

Elaboration d'un tarif de cubage de *Gilletiodendron kisantuense* (ex Vermoesen) J. Léonard de la réserve forestière de YOKO, Ubundu, Province Orientale, R.D.C.

[Development of a cubing tariff for *Gilletiodendron kisantuense* (ex Vermoesen) J. Léonard from the YOKO forest reserve, Ubundu, Province Orientale, R.D.C.]

Muhindo Saiba¹, Kambale Sivihumbwa², Kasereka Shangilia², Kasereka Kyana³, and Kambale Lebon³

¹Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, vétérinaires et Forestières de Butembo, section des Eaux et Forêts, Nord Kivu, RD Congo

²Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, vétérinaires et Forestières de Kirumba, section des Eaux et Forêts, Lubero, Nord Kivu, RD Congo

³Institut Supérieur de développement Rural de Kanyabayonga, Lubero, Nord Kivu, RD Congo

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present study was carried out with the aim of constructing a local cubic tariff of *Gilletiodendron kisantuense* in the forest reserve of Yoko.

To achieve this, a sample of 46 standing trees with a diameter of ≥ 10 cm was taken into account. The Smalian formula allowed us to determine the standing volume of DHP and DFB and the barrel height.

A relationship was established between DBH and gross volume translated by an exponential regression equation model which proved to be better.

The construction of a local volume tariff was made based on diameter and volume. This rate is applicable in the Yoko Forest Reserve.

KEYWORDS: Tariff, Volume, Cubage, *Gilletiodendron*, Yoko.

RESUME: La présente étude a été menée dans le but de construire un tarif de cubage local de *Gilletiodendron kisantuense* dans la réserve forestière de Yoko.

Pour y parvenir un échantillon de 46 arbres débout de diamètre ≥ 10 cm a été pris en compte. La formule de Smalian nous a permis de déterminer le volume sur pied du DHP et DFB et la hauteur fût.

Une relation a été établie entre le DHP et le volume brut traduite par un modèle d'équation de régression exponentielle qui s'est avéré meilleur.

La construction d'un tarif local de volume a été faite en fonction du diamètre et du volume. Ce tarif est d'application dans la réserve forestière de Yoko.

MOTS-CLEFS: Tarif, Volume, Cubage, *Gilletiodendron*, Yoko.

1 INTRODUCTION

Dans le cadre de l'aménagement d'une formation naturelle, il est indispensable au gestionnaire de posséder des outils lui permettant de connaître le capital ligneux sur pied. Ces outils sont les tarifs de cubage donnant le volume total du peuplement ou les volumes individuels des arbres formant ce peuplement (Louppe et al. 1992). À ce volume on peut associer des études de biomasse selon des modèles préétablis pour divers types de forêts. Certes, le volume ainsi que la biomasse sont deux termes aussi indispensables dans la connaissance de la dynamique forestière.

La détermination de la surface terrière et du capital forestier sur pied des forêts d'Afrique Centrale comme celle du monde a fait l'objet d'un intérêt continu depuis des siècles, aussi bien en raison de leur signification pour l'estimation des potentialités en matières ligneuses que éléments l'atmosphère (Fournier et al. 1983).

En plus, dans le temps où la forêt devient de plus en plus une ressource recherchée tant à l'échelle locale, régionale et internationale pour les industriels et les écologistes, son évaluation exacte revient d'une certaine importance capitale pour exploitation rationnelle et gestion durable des écosystèmes (FAO, 2012).

En effet, de par leur complexité, la grande diversité floristique et faute de moyens, il semble aussi difficile et coûteux aux chercheurs d'élaborer des tarifs de cubage (ou de biomasse) pour toutes les espèces. Et même si l'on peut procéder à l'estimation du volume ligneux sur pied potentiellement aménageable et exploitable, la masse de données à traiter serait énorme lorsque les études de volumes et de biomasse ne sont qu'un aspect dans les études de dynamique forestière. Ainsi on peut se limiter à n'élaborer que des tarifs par ordre de priorité, selon les besoins et les objectifs poursuivis par des projets de recherche.

L'outil indispensable pour cette évaluation est le tarif de cubage qui permet à l'aide des mesures prises sur les arbres par exemple, le diamètre à hauteur de poitrine, le diamètre au fin bout et les hauteurs, d'estimer les volumes approchés en lisant directement sur le tableau les résultats préétablis. Mais malheureusement, la plupart de ces tarifs, si pas tous, sont spécifiques à l'espèce et à la zone inventoriée (Mabiala et al. 1981) et (Muhesi et Sahani, 2017).

Cette étude a comme objectif de contribuer à l'élaboration du tarif de cubage local de *Gilletiodendron kisantuense* (Vermoesen ex. Dewild) J. Léonard dans la réserve de la Yoko en Province Orientale en vue de mettre à la disposition du public un outil approprié pour la lecture des volumes d'un arbre connaissant son diamètre à hauteur de poitrine.

2 MILIEU, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU

La réserve forestière de Yoko est une réserve de l'Etat Congolais sous la tutelle du ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature, Eaux et Forêts.

La circulation, la pénétration et les recherches scientifiques ne pourront être menées qu'avec l'autorisation des autorités compétentes en livrant une attestation d'autorisation environnementale (Mangambu, 2002).

La réserve de Yoko se situe dans le Groupement Kisesi, Secteur-Chefferie Bakumu-Mangongo, Territoire d'Ubundu, District de la Tshopo, Province Orientale (Dangale, 2004).

Cette réserve comme la ville de Kisangani et ses environs est située à 25°11' Longitude Est et 0°31' Latitude Nord avec une altitude moyenne allant de 396m à 400m (Boyemba, 2005).

Il est daigné d'un climat du type Af selon Koppen et les moyennes de précipitations sont élevées à 1816mm ± 292,88mm. L'humidité relative moyenne envoisine 90%, les températures moyennes minimales sont de 20,18°C ± 0,59°C et les maximales sont de 30,75°C ± 0,48°C (Bola, 2002).

L'insolation mensuelle de la réserve en 10^{ème} heure varie entre 31,5 à 57% (Lubini, 1982 et Kamabu, 1987).

Le sol de la réserve comme celui de la ville de Kisangani est un oxisol. La teneur en humus est faible lié à une décomposition rapide des matières organiques due à l'activité biologique intense (Upoki, 2002).

Lomba et Ndjele (1988) ont classé la végétation de la partie Nord de la réserve dans le groupe des forêts sempervirentes à *Brachystegia laurentii*.

2.2 MATERIEL

Deux types de matériel nous ont servi pour la réalisation de cette étude, il s'agit du matériel biologique constitué des arbres de *Gillettiodendron kisantuense*. Tous les arbres ayant un diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égal à 10 cm ont été pris en compte.

Le matériel biologique suivant nous a été nécessaire, il s'agit de:

Les relascopes de Bitterlich à bandes étroites pour la mesure des diamètres et hauteurs, deux galons de 50m et 30m pour la délimitation des parcelles-échantillons, des couteaux marqueurs pour les numérotations des arbres et point de diamètre à hauteur de poitrine, des machettes, des jumelles, de la boussole pour l'orientation des layons et l'ordinateur avec Excel pour le traitement des données.

2.3 METHODES

Pour la réalisation de cette de cette étude, nous avons procédé au layonnage, le comptage a consisté à identifier les arbres à mesurer le diamètre à hauteur de poitrine, le diamètre au fin bout et la hauteur fût des parcelles-échantillons (FRM, 2005).

Dans chaque parcelle inventoriée, dénombrée et identifiée, les mesures de diamètres et de hauteur des arbres à diamètre supérieur ou égal à 10cm.

Pour recueillir les paramètres dendrométriques, dans les mêmes échantillons systématiques des parcelles de 100m x100m soit 1ha, ces paramètres mesurés sont les différents diamètres et les différentes hauteurs. La formule de Smalian a été prise en considération pour le calcul de volume des arbres sur pied.

$$V = \frac{\pi (D1^2 + D2^2) Hf}{4 \cdot 2}$$

Pour les analyse six équations ont été choisies pour retenir celle qui donnerait le résultat souhaité (Jaffard, 1986 et Foucart, 1983), il s'agit de linéaire: $Y=a+bd$; logarithmique: $Y= a+\ln b \cdot d$; exponentielle: $Y= a \cdot e^{bd}$; puissance: $Y=a \cdot d^b$; quadratique: $Y=a+bd+cd^2$; inverse: $Y=a+b/d$.

De tous les modèles proposés, il a fallu retenir celui qui ne donne pas des valeurs négatives en volume significativement différentes de celles obtenues par Smalian au seuil de signification de 95% et celui à coefficient de corrélation $r \geq 85\%$ et R^2 aussi élevé (Dagnelie, 1981).

La construction de la table de tarif a été effectuée à l'aide de l'équation retenue (Dagnelie, 1975) tandis que le graphique sera construit en fonction du volume porté en ordonnée et de diamètre porté en abscisse.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES DENDROMÉTRIQUES.

- **Structure diamétrale des arbres mesurés**

Le diamètre à hauteur de poitrine est le paramètre le plus utilisé dans les inventaires des forêts tropicales, on l'appelle aussi diamètre de référence (Lokombe, 1996).

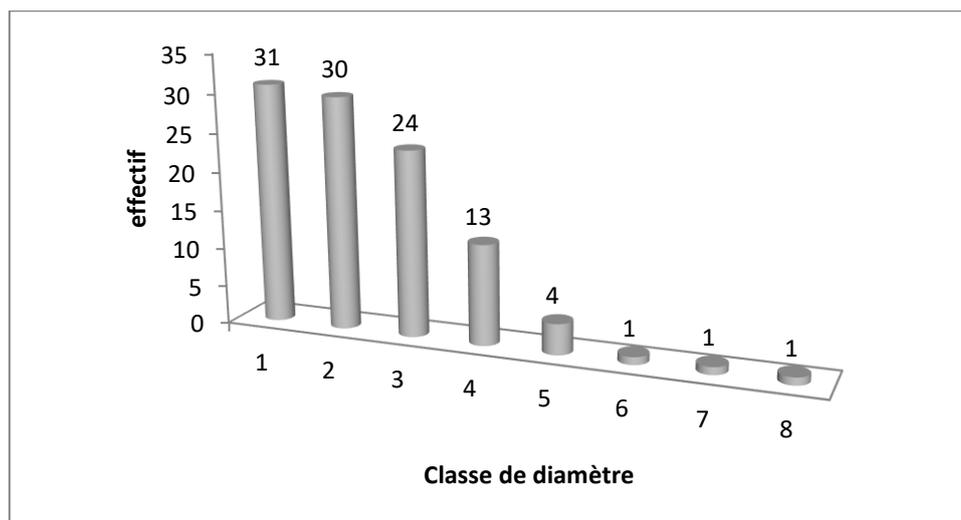


Fig. 1. Graphique des fréquences observées par classe de diamètre

• Calcul du tarif de cubage

La technique forestière en matière de tarif de cubage estime de ce fait qu'un échantillon d'environ 30 arbres suffit largement (Mabiala *et al.* 1981).

3.2 PRÉSENTATION DE MODÈLE DES ÉQUATIONS DE RÉGRESSION.

A partir de la relation de diamètre avec le volume fût, il nous a permis de traiter aisément six équations.

Tableau 1. Caractéristiques des équations de régressions

Equation / Élément	Linéaire	Logarithmique	Puissance	Exponentielle	Inverse	Quadratique
N	68	68	68	68	68	68
a	-0,5925	-2,4117	$1,622 \cdot 10^{-4}$	0,0238	1,1317	68
b	0,0347	0,8738	2,19301	0,0732	-15,6423	0,0699
c	-	-	-	-	-	$-3,163 \cdot 10^{-4}$
r	0,7423	0,6393	0,8805	0,8593	0,5133	$-4,7436 \cdot 10^{-4}$
r ²	55%	41%	78%	74%	26%	

La régression exponentielle et la puissance présentent des coefficients de corrélation r supérieur à 0,8 et les autres ont r ≤ 0,6, il convient à signaler que la corrélation est parfaite lorsque la corrélation est égale à 1 (Dagnelie, 1985). Toutefois, un coefficient r ≥ 0,8 révèle une bonne régression pour un tarif de cubage.

Tableau 2. Equations de tarif de cubage de différents modèles

Modèle	Equation	r (%)	r ² (%)	Volume (m ³)
Linéaire	$Y=0,5925+0,034 \cdot D$			32,2034
Logarithmique	$Y=-2,4117+0,8734 \ln D$	74,23	55	32,2042
Exponentielle	$Y=0,023852 e^{0,0732D}$	63,93	41	52,7731
Puissance	$Y=0,00016D^{2,19301}$	85,93	74	26,4811
Inverse	$Y=1,1317-15,6423/D$	88,05	78	32,3012
Quadratique	$Y=-0,06987-351673 \cdot 10^{-4}D-4,7436 \cdot 10^{-4}D^2$	51,33	26	-118,6769
Volume brut	Formule de Smalian			32,2706

On retient le modèle exponentiel et puissance car leurs coefficients de corrélation sont élevés.

- Ajustement de χ^2 de Pearson

Tableau 3. Appréciation de la qualité d'ajustement par le test de χ^2

Equations	Paramètres
V=0,00016 D ^{2,19301}	χ^2 tabulaire: 37,43
	χ^2 calculé: 23,5289
V=0,0238 e ^{0,0734D}	χ^2 tabulaire: 37,43
	χ^2 calculé: 23,2069

Les valeurs de χ^2 tabulaire pour les deux modèles sont supérieures aux valeurs calculées au niveau de 0,01; d'où la différence est non significative et les deux équations sont acceptables.

- Calcul de l'écart-type résiduel, coefficient de variation résiduelle et l'intervalle de confiance.

Tableau 4. Paramètres d'appréciation des équations

Equations	Paramètres
V=0,00016 D ^{2,19301}	Ecart-type résiduel: 0,4957
	Coefficient de variation résiduelle: 127,7%
	Intervalle de confiance à la moyenne: 0,3852 ±0,1135
V=0,0238 e ^{0,0734D}	Ecart-type résiduel: 0,5842
	Coefficient de variation résiduelle: 74,88%
	Intervalle de confiance à la moyenne: 0,7761 ±0,06

L'équation de puissance a un coefficient de variation résiduelle élevé, d'où son rejet car le choix d'une équation est basé sur un coefficient de détermination élevée et un coefficient de variation résiduelle faible (Njukam, 1995).

- Précision et écart-type sur le coefficient r

Le coefficient de corrélation r a une erreur de 6,5% d'où la précision de 93,5% et une erreur due à l'application du tarif de cubage 8,74% avec une précision de 91,26%.

3.3 CONSTRUCTION D'UN TARIF DE CUBAGE

- Equation de régression

Tableau 5. Forme explicite de l'équation de régression retenue

Type de tarif	Forme explicite de la relation	R ²	ECTR	CVR
Une entrée	V= 0,0238 e ^{0,0734}	0,74	0,5842	74,88%

Par cette forme explicite de la relation entre le volume brut sur écorce et les variables explicites (Rondeux *et al.* 1988 et Kahindo, 2009).

- Table de cubage

Tableau 6. Construction d'une table de cubage ou barème de cubage

Essence: <i>Gillettiodendron kisantuense</i>										
Territoire d'application: Réserve forestière de Yoko										
Equation: $V= 0,0238 e^{0,0734}$										
DHP (cm)	Volume brut (m ³) sur écorce: de la hauteur de poitrine jusqu'à la fourche									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,1261	0,2817	0,3074	0,3829	0,3586	0,3842	0,4098	0,4354	0,4654	0,4866
20	0,5123	0,5379	0,5634	0,5801	0,6147	0,6403	0,6659	0,6915	0,7172	0,7428
30	0,7684	0,7939	0,8196	0,8452	0,8708	0,8964	0,9221	0,9477	0,9733	0,9989
40	1,0245	1,0501	1,0757	1,1013	1,1270	1,1526	1,1782	1,2038	1,2294	1,2550
50	1,2806	1,3062	1,3319	1,3575	1,3831	1,4087	1,4343	1,4599	1,4855	1,5111
60	1,5368	1,5624	1,5879	1,6136	1,6392	1,6648	1,6904	1,7160	1,7417	1,7673
70	1,7929	1,8185	1,8441	1,8697	1,8697	1,9209	1,9466	1,9722	1,9978	2,0234

Cette table révèle que le volume de *Gillettiodendron kisantuense* va de 0.1261 m³ à 2.0234 m³ ce qui correspond à un diamètre minimum de 10cm et un maximum de 70 cm

4 DISCUSSION

- Structure diamétrique de *Gillettiodendron kisantuense*

La distribution des arbres en fonction de leur grosseur présente une décroissance régulière au fur et à mesure que le diamètre augmente mais avec la forme exponentielle à pentes très variables. Les fortes pentes correspondent à des arbres sans grand diamètre mais avec de petits diamètres très nombreux (Fournier et al, 1983) et témoigne d'une installation différée des arbres dans cette réserve, ces observations ont été faite par Kambale et al (2020) a constaté ce phénomène chez *Prunus africana* dans les régions afromontagnardes du Kivu. Cela rejoint les idées de Kambale (2020) et Achille et al (2021) qui stipulent que dans les formations naturelles les arbres des classes supérieures sont moins denses que les arbres de classes inférieures dans la réserve de Kalikuku en RD Congo, ce qui justifie une installation spontanée de ce peuplement.

- Comparaison du tarif de Yoko avec ceux des provinces forestières

Tableau 7. Tarif de Yoko avec ceux des provinces du Congo

Province	Equations
Bandundu	$V= 0,00016242 D^{2,27505}$
Bas-Congo	$V= 0000316561 D^{2,246316682}$
Equateur	$V= 000041287 D^{2,15260045}$
Province Orientale	$V= 00004658 D^{2,1340008}$
Réserve forestière de Yoko	$V= 0,0238 e^{0,0734}$

La réserve forestière de Yoko présente un tarif de cubage de modèle exponentiel, e qui est différent des tarifs des provinces de la RDC comme élaborés par le FRM (2005) et le ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature, Eaux et Forêts (FRM & WWF, 2005) et Muhesi et Sahani (2017) qui présentent des modèles puissance, ce contraste est lié au fait que les tarifs des provinces sont issus des arbres dits autres essences, ce qui implique des centaines d'espèces de la RDC aux caractéristiques dendrométriques différentes.

- Comparaison des volumes obtenus au moyen des différents tarifs de cubage à une entrée des provinces avec celui de la réserve forestière de Yoko

Province	DHP (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bandundu	20	0,1641	0,1834	0,1237	0,2256	0,2485	0,2727	0,1981	0,3249	0,3529	0,3822
Bas-Congo		0,2677	0,2987	0,3316	0,3664	0,4030	0,4419	0,4826	0,5253	0,5701	0,6168
Equateur		0,6518	0,7349	0,8241	0,9193	1,0208	1,2787	1,2430	1,3640	1,4917	1,6262
Province Orientale		0,2809	0,3117	0,3785	0,3785	0,4144	0,4522	0,4916	0,5328	0,5759	0,6209
Yoko		0,5123	0,5379	0,5634	0,5801	0,6147	0,6403	0,6659	0,6915	0,7172	0,7428
Bandundu	30	0,4129	0,4448	0,4781	0,5128	0,5488	0,5862	0,6251	0,6653	0,7069	0,7499
Bas-Congo		0,6656	0,7165	0,7695	0,8245	0,8817	0,9411	1,0025	1,0662	1,1319	1,2000
Equateur		1,7677	1,9162	2,0719	2,2349	0,4052	2,5831	2,7685	2,9615	3,1624	3,3712
Province Orientale		0,6672	0,7156	0,7658	0,8177	0,8715	0,9271	0,9846	1,0439	1,1050	1,1680
Yoko		0,7684	0,7939	0,8196	0,8452	0,8708	0,8964	0,9221	0,9477	0,9733	0,9989
Bandundu	50	1,3198	1,3806	1,4430	1,5069	1,5724	1,6394	1,7080	1,7782	1,8499	1,9233
Bas-Congo		2,0969	2,1923	2,2900	2,3901	2,4926	2,5975	2,7048	2,8145	2,9266	3,0412
Equateur		6,2129	6,5231	6,8424	7,1707	7,5082	7,8549	8,2111	8,5766	8,9516	9,3361
Province Orientale		1,9847	2,0704	2,1580	2,2475	2,3389	2,4324	2,5277	2,6250	2,7243	2,8255
Yoko		1,2806	1,3062	1,3319	1,3575	1,3831	1,4087	1,4343	1,4599	1,4855	1,5111

Légende: DHP= diamètre à hauteur de poitrine

Le tarif de cubage de Yoko donne les valeurs qui s'approchent de celles de Bandundu, du Bas-Congo et de la Province Orientale dans les classes de diamètre inférieures à 40cm, tandis que dans les classes supérieures à 40cm le tarif de Yoko reste inférieur.

Néanmoins, le tarif local de Yoko donne de valeurs inférieures à celles du Bandundu et celui de l'Equateur présente des valeurs très élevées par rapport à celles de Yoko, cette situation peut se justifier par l'utilisation d'un nombre élevé d'arbres de petites dimension par rapport aux arbres de classes de grande dimension dans la confection des tarifs de cubages des provinces dits des autres essences.

Le tarif de cubage local de *Gilletiodendron kisantuense* est applicable à la réserve forestière de Yoko (Parde, 1961) et pour les diamètres allant de 10 cm à 80 cm. Muhesi et Sahani (2017) qui a Butembo avait prédit dans leurs recherches sur le tarif de cubage que le tarif de cubage de *Grevillea robusta* et de *Cedrella odorata* variait selon les zones écologiques.

5 CONCLUSION

Cette étude avait comme objectif de construire un tarif de cubage de *Gilletiodendron kisantuense* dans la réserve forestière de Yoko. Pour construire ce tarif un échantillon de 68 arbres débout ayant un diamètre à hauteur de poitrine supérieur ou égal à 10 cm. Les diamètres et les hauteurs ont été mesurés à l'aide d'un Rélascope de Bitterlich à bandes étroites.

Les résultats obtenus donnent après analyse un tarif à une entrée (volume en fonction du DHP).

Le modèle retenu est $Y=0,0238 e^{0,0734 D}$, le modèle exponentiel ainsi retenu, l'hypothèse de l'existence de relation entre le volume et le diamètre et celle de la traduction de celle-ci sous forme d'équation est confirmée.

Le tarif de cubage local de *Gilletiodendron kisantuense* est applicable à la réserve forestière de Yoko (Parde, 1961) et pour les diamètres allant de 10 cm à 80 cm.

REFERENCES

- [1] Bola, M. 2002. Epiphytes vasculaires et protophytes de l'écosystème urbain de Kisangani. Dissertation de DES inédite Faculté des Sciences, Unikis, 214p.
- [2] Boyemba, D. 2006. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani. Mémoire de DEA, ULB, Fac des Sciences. Laboratoire de Botanique et de Phytotaxonomie 101p.
- [3] Dagnelie, P. 1975. Théories et méthodes statistiques. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, vol.1, 204p..
- [4] Dagnelie, P. 1983. Principes d'expérimentation au champ. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 378p.
- [5] Dagnelie, P. 1985. Table de cubage des arbres de peuplements forestiers. Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 148p.
- [6] Dangale, O. 2004. Plantes myrmécophiles de Yoko, Bloc Nord, mémoire inédit, Fac des Sci. Unikis, 32p.
- [7] FAO, 2012. Situation des forêts du monde, Rome, 66p.
- [8] Fournier et Sasson, A. 1983. Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique, ORSTOM-UNESCO, 473p.
- [9] FRM, 2005. Formation des aménagistes et gestionnaires forestiers, Notions introductives, Libreville, Gabon, 148p.
- [10] FRM & WWF, 2005. Normes d'inventaire d'aménagement forestier, ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature, Eaux et Forêts, Kinshasa, 32p.
- [11] Kahindo M., 2009. Contribution à l'élaboration du tarif de cubage et de la biomasse de Gilbertiodendron dewevrei de la réserve de Bawombi, Province Orientale, mémoire inédit, Unikis.
- [12] Kamabu, V. 1987. Aperçu de la biomasse des quelques groupements post-culturels de la sous-région de Kisangani. In Annales de la Faculté des Sciences Unikis p33-43.
- [13] Kambale Muhesi Eloge, Mate Mweru Jean Pierre, Muhindo Sahani Walere and Mbayu Mpanya Faustin 2020. Effect of altitudinal gradient on the dendrometric parameters of *Prunus africana* (Hook. F.) Kalkman at the East of Democratic Republic of Congo, *Journal of Research in Biology* Vol. 10 (1): 2780 -2786.
- [14] KAMBALE MUHESI Eloge 2020, Influence of spatial distribution on the regeneration of the dense forest of Kalikuku, Lubero, North Kivu, Democratic Republic of Congo, *Journal of Research in Biology* Vol. 10 (1): 2787 -2795.
- [15] Lokombe, D. 1996. Etude dendrométrique de la forêt à Gilbertiodendron dewevrei dans la Collectivité des Bamanga. Mémoire de DES inédit IFA/Yangambi, 120p.
- [16] Lomba et Ndjele, M. 1998. Utilisation de la méthode de transect en vue de l'étude de la phytodiversité dans la réserve forestière de Yoko, Partie Nord. Annales Fac des Sci. Unikis.
- [17] Lubini, A. 1987. Végétation méssicole et post-culturelle de la sous-région de Kisangani et de la Tshopo. Thèse de doctorat inédite, Unikis, 489p., Annales de la Fac des Sci. N°11 Unikis p35-46.
- [18] Lutumba Suika Achille, Kebin Zhang¹, Kambale Muhesi Eloge, Christian Jonathan Anona Kouassi¹, Mbangilwa Mukombe Michel 2021. Influence of Spatial Distribution on the regeneration of *Piptadeniastrum africanum* and *cotea usambaensis* in Kalikuku, Lubero, North Kivu, Democratic Republic of Congo, *Open Journal of Ecology*, 2021, 11, 527-539, DOI: 10.4236/oje.2021.117034.
- [19] Mabilia et Kandara, S. 1981. Tarif de cubage, Normes d'inventaire forestier, SPIAF, cahier n°4, Kinshasa, 58p.
- [20] Mangambu, M. 2002. Etude de peuplement du sous-bois dans la partie nord de la réserve forestière de Yoko, Ubundu, mémoire inédit Fac. Des Sci. Unikis, 56p.
- [21] Muhesi K. et Sahani M, 2017. Contribution à l'élaboration du tarif de cubage et de la biomasse des espèces agroforestières en ville de Butembo, Cas de *Grevillea robusta* et *Cedrela odorata*, Parcours et Initiatives, Revue interdisciplinaire du GRIG/UCG, Vol 1 N°17.
- [22] Njukam, R. 1995. Contribution à l'étude des interactions entre les essences forestières à croissance rapide et le sol de savanes tropicales humides. Cas de la réserve forestière de Melap au Cameroun. Thèse de doctorat inédite FUSA, Gembloux, 162p.
- [23] Parde, J. 1961. Dendrométrie, édition de l'école nationale des eaux et forêts de Nancy, Paris, 350p.
- [24] Rondeux, Thibault et André, 1998. Construction d'un tarif de cubage des arbres pour Aulne (*Alnus glytinosa* L. Gaerts). Presses Agronomiques de Gembloux, p3-8.
- [25] Upoki, A. 2002. Etude de peuplement de Bulbuls (F. de Pycnotidae, O. Passeiformes) de la réserve forestière de Masako, Kisangani, Thèse de doctorat inédite Fac. desSci. Unikis, 109p.