espèces dans les espaces verts à caractère scientifique de la ville de Kisangani sont présentées à la figure 3.

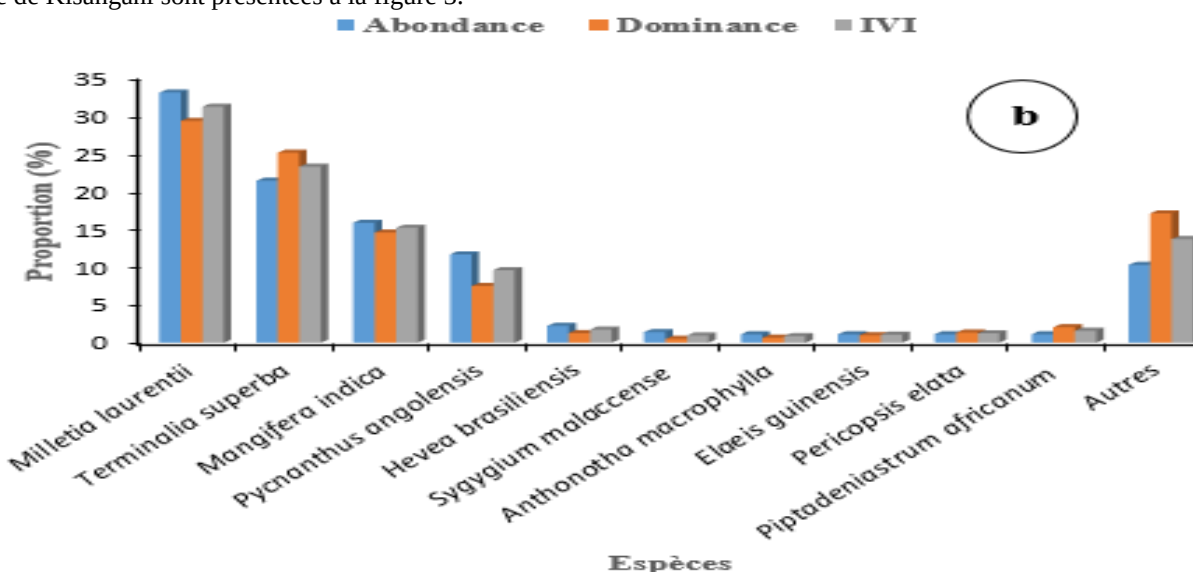


Figure 3. Abondance, dominance et IVI des espèces des espaces verts des recherches

Légende : a (espaces verts paysagers) et b (espaces verts de recherches).

La figure 3 montre que l'espèce *Milletia laurentii* est la plus abondante (32,96 %), la plus dominante (29,21 %) et la plus importante écologiquement (31,09 %) parmi les espèces inventoriées dans les espaces verts à vocation de recherche scientifique.

Abondance, dominance et importance relative des familles

Les résultats en rapport avec l'abondance, dominance et indice de valeur d'importance relative des familles en pourcentage des espaces verts de la ville de Kisangani selon les vocations (recherches et paysagers) sont repris dans les figures 4 et 5.

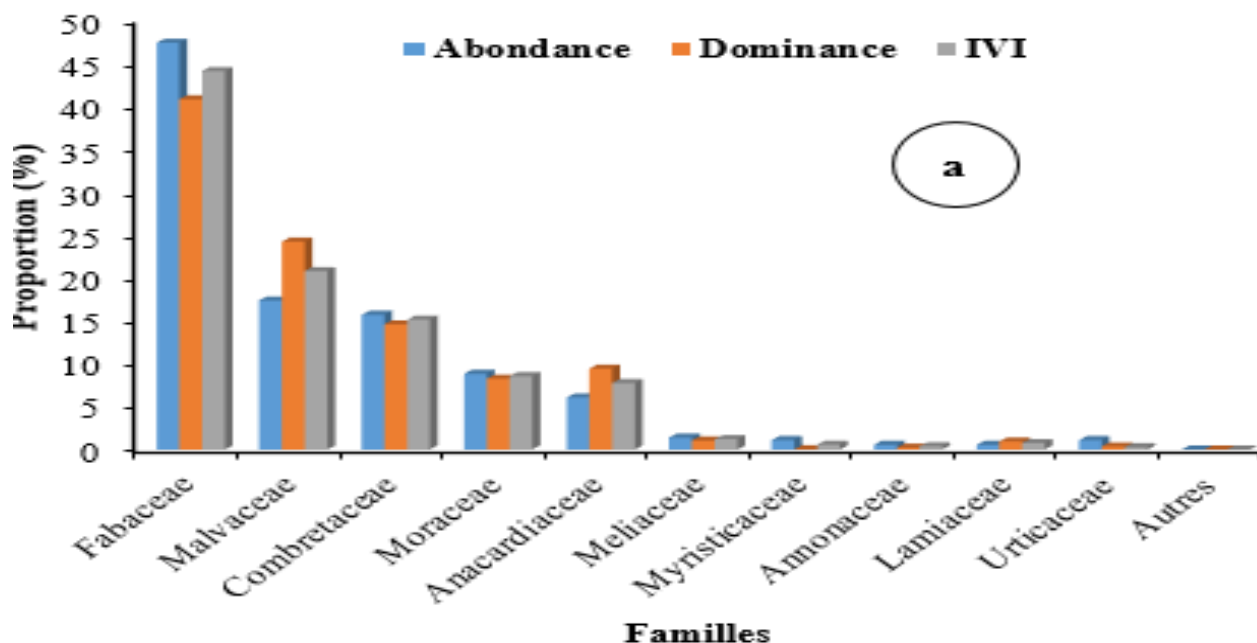


Figure 4. Abondance, dominance et IVI des familles des espaces verts paysagers

Les figures 4 montrent que la famille botanique des Fabaceae est la plus abondante 47,38 %, la plus dominante 40,80 % et plus écologiquement importante 44,09 % dans les espaces verts à vocation paysagère suivie par d'autres familles botaniques aux valeurs variables. Il convient de souligner que la famille des Fabaceae occupe une place prépondérante parmi les familles botaniques présentes dans les espaces verts étudiés de la ville de Kisangani. La figure 5 présente les dix premières familles botaniques abondante, dominante et importante relative écologiquement dans les espaces verts à vocation de la recherche scientifique dans la ville de Kisangani.

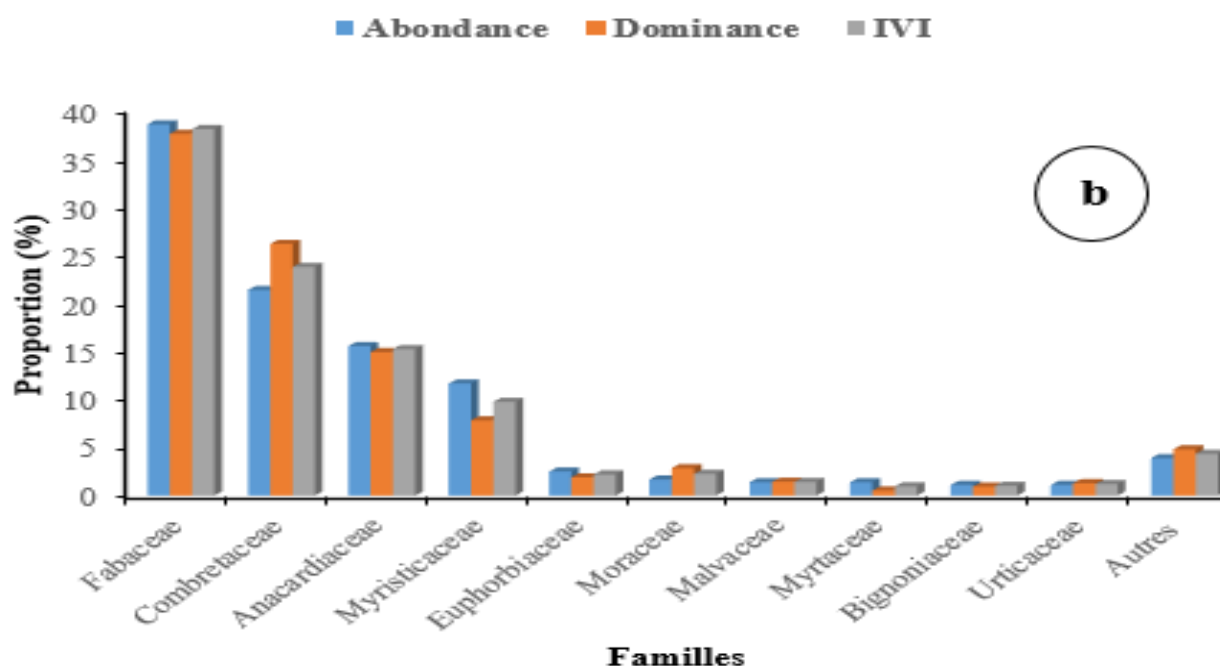


Figure 5. Abondance, dominance et IVI relative de dix première familles des espaces verts à vocation de recherche

Les figures 5 montrent que la famille botanique des Fabaceae est la plus abondante 38,50 %, la plus dominante 37,53 % et plus écologiquement importante 38,02 % dans les espaces verts à vocation de recherche scientifique et 44,09 % suivie par d'autres familles botaniques aux valeurs variables.

Il convient de souligner que la famille des Fabaceae occupe une place prépondérante parmi les familles botaniques présentes dans les espaces verts étudiés de la ville de Kisangani. En effet, elle comprend un grand nombre d'arbres, arbustes, lianes et plantes herbacées, qui incluent des espèces à usages alimentaires majeurs (haricots, pois, lentilles, arachides, soja), fourragers (trèfles, luzernes), ornementaux (acacias, mimosas, glycines), ainsi que forestiers (bois précieux comme le palissandre).

Structure diamétrique

Les structures diamétriques des espaces verts à vocation de recherche scientifique et paysagères étudiés de la ville de Kisangani sont reprises dans la figure 6 ci-dessous.

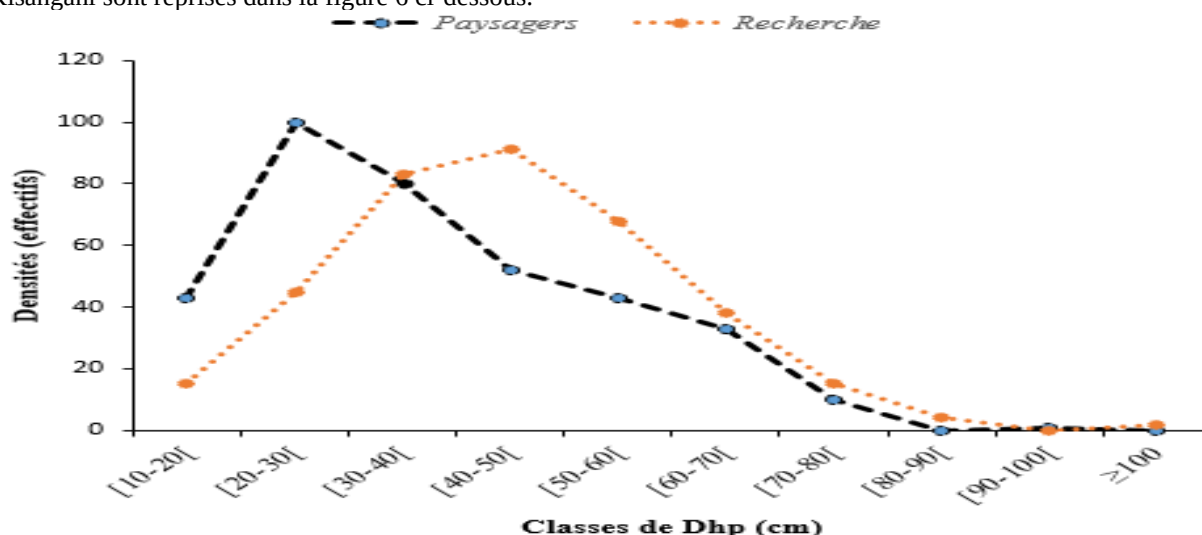


Figure 6. Structures diamétriques

Il ressort de la figure 6 que les structures diamétrales des espaces verts à vocation de recherche scientifique et paysagère présentent une forme irrégulière. Dans les espaces dédiés à la recherche scientifique, les pics se situent dans la classe diamétrale [30-40[cm, tandis que dans les espaces paysagers, ils sont observés dans la classe [20-30[cm. La forme irrégulière confirme les perturbations sélectives de la végétation, ceci corrobore bien avec la forme structurale des plantations forestières. Quant à la forme gaussienne ou en cloche des distributions, les diamètres à hauteur de poitrine (DHP) des arbres dans ces deux types d'espaces sont similaires. Cette similitude s'explique par les fortes pressions exercées par la population environnante notamment les spoliations et l'exploitation incontrôlée des ressources forestières.

4. DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent une différence de richesse et de composition floristiques entre les espaces verts à vocation de recherche scientifique et ceux à vocation paysagère de Kisangani. Les espaces scientifiques présentent en moyenne davantage d'individus, d'espèces et de familles botaniques ($206,15 \pm 45,85$ individus, $25,82 \pm 16,82$ espèces et $13,29 \pm 7,29$ familles) que les espaces paysagers ($115,94 \pm 6,59$ individus, $17,27 \pm 5,89$ espèces et $10,72 \pm 5,74$ familles). Cette différence suggère que la

vocation et les modalités de gestion des espaces verts peuvent contribuer à structurer leur diversité arborée. La forte variabilité des paramètres ($CV > 30\%$) traduit toutefois une hétérogénéité importante entre les sites. Les espaces à vocation scientifique peuvent notamment conserver ou introduire davantage d'espèces en fonction de leur intérêt scientifique, expérimental ou pédagogique, tandis que les espaces paysagers peuvent privilégier un nombre plus restreint d'espèces répondant à des critères esthétiques, fonctionnels ou d'adaptation aux conditions urbaines.

La famille des Fabaceae est dominante dans les deux catégories d'espaces verts, mais les espèces les plus importantes diffèrent selon leur vocation : *Acacia auriculiformis* domine les espaces paysagers, alors que *Milletia laurentii* est dominante dans les espaces scientifiques. La prédominance des Fabaceae rejoint les observations de Sambieni (2018) à Kinshasa, d'Useni *et al.* (2018) à Lubumbashi, de Gomgnimbou (2019) à Bobo-Dioulasso, de Nomel (2019) à Yamoussoukro, de Kabanyegeye (2020) à Bujumbura et de Sehoun (2021) dans le sud du Bénin, bien que leur importance relative varie selon les sites. À l'inverse, la dominance des Poaceae rapportée par CAP (2014) en France, des Rutaceae par El faiz *et al.* (2016) à Marrakech, des Moraceae par Fousséni (2019) à Atakpamé et des Combretaceae par Gomez *et al.* (2022) à Coubalan soulignent la forte dépendance de

la composition floristique aux contextes écologiques, climatiques et aux pratiques d'aménagement. Les différences entre sites peuvent également être liées aux choix d'espèces et aux interventions humaines. La présence d'espèces exotiques adaptées aux conditions urbaines peut en outre contribuer à accroître localement la richesse spécifique sans nécessairement traduire une meilleure qualité écologique, comme le soulignent Faeth *et al.* (2011).

La similarité floristique confirme également une différenciation entre les espaces étudiés. La faible similarité observée entre les espaces scientifiques (0,32) suggère une composition relativement spécifique à chaque site, probablement liée aux objectifs scientifiques, aux espèces introduites ou conservées et aux conditions stationnelles. À l'inverse, les valeurs élevées observées entre certains espaces paysagers, notamment Kimbembe et Scolasticat (0,69 et 0,62), peuvent refléter une sélection plus homogène des espèces utilisées à des fins paysagères. Ces résultats indiquent ainsi que la vocation des espaces verts peut contribuer à leur différenciation floristique, sans toutefois constituer le seul facteur explicatif.

La structure diamétrique en forme de cloche observée dans les deux catégories d'espaces verts traduit une faible représentation de certaines classes de petits diamètres et suggère une régénération potentiellement insuffisante. Cette structure ne correspond pas au modèle en « J inversé » associé à un renouvellement continu des peuplements et ne suit donc pas la tendance proposée par Rollet (1974). Elle rejoint néanmoins les observations de Fousséni (2019) dans le jardin zoologique, contrairement aux autres compartiments étudiés par ce même auteur, où une structure en « J inversé » avait été observée. Dans les espaces verts urbains, les interventions anthropiques, les plantations sélectives et l'entretien régulier peuvent expliquer en partie ces différences structurelles.

La biomasse aérienne et le stockage du carbone varient également entre les espaces étudiés. Cette variation est cohérente avec les différences de composition spécifique, de structure diamétrique et de taille des arbres. Les résultats concordent avec ceux de Kouassi *et al.* (2018), IFO et Binsangou (2018), Nomel (2019) et Gomgnimbou (2019), qui ont montré l'importance des formations arborées dans la production de biomasse et le stockage du carbone. La variabilité spatiale des stocks de carbone rejoint également les observations de Mugnier *et al.* (2009), Lewis *et al.* (2013), Fayolle *et al.* (2013) et Ifo *et al.* (2018), qui l'associent notamment au type de formation végétale, au microclimat, à l'âge et à la structure des peuplements. De même, Joosten *et al.* (2004), Mbow (2009) et Amougou *et al.* (2016) soulignent l'importance du diamètre et de la quantité des arbres dans la détermination de la biomasse aérienne.

Dans l'ensemble, les résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle la diversité spécifique des arbres varie selon la vocation des espaces verts. Les espaces à vocation scientifique se caractérisent par une richesse moyenne supérieure, tandis que les espaces paysagers présentent, dans certains cas, une composition plus homogène. Toutefois, la richesse spécifique ne constitue pas à elle seule un indicateur suffisant de la qualité écologique, notamment lorsque des espèces exotiques contribuent fortement à cette diversité. La gestion durable des espaces verts de Kisangani devrait donc intégrer simultanément la richesse et la composition floristiques, la structure diamétrique, le renouvellement des peuplements et leur capacité de stockage du carbone. Ces résultats soulignent ainsi l'intérêt de maintenir la diversité arborée des espaces scientifiques tout en renforçant la diversification et le renouvellement des plantations dans les espaces paysagers.

5. CONCLUSION

La présente étude a permis de caractériser la diversité et la structure de la végétation arborée des espaces verts de la ville de Kisangani, en distinguant les espaces à vocation de recherche scientifique et ceux à vocation paysagère, dans une perspective de gestion durable de la foresterie urbaine et de contribution à l'atténuation du changement climatique. Les inventaires floristiques et dendrométriques ont mis en évidence une richesse plus élevée dans les espaces à vocation scientifique, avec respectivement $206,15 \pm 45,85$ et $115,94 \pm 6,59$ individus, répartis en $25,82 \pm 16,82$ et $17,27 \pm 5,89$ espèces, ainsi qu'en $13,29 \pm 7,29$ et $10,72 \pm 5,74$ familles botaniques.

La famille des Fabaceae est la plus représentée dans les deux catégories d'espaces verts. La similarité floristique est relativement élevée entre certains espaces paysagers (62,00 %), tandis qu'elle est faible entre les espaces à vocation de recherche scientifique. Ces résultats montrent que la vocation des espaces verts influence leur diversité et leur composition floristiques et soulignent l'importance de leur conservation et de leur gestion adaptée pour maintenir la biodiversité urbaine et renforcer les services écosystémiques, notamment le stockage du carbone.

Remerciements

Les auteurs expriment leur sincère reconnaissance à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA-Yangambi) et à l'Équipe de Gestion Opérationnelle du Projet GIFT (EGOP-GIFT) pour l'appui institutionnel et financier apporté à la valorisation et à la diffusion des résultats de cette recherche, notamment à travers la prise en charge des frais liés à la présente publication.

Cet appui à la publication s'inscrit dans le cadre des activités de valorisation des résultats de recherche des enseignants-chercheurs de l'IFA-Yangambi soutenues par le Projet d'appui à la Gouvernance, l'Insertion et

la Formation Agricole et Rurale dans la Tshopo (GIFT – COD2100311), mis en œuvre avec l'appui d'Enabel et financé par l'Agence Française de Développement (AFD), conformément à la Convention de subside COD21003-10039.

Références

- Andre M., Mahy G., Lejeune P. & Bogaert J., 2014. Vers une synthèse de la conception et une définition des zones dans le gradient urbain-rural. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 18(1), 61-74.
- Atake H., 2014. *Aménagement urbain et problématique des espaces verts publics dans l'agglomération urbaine de Lomé (Togo) : analyse spatiale et gestion*. Mémoire de Master recherche, Laboratoire d'Etudes Urbaines, Université de Lomé, 127 p.
- Attoumani A., Victor R., Randriamampandry C. & Andrianirina R., 2019. La croissance de la ville d'Antananarivo et ses conséquences. *Madamines*, Vol. 1, 25 p.
- Bogaert J., Biloso A., Vranken I. & André M., 2015. Peri-urban dynamics: landscape ecology perspectives. In Bogaert J. & Halleux J.M. (Eds). *Territoires périurbains : développement, enjeux et perspectives dans les pays du sud*. Les presses agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, pp 63-73.
- Brown S., 1997. *Estimating biomass and biomass changes of tropical forest: A primer*. FAO forest paper 134, Rome, Italy, 62p.
- Brown S. & Lugo AE., 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the braziliaaar amazon. *Interciercia*, 17(1) 8-18.
- Chave J.C., Andalo S., Brown M.A., Kira T., Lescure J.P. & Yamakura T., 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 200(145), 87-89.
- Fayolle A., Doucet J.L., Gillet J.F., Bourland N. & Lejeune P., 2013. Tree allometry in central Africa: Testing the validity of pantropical multi-species allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. *Forest Ecology and management*, 305, 29-35.
- Foeth S.H., & Saare S., 2011. Urban biodiversity patterns and mechanism. *Ann N.Y. Acad Sci.*, 1223. 69-81.
- Fousséni F., 2019. *Foresterie urbaine et potentiel de séquestration du carbone atmosphérique dans la zone urbaine et péri-urbaine de kpalime (Togo)*. Article scientifique, Université de Lomé, 12-15p
- Joosten R., Shumacher J., Wirth C. & Shulte A., 2004. Evaluating tree carbon predictions for beech (*fagus sylvatica* L.) in westean Germany. *Forest ecology and management*, 189, 87-96.
- Kark, S., 2010. « Motivation for conserving Urban Biodiversity » *conservation biology*, 24 (2), 432-440. The Society for Conservation Biology.
- Kabanyegeye H., 2020. *Diversité floristique et statut de conservation des espaces verts de la ville bujumbura (burundi)*, 28 p. <http://www.geoecotrop.be>
- Kouassi J.-L., 2018. Evaluation de la diversité et estimation de la biomasse des arbres d'alignement des communes du Plateau et de Cocody (Abidjan - Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 97, 9141-9151. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v97i1.1>.
- Lamontagne J., 2013. *Protéger la végétation, non la détruire*. Québec, Ministère de la Culture et des Communications, 28 p.
- Mbow C., 2009. *Potentiel et dynamique des stocks de carbone des savanes soudanienne et soudano-guineennes du senegal*. These de doctorat d'Etat, UCAD, Dakor, Sénégal, 291 p.
- N'shimba S., 2008. *Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'Ile Mbiye à Kisangani, RD Congo*. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles, 389 p.
- Nomel, C.A.M., 2019. *Diversité et stock de carbone des arbres d'alignement : cas 'assabou et dioulukro de la ville de yamoussoukro (centre de la cote d'Ivoire)*. Article scientifique, Université Nangui Abrogoua, 15pages (publié dans le Vol. 15, No. 30, pages 362 à 376).
- Rollet B., 1974. La régénération dans les trouées. *Bois et forêts des tropiques*, 201(3-4), 19-33.
- Sambieni, K.R., 2018. Les espaces verts en zone urbain et périurbain de Kinshasa en RDC. *Tropicultura*, 36(3), 478-491.
- Useni S., 2017. Vingt-cinq ans de monitoring de la dynamique spatiale des espaces verts en réponse à l'urbanisation dans les communes de la ville de Lubumbashi (HautKatanga, R.D. Congo). *Tropicultura*, 35(4), 300-311.
- Useni S., 2019. Tree diversity and structure on green space of urban and periurban zone: the case of Lubumbashi city in the Democratic Republic of Congo. *Urban Forestry and Urban Greening*, 41, 67-74.
- Useni S., Cabala K.S., Halleux J-M., Bogaert J. & Munyemba K.F., 2018. Caractérisation de la croissance spatiale urbaine de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, R.D. Congo) entre 1989 et 2014. *Tropicultura*, 36(1), 99-108.
- Viheraav A., 2010. *Trends in Ecosystem service reseach: early steps and current drivers*, 986 p.