

## **Biomasse aérienne et stock de carbone dans le peuplement naturel à *Berlinia georgii* De Wild. dans le domaine et réserve de chasse de Bombo-Lumene, Plateau de Bateke, Kinshasa**

**Eustache KIDIKWADI\***, Alphonsine MAYANU, Jean-Pierre AZANGIDI, Théophile NTALANKWA, Nancieve MAFUTA et Constantin LUBINI

*Université de Kinshasa, Faculté des Sciences, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Laboratoire Systémique, Biodiversité, Conservation de la Nature et Savoirs Endogènes, BP 190 Kinshasa XI, Kinshasa, République Démocratique du Congo*

(Reçu le 09 Décembre 2021 ; Accepté le 14 Avril 2022)

---

\* Correspondance, courriel : [eustachekidikwadi@gmail.com](mailto:eustachekidikwadi@gmail.com)

### **Résumé**

Le présent article consiste à estimer la biomasse aérienne et des stocks de carbone du peuplement végétal à dominance de *Berlinia georgii* De Wild. Ce peuplement se situe à la lisière des formations herbacées et des forêts galeries du Domaine et Réserve de Chasse de Bombo-Lumene. Des inventaires ont été réalisés dans un dispositif d'un hectare, subdivisé en cinq bandes de 20 m x 100 m, distantes de 50 cm. Tous les arbres et les arbustes de diamètre  $\geq$  à 10 cm à 1,3 m de hauteur de poitrine ont fait l'objet de mesures allométriques. Les lianes et les herbes ne sont pas prises en compte. Quelques paramètres écologiques, dont la densité, la surface terrière, la structure diamétrique, la biomasse aérienne, le stock de carbone et l'équivalent de CO<sub>2</sub> ont été calculés. Les résultats renseignent que *Berlinia georgii* totalise 167 individus/ha ayant 10,55 à 39,81 cm de diamètre. La surface terrière s'élève à  $6,11 \pm 0,03$  m<sup>2</sup>/ha, la biomasse aérienne atteint  $68,69 \pm 5,28$  t/ha équivalent à  $125,92 \pm 9,68$  t/ha de CO<sub>2</sub>. Cette quantité importante des stocks de carbone s'expliquerait par plusieurs facteurs dont les plus déterminants sont la superficie de la galerie, la dominance de cette espèce et les dimensions de diamètres des arbres.

**Mots-clés :** biomasse aérienne, carbone, *Berlinia georgii*, Bombo-Lumene, RD. Congo.

### **Abstract**

**Aboveground biomass and carbon stock in the natural stand in *Berlinia georgii* De Wild. in the domain and hunting reserve of Bombo-Lumene, Plateau de Bateke, Kinshasa**

This article consists in estimating the aerial biomass and carbon stocks of the plant population dominated by *Berlinia georgii* De Wild. This stand is located on the edge of the herbaceous formations and gallery forests of the Domain and Bombo-Lumene Hunting Reserve. Inventories were carried out in a one-hectare device, subdivided into five strips of 20 m x 100 m, 50 cm apart. All trees and shrubs with a diameter  $\geq$  10 cm at 1.3 m in breast height were allometrically measured. Lianas and grasses are not taken into account. A few ecological parameters, including density, basal area, diameter structure, aboveground biomass, carbon stock

and CO<sub>2</sub> equivalent were calculated. The results indicate that *Berlinia georgii* totals 167 individuals/ha with a diameter of 10.55 to 39.81 cm. The basal area amounts to  $6.11 \pm 0.03 \text{ m}^2 / \text{ha}$ , the aerial biomass reaches  $68.69 \pm 5.28 \text{ t} / \text{ha}$  equivalent to  $125.92 \pm 9.68 \text{ t} / \text{ha}$  of CO<sub>2</sub>. This large quantity of carbon stocks could be explained by several factors, the most determining of which are the surface area of the gallery, the dominance of this species and the diameter dimensions of the trees.

**Keywords :** *aboveground biomass, carbon, Berlinia georgii, Bombo-Lumene, DR. Congo.*

## 1. Introduction

L'un des problèmes environnementaux qui préoccupent la communauté internationale est le changement climatique suite à l'accroissement de taux des gaz à effet de serre dans l'atmosphère [1, 2]. Parmi ces gaz, le dioxyde de carbone est le plus important [3, 4]. La concentration de CO<sub>2</sub> atmosphérique est passée d'environ 288 ppm il y a approximativement 200 ans avant le début de la révolution industrielle à 382 ppm en 2006 [1]. Les forêts tropicales contiennent 40 à 50 % du carbone terrestre et jouent un rôle majeur dans le cycle global du carbone [5]. La région de forêt dense humide de la RDC est riche en carbone et contribue à 64 % des émissions totales de CO<sub>2</sub>, avec 300 000 ha des forêts déboisées en moyenne entre 1990-2000 [5, 6]. La perte du couvert forestier résultant de la déforestation et de la dégradation de ces forêts contribue à environ 10-15 % des émissions mondiales annuelles de gaz à effet de serre [5]. En Afrique, on estime que les forêts denses humides fixent environ 0,63 MgC/ha /an, mais la déforestation tropicale mondiale contribue environ à un cinquième du total des émissions annuelles des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère [6]. Le mécanisme REDD+ vise à encourager les pays en développement à préserver les massifs forestiers moyennant des compensations financières issues des crédits de carbone [7]. Toutefois, sa mise en œuvre dépend d'un système de mesure, notification et vérification concernant l'estimation de la biomasse et des stocks de carbone contenus dans les forêts [8, 9]. Les priorités pour résoudre les problèmes ainsi relevés se rapportent à unir des informations fiables concernant la biomasse aérienne et des stocks de carbone séquestrés par les arbres. Des solutions efficaces à ces problèmes imposent une évaluation continue de la biomasse et des stocks de carbone. Le Domaine et Réserve de Chasse de Bombo-Lumene se situe au plateau des Bateke [10, 11]. *Berlinia georgii* forme de petits peuplements avec des surfaces limitées se développant le long de la galerie forestière de la Lumene. Aucune évaluation de la production de la biomasse aérienne et de la masse de carbone séquestré n'a encore été menée. Cette étude consiste à estimer la biomasse aérienne et de déduire des stocks de carbone séquestrés dans les tissus des individus de *Berlinia georgii*.

## 2. Matériel et méthodes

### 2-1. Zone d'étude

Le Domaine et Réserve de Chasse de Bombo-Lumene se localise au plateau des Bateke. Cette réserve se situe à la Commune semi-rurale de Maluku, à 125 km à l'est de la Ville de Kinshasa, sur la route nationale n°1, reliant Kinshasa et Kikwit. Les coordonnées géographiques se présentent comme suit : 4°15'45" de longitude Sud ; 015°45'16" de latitude Est. L'altitude varie entre 600 m et 700 m. L'aire ainsi délimitée couvre une superficie de 350.000 hectares, incisée de profondes vallées en V. Une piste carrossable, longue de 6 km en direction sud, relie la Station Bombo-Lumene et la route nationale n°1 au niveau du km 125 [12 - 14]. La localisation géographique de la Réserve et le domaine de Chasse de Bombo-Lumene est représentée dans la **Figure 1**.

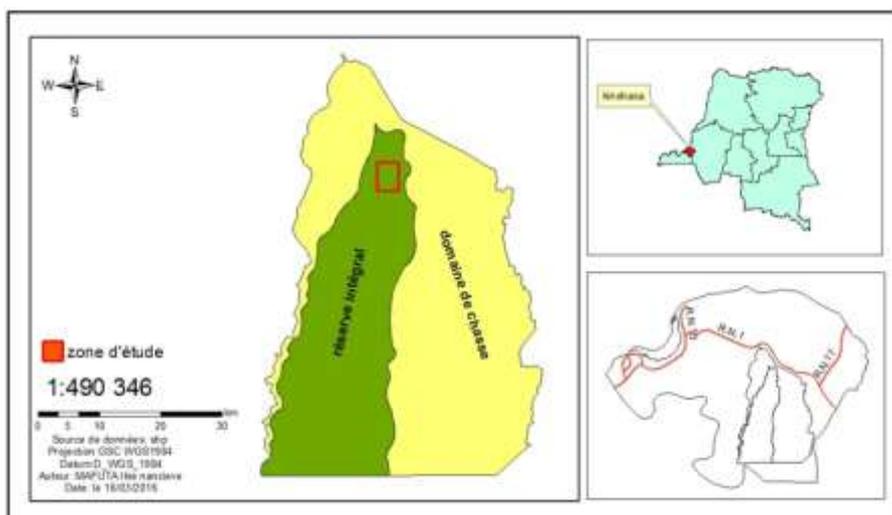


Figure 1 : Localisation géographique de la réserve et domaine de chasse de Bombo-Lumene

## 2-2. Matériel

Les spécimens botaniques ont été récoltés au niveau de lisières forêt- formation herbacée arbustive dans la galerie forestière de Lumene au sud de Kinshasa. Les espèces rassemblées ont fait l'objet d'identification scientifique selon la révision actuelle de la taxonomie de l'Angiosperm phytology group (APG) II, III et IV.

## 2-3. Méthodes

Nous avons mené les observations et des inventaires sur un dispositif d'un hectare. Cette parcelle a été subdivisée en cinq bandes de 20 m x 100 m, distantes de 50 cm [15]. Le dispositif d'inventaire installé dans la zone d'étude est représenté dans la **Figure 2**.

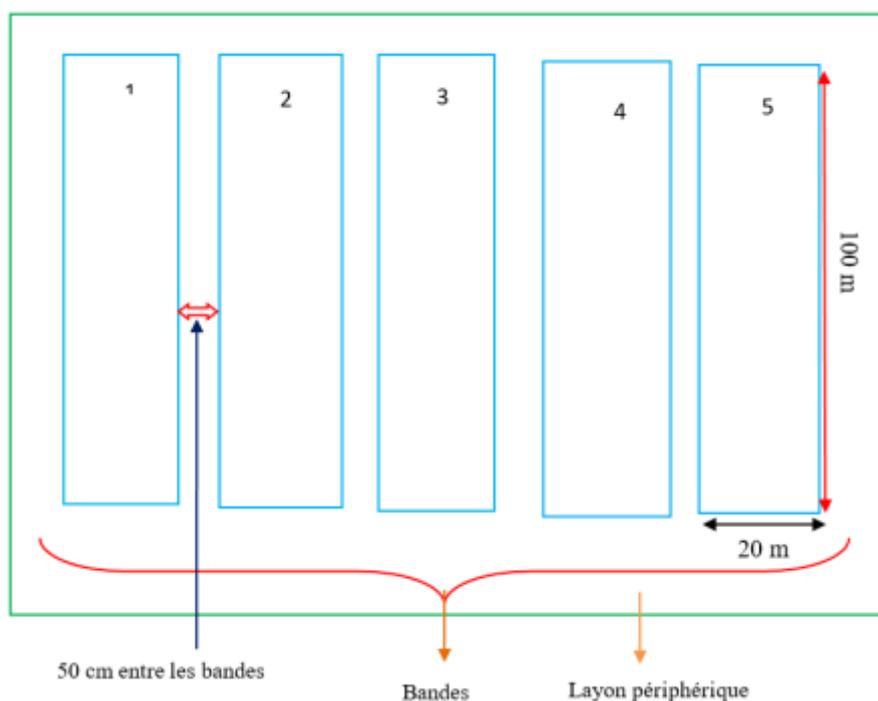


Figure 2 : Dispositif d'inventaire installé dans la zone d'étude

Les inventaires ont été limités aux arbres au dbh  $\geq 10$  cm à 1,3 m du sol, une valeur conventionnellement admise [16]. La prise de mesure de diamètre des arbres a été faite à l'aide d'un ruban circonférentiel en cm. Le diamètre est calculé par la relation circonférence sur  $\pi$  ( $22 / 7$ ) [17 - 19]. Les dimensions de diamètre de tous les individus ont permis d'établir les classes de diamètres [20,21]. La surface terrière correspond à la somme des surfaces des sections à 1,3 m au-dessus du sol de tous les arbres à dbh  $\geq 10$  cm inventoriés dans les cinq bandes du dispositif de l'inventaire. Elle est exprimée en m<sup>2</sup>/ha. La **Formule** utilisée s'exprime comme suite :

$$G = \pi dhp^2 / 4 \quad (1)$$

où,  $G$  = surface terrière ;  $dhp$  = diamètre à 1,3 m du sol de l'arbre ;  $\pi = 22/7$  [17, 22 - 24].

Pour estimer la biomasse aérienne des arbres et les arbustes, nous avons utilisé relations allométriques [25]. Les calculs de biomasse aérienne des arbres ont été réalisés en appliquant les équations allométriques [14, 26, 27]. Les stocks de carbone accumulés dans les arbres et les arbustes s'obtiennent à l'aide de la **Formule** [1]. Pour obtenir l'équivalent carbone, nous avons multiplié la valeur du stock de carbone calculé par le coefficient 3,667 tel que propose le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) [14, 28, 29]. Les données obtenues ont été traitées à l'aide de l'Analyse en Composantes Principales pour chercher les paramètres qui influencent la phytomasse aérienne, le carbone et l'équivalent carbone. Nous avons utilisé le test de Pearson pour établir la relation entre le diamètre et la phytomasse aérienne des arbres mesurés.

### 3. Résultats

#### 3-1. Liste des espèces inventoriées

L'inventaire réalisé révèle l'existence de 11 espèces arborescentes, regroupées en dix familles avec prédominance des *Fabaceae/Caesalpinioideae*. Précisons que dans un peuplement forestier dominé par une seule espèce, la diversité spécifique est faible. La liste des espèces identifiées se trouve dans le **Tableau 1**.

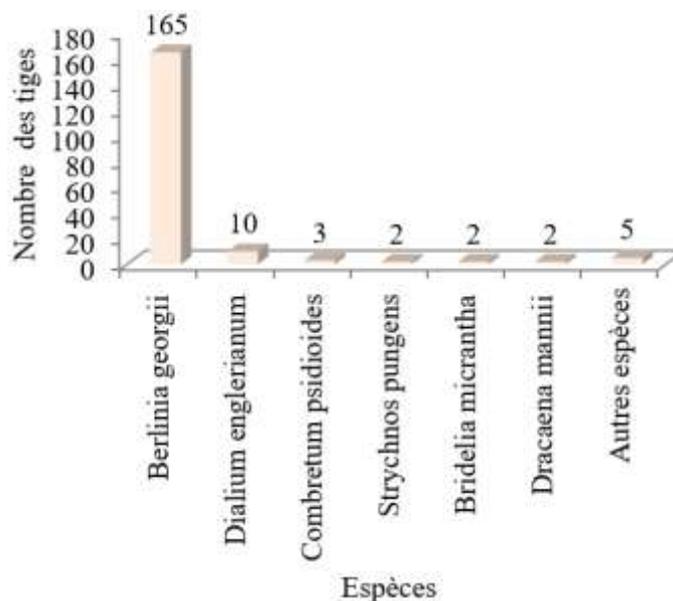
**Tableau 1 : Liste des espèces inventoriées**

Famille	Espèce
Fabaceae Caesalpinioideae	<i>Berlinia georgii</i> De Wild.
Fabaceae Caesalpinioideae	<i>Dialium englerianum</i> Henriquès
Ochnaceae	<i>Ochna afzelii</i> R.Br.ex Oliv.
Loganiaceae	<i>Strychnos pungens</i> Solered.
Phyllanthaceae	<i>Bridelia micrantha</i> (Hochst.) Baill.
Phyllanthaceae	<i>Hymenocardia acida</i> Tul.
Lamiaceae	<i>Vitex madiensis</i> Oliv.
Combretaceae	<i>Combretum psidioides</i> Welw.
Fabaceae Mimosoideae	<i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild. & Th. .Dur.**
Asparagaceae Dracenoideae	<i>Dracaena mannii</i> Bak.
Anacardiaceae	<i>Lannea welwitschii</i> (Hiern) Engl.

Trois espèces sur onze sont des *Fabaceae/Caesalpinioideae*. On est ici à la limite de deux centres régionaux d'endémismes guinéo-congolais et zambézien. C'est ce que semblent témoigner *Strychnos pungens* et *Combretum psidioides*.

### 3-2. Densité

L'inventaire réalisé compte 189 arbres/ha. *Berlinia georgii* (**Photo 1**), la principale espèce, totalise 167 pieds. Les autres espèces la densité est faible. Elle s'associe très souvent avec *Dialium englerianum*. Les détails de la densité du peuplement à *Berlinia georgii* est repris dans la **Figure 3**.



**Figure 3 :** Nombre des individus par espèce

La **Photo 1** indique le fragment d'un peuplement à *Berlinia georgii*.



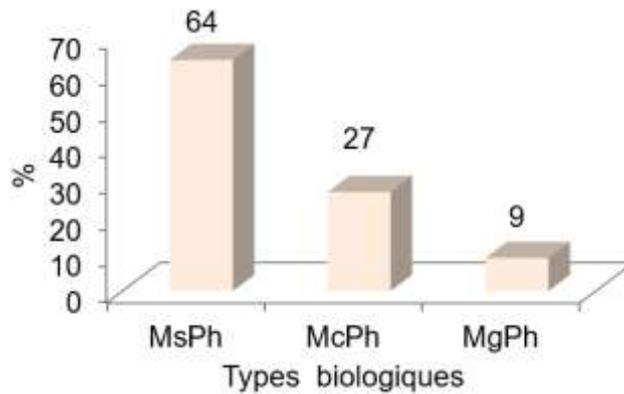
**Photo 1 :** Fragment d'un peuplement à *Berlinia georgii* au niveau de la lisière forêt-formation herbacée de Lumene

### 3-3. Étude de spectres écologiques

L'analyse des spectres écologiques d'un peuplement forestier est un facteur d'explication du fonctionnement d'un écosystème. C'est ainsi que nous avons examiné les types biologiques, les types des diaspores et les types de grandeurs foliaires.

#### 3-3-1. Types biologiques

Les proportions de types biologiques des espèces ont été calculées. L'analyse détaillée révèle la prédominance des mésophanérophyles soit 64 %. Les autres catégories sont moins représentées (**Figure 4**).

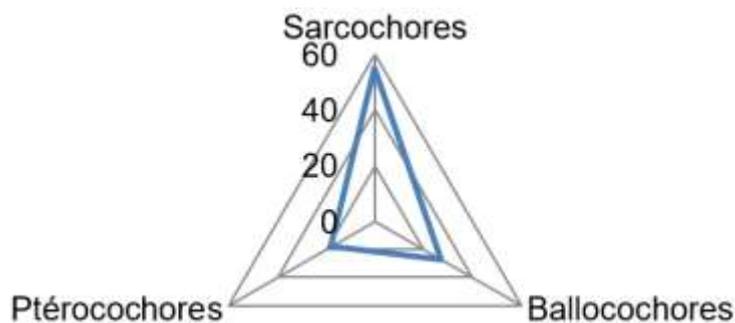


**Figure 4 :** Détails de types biologiques des espèces étudiées

Légende : MsPh = mésophanérophyte ; McPh = microphanérophyte ; MgPh = mégaphanérophyte

### 3-3-2. Types de diaspores

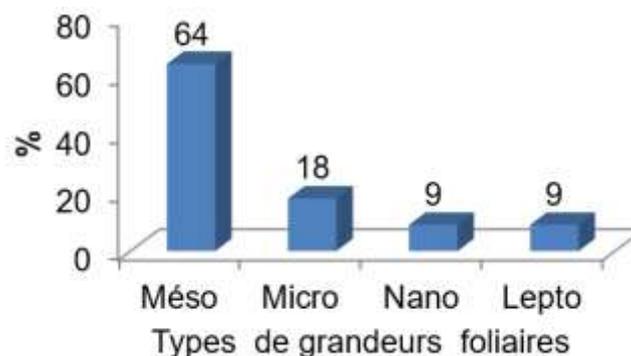
L'analyse de types de diaspores indique la prévalence des espèces sarcochores. Les proportions obtenues se présentent comme suit  $55 \geq 27 \geq 18$  % respectivement pour les sarcochores, les ballocochores et les ptérocochores (**Figure 5**).



**Figure 5 :** Types de diaspores des espèces étudiées

### 3-3-3. Types de grandeurs foliaires

Les résultats de l'analyse de types de grandeurs foliaires de l'ensemble des espèces inventoriées se caractérisent par la dominance des mésophylles soit 64 % (**Figure 6**).

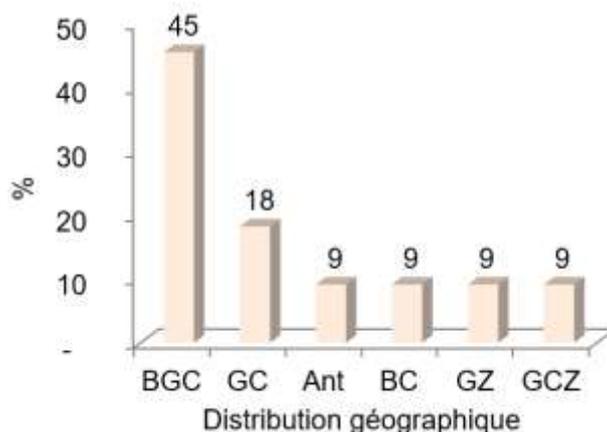


**Figure 6 :** Types de grandeurs foliaires des espèces identifiées

Légende : Méso : mésophylle ; Micro : microphylle ; Nano = nanophylle ; Lepto : leptophylle.

### 3-4. Analyse du spectre phytogéographique

L'examen de l'analyse de la répartition géographique des espèces étudiées renseignent la dominance des espèces appartenant au groupe bas-guinéo-congolais soit 45 %. Le reste de catégories les proportions sont faibles (**Figure 7**).

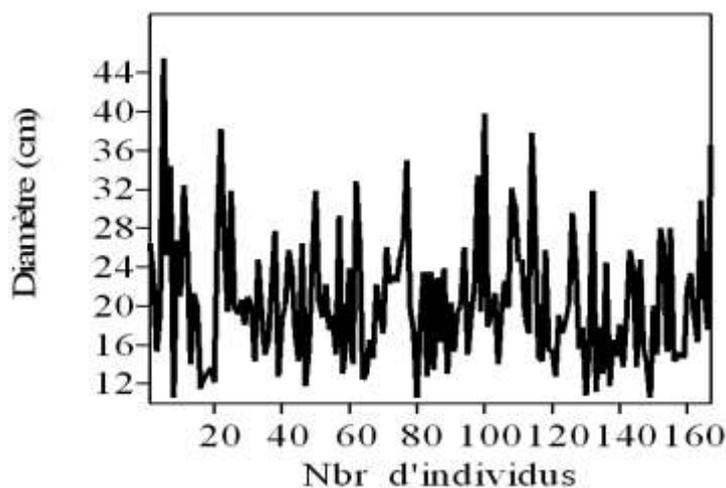


**Figure 7 :** Distribution phytogéographique des espèces

Légende : D.P = distribution géographique ; BGC : espèce Bas-Guinéo-Congolais pantropicale ; GC : espèce guinée-congolaise ; Ant = espèce Afro tropicale ; GZ = espèce Guinéo-Zambézienne ; GCZ = espèce Guinéo-Congolaise –Zambézienne.

### 3-5. Variation de diamètre de *Berlinia georgii*

Les mesures de diamètres varient d'un individu à l'autre. En effet le gros individu atteint un diamètre maximum de 45,54 cm et 10,55 cm au minimum. La moyenne donne  $42,83 \pm 6,64$  cm. La **Figure 8** indique la variation de diamètre des arbres mesurés.



**Figure 8 :** Variation de diamètre (cm) de *Berlinia georgii*

Le test de Pearson appliquée entre les diamètres renseigne qu'il n'existe pas une corrélation entre les variations de diamètres des arbres mesurés, avec le coefficient de corrélation de Pearson  $r = - 0,09$  ;  $p = 1,94$  (**Figure 9**).

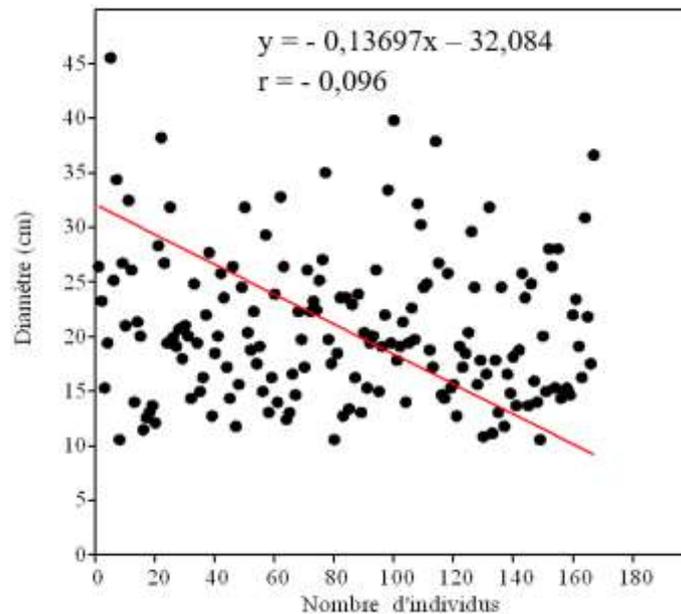


Figure 9 : Variations de diamètre des individus de *Berlinia georgii*

### 3-6. Structure diamétrique des arbres inventoriés

La distribution des individus par classes de diamètres est reprise à la **Figure 10**. Ce diagramme révèle que les classes de diamètres 10-13, 14-17 et 18-21 cm sont les plus importantes en termes de nombre d'individus. C'est un peuplement forestier en pleine croissance et développement.

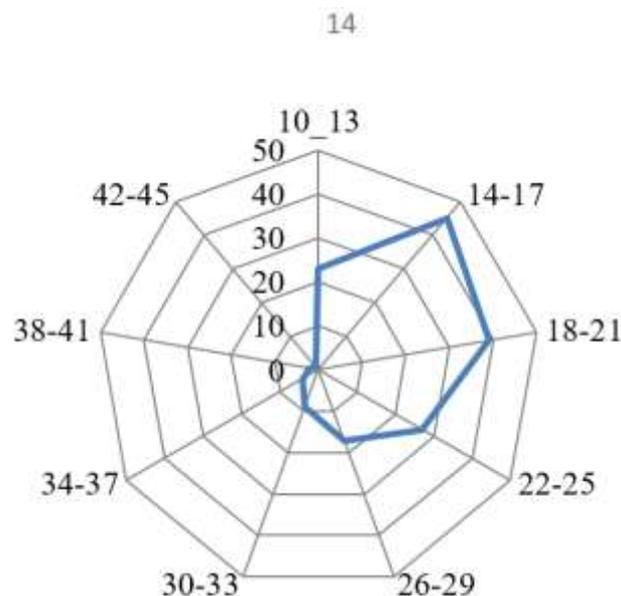


Figure 10 : Distribution des individus par classe de diamètres (cm)

### 3-7. Mesure de surface terrière

La surface terrière a été calculée pour l'ensemble des espèces étudiées soit  $6,54 \pm 0,33$  m<sup>2</sup>/ha. *Berlinia georgii* prime avec  $6,11 \pm 0,08$  m<sup>2</sup>/ha. Les autres espèces les valeurs sont faibles (**Figure 11**).

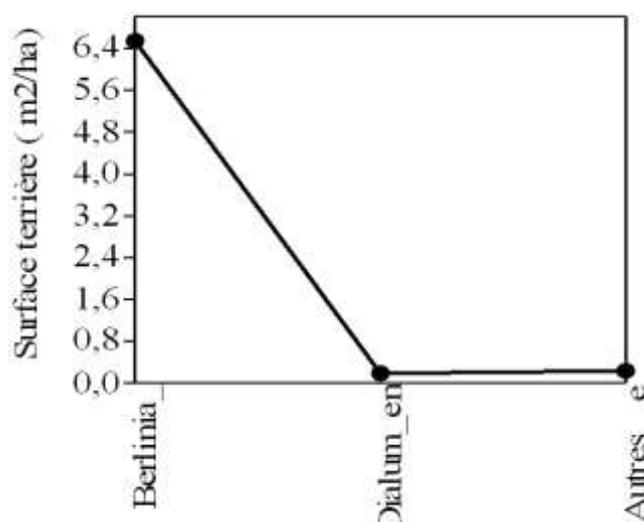


Figure 11 : Surface terrière des espèces étudiées

### 3-8. Répartition spatiale des espèces étudiées

L'analyse de la distribution spatiale du groupement étudié témoigne que *Berlinia georgii* a un comportement socialement bien structuré dans la zone d'étudié. Elle forme des petits peuplements à des surfaces limitées tout au long de la galerie forestière de Bombo-Lumene. Elle s'associe avec *Dialum englerianum*. La **Figure 12** donne la distribution spatiale des espèces dans notre dition.

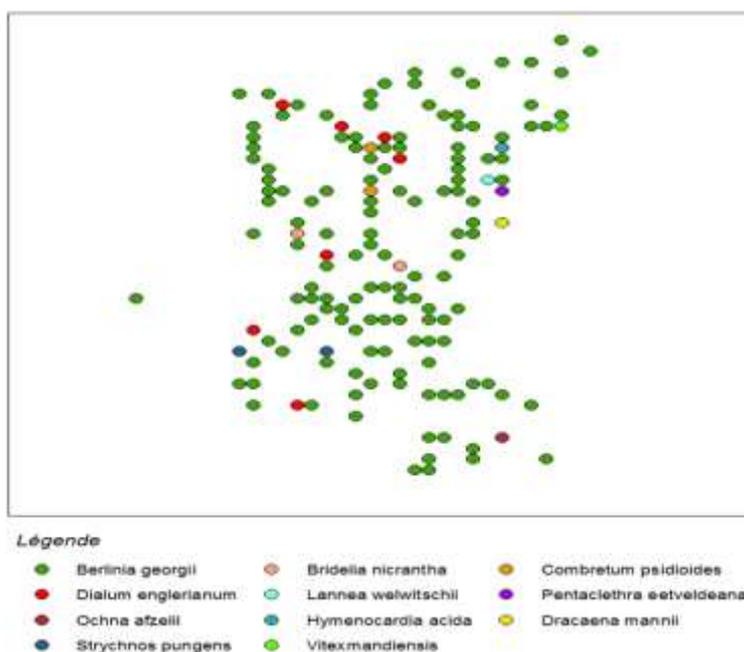


Figure 12 : Distribution spatiale des espèces inventoriées dans le dispositif d'inventaire

### 3-9. Biomasse aérienne, carbone et équivalent de CO<sub>2</sub>

La biomasse aérienne vivante s'élève à 72,39 t/ha ; 36,20 t/ha de carbone et 132,73 t/ha de dioxyde de carbone. *Berlinia georgii* prime soit  $68,69 \pm 5,28$  t/ha de biomasse aérienne,  $34,34 \pm 2,64$  t/ha de carbone et  $125,92 \pm 9,68$  t/ha de dioxyde de carbone. C'est une espèce dominante et forme des peuplements discontinus, parfois purs (**Figure 13**).

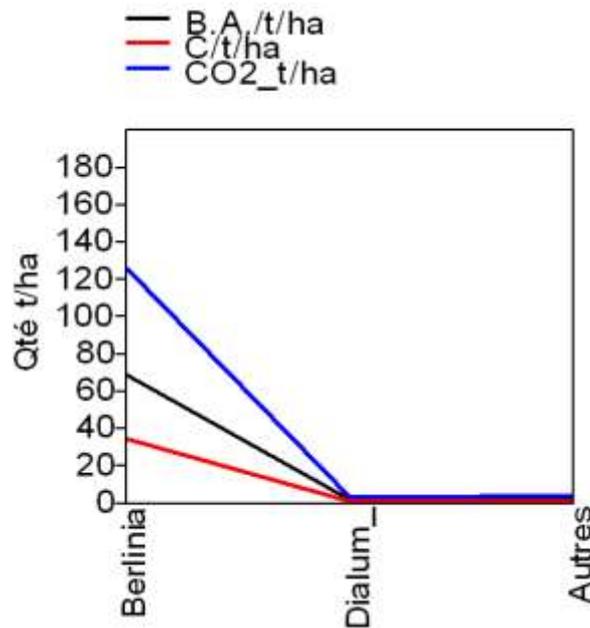


Figure 13 : Biomasse aérienne, carbone et dioxyde de carbone

### 3-10. Corrélation entre le diamètre et la biomasse des arbres mesurés

Le diamètre et la biomasse sont les deux distributeurs corrélés. Le test de Pearson appliqué entre les paramètres étudiés met en évidence une corrélation entre le diamètre et la biomasse aérienne ( $r = 0,9682$  ;  $p\text{-value} < 0,001$ ) (Figure 14).

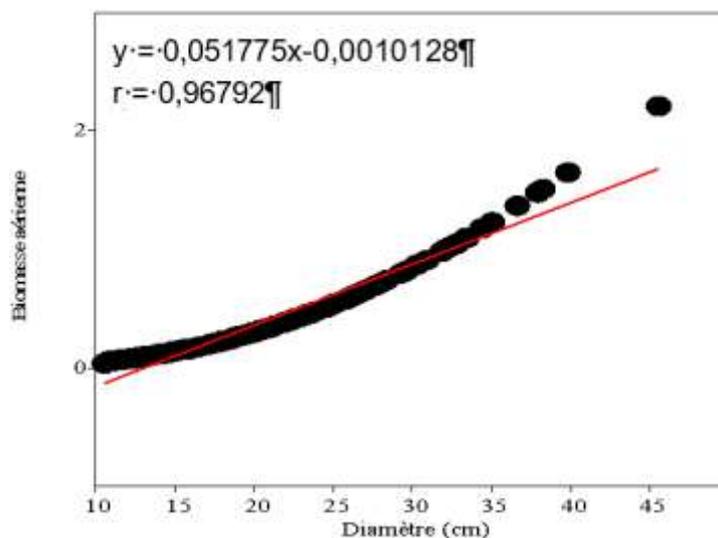


Figure 14 : Allométrie simple entre le diamètre et la biomasse aérienne des arbres

### 3-11. Analyse en composantes principales

L'application de l'Analyse en Composantes Principales a été faite sur cinq variables : le diamètre, la surface terrière, la biomasse, le stock de carbone et l'équivalent de dioxyde de carbone. Nous interprétons uniquement le premier axe factoriel, par ce qu'elle représente une relation significative, soit la valeur propre 99,93 % de l'inertie totale. Cet axe met en évidence une relation entre les paramètres étudiés (Figure 15).

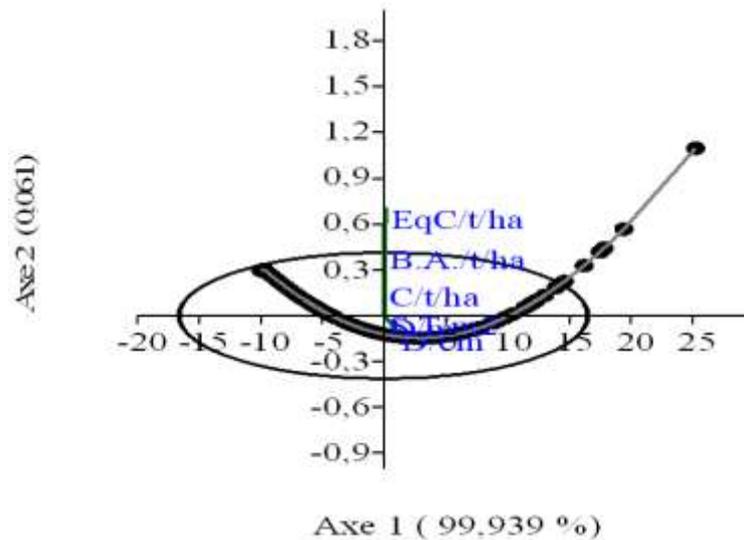


Figure 15 : Représentation des paramètres sur l'espace défini par les deux premiers axes de l'ACP

## 4. Discussion

### 4-1. Composition floristique et la densité

La diversité spécifique du peuplement à *Berlinia georgii* est très pauvre. Dans un groupement forestier dominé par une seule espèce, la richesse et la diversité spécifique sont faibles. De cette analyse, il ressort que les *Caesalpinioideae* prédominent dans la zone d'étude. En effet, selon les données de la littérature de travaux de recherche existants dans la zone intertropicale, les *Caesalpinioideae* sont parmi les familles les plus anciennes [3, 14, 30 - 34]. Les forêts ombrophiles sempervirentes, et semi-sempervirentes congolaises qui se présentent sous forme de vastes peuplements sont dominées par les *Caesalpinioideae*. Cette famille joue un rôle important, constituant l'une des caractéristiques de forêts congolaises telles que renseignent [30, 35]. La densité estimée s'avère importante dans la zone d'étude. *Berlinia georgii* compte un nombre élevé des tiges que les autres espèces. Rappelons qu'inventaire ne comporte que sur les seules espèces arborescentes, les lianes et les herbes étant exclues. La très grande présence de *Berlinia georgii* indique une large dissémination de diaspores. Le site étudié est un faciès d'une galerie forestière, à dominance locale de *Berlinia georgii* présentant une synusie arborescente très largement ouverte. Les travaux de recherche [35] soulignent que *Berlinia georgii* a été classée parmi les principales espèces recensées dans la zone de contact forêt-formation herbacée à Bombo-Lumene. Cette espèce indique une évolution progressive de cette galerie forestière.

### 4-2. Distribution spatiale des espèces

L'analyse sur la distribution spatiale de *Berlinia georgii* au sein de ce peuplement se révèle agrégative. La plus grande partie de la superficie explorée est occupée par les individus de l'espèce sous-étude, justifiant ainsi l'homogénéité du peuplement. Plus un peuplement végétal est homogène, moins il est riche et diversifié [21, 36].

### 4-3. Distribution des arbres par classe de diamètre

Le nombre des tiges dépend d'une classe à l'autre. Les tranches de diamètres 10- 13, 14-17 et 18-21 semblent mieux fournies que les autres. *Berlinia georgii* s'observe dans toutes les structures de classes de diamètres. Avec 10 cm de diamètre, certaines espèces ont des distributions erratiques [37]. Ces structures des arbres

par catégories de diamètres correspondent à la densité de l'espèce /ha. Il ressort généralement que, la densité des ligneux semble plus élevée dans les zones de transition forêts- formations herbacées du nord que ceux du sud.

#### 4-4. Estimation de biomasse, carbone et équivalent du CO<sub>2</sub>

Cent quatre-vingt-neuf individus ont permis d'évaluer la surface terrière, la phytomasse aérienne et des stocks de carbone des espèces. *Berlinia gergii* se présente toujours en première position avec une surface terrière de  $6,11 \pm 0,03 \text{ m}^2/\text{ha}$ , une phytomasse aérienne très élevées  $68,69 \pm 5,28 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  ;  $34,34 \pm 2,64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  des stocks de carbone et  $125,92 \pm 9,68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  d'équivalent de dioxyde de carbone. Ceci s'expliquerait par son abondance-dominance élevée d'arbres de 45 cm de diamètre tel que le démontrent [15]. Une étude phytosociologique et écologique des formations arbustives de la Station IBI au plateau des Bateke a été menée pour évaluer la quantité de biomasse et des stocks de carbone [38]. Les mesures de phytomasse varient d'une station à l'autre. La masse la plus élevée est enregistrée dans la formation herbacée basse parsemée de quelques arbustes, soit  $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de matière organique sèche environ et  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de carbone ; la masse la plus faible étant obtenue dans une autre avec  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de matière organique sèche. Les travaux sur la biomasse aérienne ont été dans un îlot forestier dominé par *Pentaclethra eetveldeana* [2]. Les travaux obtenus indiquent une phytomasse totale de  $12,97 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de matières sèches et  $3,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de carbone. En zone de lisière forêt-formation herbacée *Berlinia georgii*[14], forme des peuplements parfois importants dans la zone d'étude et contribue à cet effet à la séquestration de carbone atmosphérique. À l'échelle locale, plusieurs auteurs renseignent l'existence des variations significatives de la biomasse entre les différents types de forêts tropicales africaines. Ces chercheurs indiquent des variations de la biomasse aérienne entre les différents types de forêts denses humides d'Afrique centrale [5, 26]. Ces variations sont essentiellement expliquées par des différences structurales liées à des perturbations anthropiques et/ou des gradients édaphiques et altitudinaux. Toutefois, la composition floristique et les variables structurales (surface terrière, allométrie hauteur-diamètre, etc.) expliquent une plus grande partie de la variation spatiale de la biomasse dans les forêts tropicales africaines [5, 25].

## 5. Conclusion

Les mesures de biomasse aérienne et des stocks de carbone réalisées dans le peuplement naturel à *Berlinia georgii* ont permis d'enregistrer les données intéressantes. Les principaux résultats obtenus révèlent que *Berlinia georgii* produite une quantité importante de biomasse aérienne et des stocks de carbone atmosphérique. Ce groupement forestier constitue un site actif du stockage du carbone montrant par là le rôle écologique et environnemental qu'il joue au sein de la galerie forestière. La mise sur pied d'un certain nombre de dispositifs d'évaluation continue des stocks de carbone séquestré est donc indispensable. C'est une démarche visant à déterminer la contribution de cette essence de galerie forestière à la réduction des gaz à effet de serre. Ils peuvent également inciter à décider le boisement et /ou reboisement de vaste étendue de cet écosystème, afin d'augmenter la capacité de lutte contre le réchauffement climatique tant décrié.

## Références

- [1] - P. H. RAVEN, L. R. BERG & H. L. HASSENZA, Environnement, Traduction de la 6<sup>e</sup> édition américaine par Marie - Pascale Colace, Anne Haucock, Guy Lemperière. Nouveaux horizons, (2009) 687 p.
- [2] - A. LUBINI, K. BELESI K, T. KIDIKWADI & R. KISOMPA, Note Préliminaire sur la mesure de biomasse aérienne et de stock de carbone dans un îlot forestier à Kinshasa, [www.congosciences.org](http://www.congosciences.org), 2 (2) (2014) 114 - 119
- [3] - T. KIDIKWADI, A. LUBINI, K. BELESI & N. LUYINDULA, Mesure de biomasse aérienne et de stock de carbone d'une régénération forestière naturelle à *Prioria balsamifera* et *Hylocodendron gabunense* dans la Réserve de biosphère de Luki, République Démocratique du Congo, [www.congosciences.org](http://www.congosciences.org), 3 (2) (2015) 114 - 119
- [4] - E. KIDIKWADI, J. P. AZANGIDI, H. BELESI, C. LUBINI, Biomasse aérienne et stock de carbone dans un peuplement à *Brachystegia laurentii*(De Wild.) Louis à Djuma dans la province du Kwilu en République Démocratique du Congo, <http://www.rafea-congo.com>, 4 (2) (2021) 7 - 14
- [5] - G. J. PANZOU, J. L. DOUCET, J. J. LOUMETO, A. BIWOLE, S. BAUWENS & A. FAYOLLE, «Biomasse et stocks de carbone des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique) : <https://popups.uliege.be>», 20 (4) (2016) 508 - 522
- [6] - N. LAPORTE, A. BACCINI, S. GOETZ, P. MEKUI, A. BAUSCH, Une première estimation de la Biomasse ligneuse Aérienne d'Afrique sur la base d'Images satellites et d'inventaires forestiers. Proceeding of the conférence on Carbone stock an Fluxes, COMIFAC, Brazzaville, (2000) 56 - 58 p.
- [7] - A. ANGELSEN, M. BROCKHAUS, W. D. SUNDERLIN & L. V. VERCHOT, *Analyse de la REDD+ : les enjeux et les choix*. Bogor, Indonésie : CIFOR, (2013)
- [8] - A. BACCINI, Reply to comment on "A first map of tropical Africa's above-ground biomass derived from satellite imagery". *Environ. Res. Lett.*, 6 (4) (2011) ID 049002
- [9] - D. B. CLARK and J. R. KELLNER, Tropical forest biomass estimation and the fallacy of misplaced concreteness. *J. Veg. Sci.*, (23) (2012) 1191 - 1196 p.
- [10] - E. MAKUMBELO, L. LUKOKI & E. BIKOKO, Pratiques traditionnelles de gestion durable des espèces végétales utiles : Cas de la savane de Kinshasa, R.D.R, [www.congosciences.org](http://www.congosciences.org), 2 (7) (2018) 108 - 114 p.
- [11] - E. MAKUMBELO, L. LUKOKI, K. BELESI, O. LUNGIAMBUDILA & J. LEJOLY. Valorisation de la lisière forêt - savane : régénération naturelle de la forêt dans la savane - caractéristiques générales et évolution à Bombo Lumene ( R. D. Congo) [www.congosciences.org](http://www.congosciences.org), 8 (2) (2020) 126 - 134 p.
- [12] - M. KAYUMBA, C. LUBINI, E. KIDIKWADI & J. P. HABARI, Etude floristique de la végétation de la formation mature du Domain et Réserve de Bombo-Lumene (Kinshasa / RD Congo), <http://www.ijias.issr-journals.org>, 11 (3) (2015) 716 - 727 p.
- [13] - E. KIDIKWADI, J. P. AZANGIDI, H. BELESI, C. LUBINI, Biomasse aérienne et stock de carbone dans un peuplement à *Brachystegia laurentii*(De Wild.) Louis à Djuma dans la province du Kwilu en République Démocratique du Congo, <http://www.rafea-congo.com>, 4 (2) (2021) 7 - 14 p.
- [14] - C. MAKUMBELO, Caractéristique écologique, Evolution et Moteurs de la Régénération naturelle de forêts au Domaine et Réserve de Chasse de Bombo-Lumene ( Kinshasa/R.D.Congo), Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, (2022) 180 p.
- [15] - E. KIDIKWADI, Etude écologique et phytogéographique des populations naturelles de *Prioria balsamifera* (harms) Breteler dans le Bas-Guinéo-congolais, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Université de Kinshasa, (2018) 208 p.
- [16] - T. KIDIKWADI, M. AZANGIDI, M. NTALANKWA, B. BALIANGA & B. KOLOKOTA, Aerial Biomass and Carbon Stock Study in Plot Trees in the Boyera District in the City of Mbandaka, Equateur Province in DR-Congo [www.ijrhss.com](http://www.ijrhss.com)//, 03, (08) (2020) 01 - 09 p.

- [17] - M. HABARI, Etude floristique, phytosociologique et phytogéographique de la végétation de Kinshasa et ses bassins moyens des rivières N'djili et N'sele en RDC, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, (2009) 373 p.
- [18] - M. P. MENGA, Ecologie des peuplements naturels de *Milletia laurentii* dans la région du lac Mai-Ndombe en RDC : Implication pour la gestion durable d'une espèce exploitée. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, (2009) 209 p.
- [19] - B. SONKE, Etudes floristiques et structurales des forêts de la réserve de faune de Dja (Cameroun). Thèse de doctorat en Sciences. Bruxelles, Université Libre de Bruxelles, (1998)
- [20] - A. BURGUN, Statistique Descriptive, Labo d'Informatique Médicale, Université de Rennes, (2012) 45 p.
- [21] - K. H. BELESI, Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kasai en RDC, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, (2009) 345 p. + Annexes
- [22] - F. B. BOYEMBA, Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (*Fabaceae*), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse de doctorat, Facultés des Sciences Agronomiques, Université de Kisangani, (2011) 206 p.
- [23] - T. LUBALENGA, Evolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi village sur le plateau de Bateke en RD Congo, Thèse de doctorat, Facultés des Sciences, Université de Kinshasa, (2016) 151 p.
- [24] - E. KIDIKWADI, A. LUBINI, N. LUYINDULA, Etude écologique des populations naturelles de *Prioria balsamifera*, Edition Universitaire Européenne, (2019) 221 p.
- [25] - N. PICARD, L. SAINT-ANDRE & M. HENRY, Manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres : de la mesure de terrain à la prédiction, Rome : FAO ; Montpellier, France : CIRAD, (2012)
- [26] - A. FAYOLLE, J. DOUCET, J. FRANÇOIS, N. BOURLAND, P. LEJEUNE, Tree allometry in central Africa : testing the validity of pantropical multi-spécies allometric equations for estimating biomass and carbon stocks. Elsevier. Liege. Gembloux Agro-bio Tech, (2013) 37 p.
- [27] - DJOMO, N. PICARD, A. FAYOLLE, P. LEJEUNE, Tree allometry for estimation of carbon stocks in African tropical forests. Forestry. Advance access, 12 (1) (2016) 1 - 10 p.
- [28] - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), Résumé à l'intention des décideurs. In : Changements Climatiques, Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge University Press, USA, (2007a) 25 p.
- [29] - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC), Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Suisse, (2007b) 103 p.
- [30] - C. LUBINI, Végétation messicole et post-culturale des Sous-Régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Thèse de doctorat, Université de Kisangani Faculté des Sciences, (1982) 489 p. + annexes
- [31] - E. S. MIABANGANA, Analyse floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation insulaire et riveraine du fleuve congolais dans le plateau des cataractes (République du Congo), Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, (2016) 304 p.
- [32] - J. LEBRUN, Etude de la flore et de la végétation des champs de la lave au nord du lac Kivu, Parc Nat. Albert, Fasc. 2, Bruxelles, Inst. des parcs nationaux du Congo belge, (1960) 392 p.
- [33] - F. WHITE, La végétation de l'Afrique : Mémoire accompagnant la carte de la Végétation de l'Afrique, (Nouvelle édition), Ed. ORSTOM-UNESCO, Paris (1986) 384 p.
- [34] - C. LUBINI & K. KUSEHULUKA, La forêt ombrophile semi-sempervirente à *Celtis mildbraedii* et *Gambeya lacourtiana* dans la région de Kikwit (Zaïre). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 61 (1991) 305 - 334

- [35] - E. MAKUMBELO, L. LUKOKI, K. BELESI, O. LUNGIAMBUDILA & J. LEJOLY, Valorisation de la lisière forêt-savane : Régénération naturelle de la forêt dans la formation herbacée-Stratification des plantes de la forêt à Bombo Lumene, *Int. J. Biol. Chem. Sci*, 13 (7) (2019) 3378 - 3389 p.
- [36] - P. MBANDU, Taxonomie, Ecologie, Phytogéographie et Ethnobotanique des *Palmae* (*Arecaceae*) de la République Démocratique du Congo, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, (2021) 209 p.
- [37] - H. CAUSSINUS & B. ROLLET, Sur l'analyse au moyen d'un modèle mathématique des structures par espèces des forêts denses humides sempervirentes de plaine. C.R. Acdd. Sc. Paris, Sér. D., (1968) 1341 - 1344 p.
- [38] - C. LUBINI, Etude phytosociologiques et Ecologique des formations herbeuses Basses et arbustives de la Station IBI au Plateau Bateke, Kinshasa, Novacel, Station Ibi village plateau des Bateke, Kinshasa, (2006) 27 p.