

## Évaluation de la régénération forestière naturelle de MbalaMbala à Kinshasa- Ngaliema, en R.D. Congo.

LUBALEGA K.T.\*<sup>1,2,3</sup>, KABEDI S.<sup>2</sup>, MUMBAKURU L.O.<sup>4</sup>, MUSANGA J.<sup>5</sup>

### Paper History

Received:  
January 19, 2017  
Revised:  
September 18, 2017  
Accepted:  
July 06, 2018  
Published:  
November 27, 2018

### ABSTRACT

**Evaluation of the natural forest regeneration of MbalaMbala in Kinshasa Ngaliema, Democratic Republic of Congo (DRC).**

The evaluation of natural forest regeneration of MbalaMbala in Kinshasa, Democratic Republic of Congo (DRC) focused on regeneration and dendrometry inventories, followed by an analysis of biological forms. Different typological groups exist in that forest. The overall objective of this study is to assess the natural forest regeneration observed in the forestry training of MbalaMbala. The main component species of the regeneration of the MbalaMbala forest were grouped into savannah and forest series. The regrouping of these species in forest and savannah series made it possible to distinguish the process of reforestation in progress. The ANOVA carried out on the structural parameters of different sampling plots revealed a significant effect between the various plots. The study revealed some thirty species of the regenerating forest series in MbalaMbala forest. In total 43 species were found, distributed into 26 botanical families. Three botanical families (Euphorbiaceae, Fabaceae and Rubiaceae) were the most abundant, each with 16.3% specific diversity. We note a few species of the savannah series and that of margin series.

### Keywords:

Evaluation, natural forest regeneration, series, MbalaMbala, Kinshasa

<sup>1</sup>Département de sciences du bois et de la forêt (Centre d'étude de la forêt), Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval, Québec, G1V, Canada

<sup>2</sup>Institut National pour l'Étude et la recherche Agronomiques (INERA/Luki), Antenne de Gestion et Conservation des ressources naturelles (GCRN), Luki, B.P 2037, Luki, Kongo Centrale, RDC

<sup>3</sup>Département de Phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques, Université de Kikwit, B.P. 76, Kikwit, RDC

<sup>4</sup>Département de sciences commerciales et administratives, Faculté des sciences économiques et de gestions, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RDC

<sup>5</sup>Institut Supérieur d'Agroforesterie et de Gestion de l'environnement d'Aten (ISAGE/Aten)

\* To whom correspondence should be addressed : [lubalega@yahoo.fr](mailto:lubalega@yahoo.fr); [tolerant.lubalega-kimbamba.1@ulaval.ca](mailto:tolerant.lubalega-kimbamba.1@ulaval.ca)

## INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo (RDC), abrite dix pourcent de forêts tropicales au monde, première en Afrique; possédant plus de 155,5 millions d'hectares des forêts naturelles (avec 99 millions d'ha des forêts denses humides), soit 67 % du territoire national [EBA'A et BAYOL, 2008]. Elle possède le plus dense réseau hydrographique en Afrique, qui lui confère un potentiel de production d'énergie suffisant pour couvrir les besoins de toute l'Afrique [NDEMBO, 2009], mais, paradoxalement le pays n'est pas desservi correctement en énergie hydro-électrique [SCHURE et al., 2011]. D'où, le besoin croissant de la population de prélever en forêt, le bois de chauffe et le bois pour la fabrication de charbon de bois; ces prélèvements se font souvent dans les périphéries des grands centres urbains comme la ville de Kinshasa [SCHURE et al., 2012].

Les ressources forestières constituent une véritable richesse précieuse au service de nos populations, de nos sociétés et de l'humanité toute entière [ANONYME, 2015]. Depuis la nuit des temps, les hommes étaient toujours tributaires de la forêt [MECNT, 2012]. Les nécessités alimentaires, la quête des produits médicinaux, l'approvisionnement en eau, le ramassage de bois d'énergie, la cueillette des champignons, la chasse, la pêche et l'extraction des produits forestiers non ligneux sont autant des raisons cachées de recours au milieu forestier pour satisfaire les besoins primaires des populations rurales et paysannes [FINKELDEY et al., 2010; GÜNTER et al., 2011; DERERO et al., 2011].

Ces populations qui vivent une pauvreté générale se rabattent sur les ressources naturelles pour trouver des solutions immédiates à court terme, à leurs problèmes d'insuffisances alimentaires, des difficultés socioéconomiques, sociopolitiques, culturelles et environnementales [EVANS et TURNBULL, 2004]. Les formations végétales restent à ce jour une source de revenu et de nourriture par excellence dont l'accès est facile pour les humains vivant à proximité. Les prélèvements inappropriés des ressources naturelles effectués par les populations riveraines sont traduits comme des pressions importantes auxquelles ces ressources doivent faire face. Ces pressions engendrent la déforestation et la dégradation du sol comme conséquences [PUTZ et al., 2001; ANONYME, 2015]. Cette conversion a un impact sur la composition, la structure et les fonctions de la formation végétale [SAYER et al., 1995; LUCKERT et WILLIAM, 2005].

La déforestation croissante et l'épuisement des ressources sont devenus incontrôlables tant au niveau national que local. Aujourd'hui, des menaces pèsent sur la structure et le fonctionnement des forêts qui n'arrivent plus à assumer leurs fonctions de régulation du climat; la protection mécanique du sol notamment, causant ainsi des problèmes environnementaux graves. Ces forêts en général et particulièrement celle de MbalaMbala autrement dit "Zamba ya Nda-Ngye" méritent une conservation intégrale vis-à-vis des citoyens, car elles jouent un rôle essentiel, à la fois sur les plans social, culturel, économique et environnemental [ANONYME, 2015]. La forêt de MbalaMbala est l'une des forêts périurbaines résiduelles de la ville, située dans

la partie ouest de la ville province de Kinshasa. Elle regorge un fond floristique et faunique important traduisant des potentialités énormes en matière de recherche forestière, de tourisme, de protection environnementale, de régulation climatique et offre des produits forestiers non ligneux aux populations riveraines. Mais les connaissances sur la régénération forestière naturelle de cette forêt sont limitées et fragmentaires. D'après BELESI [2009], on ne peut bien gérer que ce que l'on connaît. Et cette connaissance des ressources forestières en place passe par les évaluations de la régénération forestière. Il est donc important que chaque nation dispose des informations relatives à ses ressources [BELESI, 2009]. La connaissance claire et précise de ses potentialités est l'un des éléments permettant d'élaborer des programmes de mise en valeur, d'aménagement et de développement local, national et régional qui doivent s'intégrer dans le plan de gestion des ressources naturelles. C'est dans cette optique que se situe l'évaluation de la régénération forestière naturelle de la forêt de MbalaMbala à Sanga Mamba dans la commune de Ngaliema, à la périphérie de la ville de Kinshasa, RDC. La question de départ de ce travail est formulée comme suit : Dans le contexte actuel de la déforestation et de manque d'énergie hydro-électrique, comment peut-on gérer la forêt qui se trouve au bon milieu de la population avec des prélèvements sans cesse croissant et quelle est sa composition? Quelle sont les stratégies de régénération forestière de la forêt de MbalaMbala pour la sauver et améliorer son aménagement face à l'impact anthropique? L'objectif global de cette étude est d'évaluer la régénération naturelle forestière observée au sein de la formation forestière de MbalaMbala. Spécifiquement, cette étude poursuit les objectifs suivants: analyser la richesse et la diversité spécifiques de la forêt de MbalaMbala à travers les différentes placettes d'échantillonnage établies dans la forêt d'étude et comparer la structure horizontale des différentes placettes avec un Dhp  $\geq 10$  cm.

Pour y parvenir les hypothèses suivantes ont été vérifiées i) la protection de la savane de MbalaMbala aurait conduit à sa formation forestière. Ainsi, ii) l'évaluation de la régénération forestière naturelle de cette forêt contribuerait à la connaissance de son évolution et à la prise en compte de sa contribution à la vie des populations riveraines.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Milieu d'études

La forêt de MbalaMbala est située entre 4° et 5° latitude sud et entre 15°30' et 16°30' longitude est; elle couvre une superficie de 50 000 km<sup>2</sup> [MENGA, 2012], dans la partie Ouest de la ville province

de Kinshasa, dans la commune de Ngaliema. Elle est bornée par les quartiers Sanga-Mamba au nord, Manenga au Sud, Malueka à l'ouest et Molende à l'Est. Dans cette concession qui s'étend sur environ 50 hectares, on trouve quelques antilopes, des écureuils et plus de 100 espèces d'oiseaux [MENGA, 2012]. On y trouve aussi des sources d'eau naturelles, des milliers d'arbres fruitiers et des plantes médicinales

La forêt de MbalaMbala appartient au bassin hydrographique de la rivière Binza faisant partie du bassin du fleuve Congo. Elle se présente sous forme d'une sphère dont le centre est occupé par le Temple du message du Graal entouré par la forêt et la périphérie formée des versants des quartiers Manenga, Molende et Malueka [MENGA, 2005]. La forêt de MbalaMbala jouit d'un climat tropical humide du type AW4 selon la classification de KOPPEN [1931]. Il comporte deux grandes saisons, une saison sèche, dont la grande partie va de mi-mai à mi-septembre et la petite de mi-janvier à mi-février, une saison de pluie allant de mi-septembre à mi-mai entrecoupée par une petite saison sèche de mi-janvier à mi-février.

Les travaux de DEVRED [1959], décrivaient la végétation de Kinshasa comme étant des forêts denses et humides semi-circulaires subéquatoriales et péri-guinéennes, en galerie ou à l'état de massifs isolés dans les savanes guinéennes. Actuellement, la végétation est constituée en règle générale de savanes parsemées d'arbustes et entrecoupées de galeries forestières de faibles densités et superficielles [NDEMBO, 2009]. Cette végétation s'est développée sur des sols sableux et sablo-argileux des systèmes Bateke en fonction de la géomorphologie du site. Les sols du Mont-Amba dans lesquels sont inclus ceux de notre site d'étude, appartiennent au groupe des arenoferralsols selon la classification de l'INEAC et à celui des antisols selon la classification américaine. Ils présentent une texture sableuse, et une structure grumeleuse très fine. Sa consistance est meuble à l'état sec et friable à l'état frais avec une porosité élevée. De coloration brun foncé, ocre-jaune, le sol possède un profil pédologique du type AC. Le profil comprend un mince horizon A humifère, un horizon de transition AC et un Horizon C constituée de matériaux organiques. L'horizon humifère A qui subit un lessivage progressif est inexistant en certains endroits, entraînant ainsi l'exposition de l'horizon de transition AC qui est plus vulnérable à l'érosion. La géologie de ce site est formée des couches de sable de Kalahari posées sur un substratum formé de sables grossiers.

Des forêts secondaires semi caducifoliées subéquatoriales et des savanes arbustives de type guinéen sont observées au



Figure 1. Localisation de la forêt de MbalaMbala (RD C)

sud-ouest de la zone d'étude. Par ailleurs, au nord-ouest de cette zone, pousse, sur du sable argileux, une mosaïque de savane et de savanes arbustives à *Loudetia demeusei*, plante herbacée qui peut atteindre 1,70 m de hauteur. Dans la région des collines, la strate herbacée, bien représentée, atteint 2 à 4 m et est dominée par les espèces suivantes : *Hymenocardia acida*, *Syzygium macrocarpum*, *Annona arenaria*, *Naucllea latifolia* et *Crossopteryx febrifuga*. La strate herbacée supérieure est dominée par le *Loudetia demeusei*. La strate herbacée inférieure, quant à elle, a une hauteur moyenne de 0,40 m et est représentée par le *Sporobolu ssp*, le *Rhynchalytrum roseum* et le *Digitaria brazzae*. La forêt naturelle a complètement disparu à ce jour au niveau de la partie intra urbaine de la région d'étude, laissant la place à des habitations, des industries, des fermes, des espaces maraîchers, etc. Les versants des collines sont cependant couverts de forêts secondaires issues des actions de reboisement et de culture des arbres fruitiers.

### Collecte et analyses des données

L'évaluation de la régénération forestière naturelle, au sein de la forêt de MbalaMbala, en RDC a porté sur les inventaires de régénération et dendrométriques. Un dispositif d'échantillonnage composé de 10 placettes (20 m x 50 m) soit 1.000 m<sup>2</sup> chacune, pour une superficie totale d'un hectare (ou 1 ha) a été établi dans la forêt de MbalaMbala. La principale mesure dendrométrique effectuée sur les arbres des toutes les placettes était le diamètre à la hauteur de la poitrine (Dhp) à 1,30 m au-dessus du sol d'arbres d'échantillonnage à l'aide du ruban gradué au millimètre près. Le seuil limite de mesure a été les arbres ayant un Dhp ≥ 10 cm et les données étaient collectées par une équipe de 4 personnes dont : un pointeur (l'auteur principal) et trois autres mesureurs de Dhp avec un ruban diamétrique gradué au millimètre près. Tous les arbres présents dans chaque placette ont fait l'objet de mesures systématiques, en ne prenant en compte que les tiges d'arbres ayant un Dhp supérieur à 10 cm. L'identification des espèces a été faite sur le terrain. Les espèces non identifiées sur le terrain ont fait l'objet d'un herbier qui était vérifié à Herbarium de l'Institut National d'Étude et de Recherche Agronomiques (INERA) à la Faculté de Sciences de l'Université de Kinshasa. Les dix placettes cernées, se trouvent à des emplacements différents mais dans des conditions similaires. Elles constituent nos unités expérimentales ou traitements d'études. Ces différentes placettes ont fait l'objet d'inventaires de régénération, floristiques et dendrométriques,

ensuite une analyse de formes biologiques a permis d'identifier les différents groupes typologiques existants. Les principales espèces composantes de la régénération forestière de MbalaMbala ont été regroupées en séries (herbeuse et forestières) selon les études de DUVIGNEAUD [1949], WHITE [1983], LUBINI [2003] et BELESI [2009]. Le regroupement de ces espèces en série forestière et savanicole a permis de distinguer le processus de reforestation en cours. Les types de diaspores utilisés sont ceux définis selon la classification de DANSEREAU et LEMS [1957] utilisés par EVRARD [1968] et LUBINI [2003].

Le modèle mathématique sous-jacent à l'analyse de variance est :

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Chaque valeur prise par une observation ( $y_{ij}$ ) peut donc être expliquée comme étant la réponse observée pour la  $j^{\text{ième}}$  observations du  $i^{\text{ième}}$  traitement de l'expérience par rapport à laquelle les autres effets sont décrits sous forme de déviations de l'effet des traitements et un terme d'erreur aléatoire correspondant à l'observation des traitements vécu  $\epsilon_{ij}$  = moyenne générale,  $j$  = observations,  $\tau_i$  = l'effet additif du  $i^{\text{ième}}$  traitement.

L'homogénéité des variances des résidus avec une tendance normale a permis leur utilisation directement sans une quelconque transformation. La diversité spécifique a été évaluée par le dénombrement d'espèces présentes dans les placettes d'échantillonnage, en plus de leur fréquence relative qui représente la plus grande régularité avec laquelle les individus des diverses espèces se rencontrent dans les placettes. Pour y parvenir, l'échelle d'abondance-dominance de Braun-Blanquet a été utilisée, celle-ci est basée sur le nombre d'individus de l'espèce et le recouvrement de l'espèce ; avec les valeurs moyennes de recouvrement suivantes : + = 0,5 ; 1 = 3 ; 2 = 15 ; 3 = 37,5 ; 4 = 62,5 ; 5 = 87,5. L'indice de fréquence dominance (DF) résulte de la somme de la fréquence relative (Fr) et le recouvrement relatif (Dr) soit DF = FR + DR.

### RÉSULTATS

Le **tableau 1** rapporte la composition des inventaires de régénérations forestières naturelles dans les peuplements forestiers étudiés.

Tableau 1 | Composition floristique de la régénération forestière naturelle de la forêt de MbalaMbala 22 ans après sa protection

N°	ESPÈCES	Famille	Série	TB	TD	DP
1	<i>Adenia cassampeloïdes</i> Planch Hook	Passifloraceae	forestière	Th	Sar	Pan
2	<i>Afromomum sanguineum</i> (K Schum)	Zingiberaceae	savanicole	Grh	Sar	At
3	<i>Afromomum alboviolaceum</i> (R) K. Schum) *	Zingiberaceae	forestière	Grh	Sar	PR
4	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schum) W. F Weiht	Fabaceae	savanicole	mph	Bar	PR
5	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schum et Thonn)	Euphorbiaceae	forestière	mph	Sar	At
6	<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv	Sapindaceae	forestière	mph	Sar	At
7	<i>Annona senegalensis</i> PersSubsq	Annonaceae	savanicole	Nph	Sar	GCZ
8	<i>Anthocleista schweinfurhtii</i> Gilg	Gentianaceae	forestière	mph	Bal	BCG
9	<i>Barteria nigratana</i> Hook f	Passifloraceae	forestière	mph	Sar	GC
10	<i>Diospyros pseudomespilus</i> subsp. <i>brevicalyx</i> White	Ebenaceae	forestière	mph	Sar	GC
11	<i>Dracaena mannii</i> Bak	Asparagaceae	forestière	nph	Sar	GC
12	<i>Dichostemma glaucescens</i> Pierre L	Euphorbiaceae	forestière	mph	Sar	GC
13	<i>Dioscorea smilacifolia</i> de wild et ThDur	Dioscoreaceae	forestière	Gt	Pté	Gc
14	<i>Ficus exasperatata</i> Vahl *	Moraceae	lisière	mph	Sar	Pal
15	<i>Funtumia elastica</i> (Peuss) stpf	Apocynaceae	forestière	mph	Pog	GC
16	<i>Gaertnera panicaluata</i> Benth	Rubiaceae	forestière	mph	Sar	CG
17	<i>Harungana madagascariensis</i> Lam Ex Poir	Clusiaceae	forestière	mph	Sar	PR

Tableau I | Composition floristique de la régénération forestière naturelle de la forêt de MbalaMbala 22 ans après sa protection

N°	ESPÈCES	Famille	Série	TB	TD	DP
18	<i>Hugonia platycephala</i> Welw ex Oliv *	Hugoniaceae	lisière	mph	Sar	CG
19	<i>Hymenocardia acida</i> Tull	Phyllanthaceae	savanicole	mph	Pté	PR
20	<i>Hymenocardia ulmoides</i> Oliv	Phyllanthaceae	forestière	mph	Pté	PR
21	<i>Hypparrhenia diplandra</i> (Itac) Stpf	Poaceae	savanicole	H	Sclé	Pla
22	<i>Kolobopetalum chevalieri</i> (Hutch & Dalz) Troupin *	Minispermaceae	forestière	Phgr	Sar	CG
23	<i>Leptactina pynaertii</i> Dewild	Rubiaceae	forestière	Lph	Sar	Cg
24	<i>Macaranga spinosa</i> MuelArg	Euphorbiaceae	forestière	mph	Sarc	GC
25	<i>Maragaritaria descordea</i> (Baill) Webster	Euphorbiaceae	forestière	mph	Sar	PR
26	<i>Millettia drastica</i> Welw ex baker	Fabaceae	forestière	mph	Bal	GC
27	<i>Millettia laurentii</i> Dewild	Fabaceae	forestière	mph	Bal	BCG
28	<i>Millettia versicolor</i> Welw ex Baker	Fabaceae	forestière	mph	Bal	GC
29	<i>Musanga cecropioides</i> R Br *	Moraceae	forestière	Th	Sar	Pan
30	<i>Oncoba welwitschii</i> (Oliv) Gilg	Salicaceae	forestière	mph	Sar	CG
31	<i>Palisota ambigua</i> (P. Beauv) CB Cl *	Commelinaceae	forestière	Chd	Sarc	GC
32	<i>Palisota hirsute</i> (Thums) K Schum ex Dewild *	Commelinaceae	forestière	Chd	Sarc	CG
33	<i>Parquetina nigrescens</i> (Afzel) Bullock *	Asclepiadaceae	forestière	Lph	Sar	BCG
34	<i>Pauridiantha dewevrei</i> Dewild	Rubiaceae	forestière	mph	Sar	BC
35	<i>Pteridium aquilinum</i> (L) Kuhn	Hypolepidaceae	forestière	Grl	Sar	Cos
36	<i>Smilax kraussiana</i> Meisn	Smilacaceae	savanicole	Lph	Sar	At
37	<i>Strychnos pungens</i> Solered	Loganiaceae	savanicole	mph	Bal	BCG
38	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth *	Apocynaceae	forestière	mph	Sar	GC
39	<i>Tachypogon thollonii</i> De Wild	Poaceae	savanicole	H	Sclé	Pal
40	<i>Tarena laurentii</i> (Dewild) Garcia	Rubiaceae	forestière	mph	Sar	BCG
41	<i>Vernonia brazzavillensis</i> Aubr ex Comp	Asteraceae	forestière	Mph	Pog	Pan
42	<i>Vitex ferruginea</i> Schum & Thonn	Lamiaceae	savanicole	mph	Sar	GC
43	<i>Vitex madrensis</i> Oliver	Lamiaceae	savanicole	mph	Sclé	GSZ

Légende : TB = Types biologiques, TD = Type de diaspore, DP = distribution phytogéographique. Mph = mégaphanérophytes; mph = mésophanérophytes, mip = micropanérophytes; nph = Nanophanérophytes, lph = phanérophytes lianux; Ch = Chaméphyte; H = Hémicriptophytes; G = géophytes; Grh = géophytes rhyzomateux; Gt = géophytes tubéreux; Th = thérophytes. (Bal) : Ballochores, (Bar) : Barochores, (Pog) : Pogonochores (Pt) : Ptérochores (Sar) : Sarcochores (Sclé) : Sclérochores, (cos) : Espèces cosmopolites rencontrées à la fois dans les zones tropicales et dans les zones tempérées (pan) : Espèces pantropicales rencontrées dans toute la zone tropicale du monde (AA) : Espèces afro-américaines rencontrées en Afrique et en Amérique tropicale (pal) : Espèces paléo tropicales rencontrées en Asie et en Afrique tropicale (At) : Espèces afro tropicales rencontrées en Afrique tropicale continentale (Pr) : Espèces plurirégionales rencontrées dans plusieurs régions phytogéographiques africaines (Afm) : Espèces afro malgache rencontrées en Afrique tropicale et au Madagascar. (GC) : Espèces omni congolaise, (BCG) : Espèces bas guinéo congolaise, (Congo) : Espèces congolaises (GSZ) : Espèces guinéo soudano zambézienne.

(\*Espèces présentes que dans les placettes du Nord-Est d'échantillonnage)

L'examen du **tableau 1** met en évidence une trentaine d'espèces de la série forestière en régénération dans la forêt de MbalaMbala. Au total 26 familles botaniques ont été inventoriées. Trois familles botaniques (Euphorbiaceae, Fabaceae et Rubiaceae) ont été les plus abondantes avec chacune 16,3 % de diversité spécifique. La prédominance de ces familles a révélé un début de la succession écologique dynamique d'une forêt. Neuf familles botaniques (Passifloraceae, Zingiberaceae, Asteraceae, Dioscoreaceae, Moraceae, Apocynaceae, Phyllanthaceae, Poaceae, Commelinaceae), contribuent avec 8,3 % chacune. Le reste de familles botaniques (Annonaceae, Sapindaceae, Loganiaceae, Gentianaceae, Smilacaceae, Hypolepidaceae, Clusiaceae, Hygoniaceae, Salicaceae, Ebenaceae, Asclepiadaceae) représente 4% pour chacune. On note quelques espèces de la série savanicole et celles de la série lisière.

L'analyse du type biologique révèle une prédominance des Phanérophytes par rapport aux autres types biologiques. Dans ce groupe de Phanérophytes, ce sont les mésophanérophytes qui recouvrent même dans l'ensemble le territoire étudié.

L'examen de la caractéristique biologique a révélé que le

sarcochore est la diaspore la plus disséminée dans cette végétation en reconstitution. À eux seuls 29 espèces sont sarcochores, soit 67,44 % sur le nombre total d'espèces (43); 4 espèces sont ballochores, soit 9,3 %; 3 espèces pogonophores, soit 6,9 %; 3 espèces sont ptérochores, soit 6,9 %; 3 espèces sont sclérochores, soit 6,9 %; 1 espèce est barochore, soit 2,32 %.

L'analyse chorologique révèle la prédominance des espèces endémiques de la région guinéo-congolaise. Toutes les espèces de cette région représentent 53,42 % de l'ensemble du spectre. Elles sont suivies par les espèces africaines, à large distribution avec 27,9 %. Les espèces des autres régions phytogéographiques sont faiblement représentées.

#### Analyse de variance comparative de différentes placettes inventoriées

Le **tableau 2** présente l'ANOVA comparative de différentes placettes effectuée sur les paramètres structuraux des peuplements forestiers. Il s'agit de la densité moyenne/ha, Dhp moyen en cm et de surface terrière moyenne (m<sup>2</sup>/ha) des

Tableau 2| Analyse de la variance comparative de différentes placettes inventoriées

N° de Placette	Nombre de tige	Densité/ /ha	Dhp/cm	Surface terrière m <sup>2</sup> /ha
1	61	610ab	36,1h	1,02 e
2	26	260 d	43,4 f	1,4 de
3	53	530bc	51,5e	2,08 cd
4	27	270 d	51,8e	2,1 cd
5	47	470 c	64,5c	3,2 b
6	68	680 a	71,6 b	4,032a
7	41	410 d	41,02 fg	1,3 de
8	48	480bc	37,8gh	1,1 e
9	57	570abc	59,7d	2,8bc
10	54	540bc	77,8 a	4,71a
<b>Total</b>	<b>482</b>	<b>4820</b>	<b>535,6</b>	<b>24,01</b>
<b>Moyenne/ha</b>		<b>482</b>	<b>53,5</b>	<b>2,4</b>

Tableau 3| ANOVA de la densité/ha, Dhp moyen des différentes placettes d'échantillonnages et leur surface terrière (m<sup>2</sup>/ha)

Source de variation	dl	Densité/ha		Dhp moyen/parcelle (cm)		Surface terrière m <sup>2</sup> /ha	
		F	Pr(>F)	F	Pr(>F)	F	Pr(>F)
Parcelle	9	10,4***	<e-4	109***	<e-4	26,1***	<e-4

différentes placettes inventoriées.

L'examen du **tableau 2** révèle les moyennes de paramètres avec de lettres différentes. Un effet significatif est observé sur les différentes placettes et une grande variabilité dans les différents paramètres structuraux et dendrométriques dont la densité/ha ; celle-ci a varié entre 260 tiges d'arbres et 680 tiges d'arbres par hectare. La placette 6 a été la plus dense que les autres placettes, alors que la moins dense a été la placette 2. Quant au Dhp, il a varié entre 36 cm et 78 cm de diamètre. Les placettes 6 et 10 ont des arbres de Dhp supérieur à celui des autres arbres d'autres placettes. Les arbres de la placette 1 semblent plus jeunes en prenant en compte le diamètre comme critère de discrimination de classe de diamètre. Les deux paramètres structuraux semblent influencer la surface terrière qui est une somme totale des sections transversales mesuré à 1,30 m. Le **tableau 3** résume l'ANOVA effectuée sur les différents paramètres structuraux d'analyse des peuplements forestiers de MbalaMbala.

Le test LSD réalisé sur les différentes placettes d'échantillonnages, a révélé une différence entre les trois premières placettes précédentes et les trois dernières suivantes (placette 10, placette 8 et placette 3) alors que les placettes 7, 5, 4 et 2 n'ont aucune différence significative entre elles, mais avec les six placettes précédentes. En termes de surface terrière occupée par ces arbres, il ne résulte aucune différence significative entre les sections transversales dans les placettes 10 et 6, mais différent avec les placettes 5 et 9 suivies des placettes 3 et 4 qui sont les mêmes ou identiques. Enfin, aucune différence significative n'a été révélée entre les placettes 8, 7, 2 et 1, mais avec les quatre placettes précédentes. Cette différence entre les placettes en terme de surface terrière est expliquée en fonction de diamètre (Dhp), car chaque placette présente un nombre de tiges variables avec des diamètres différents. Les chiffres suivi de lettres différentes présentent des différences significatives entre les moyennes comparées des placettes selon le test de la plus petite différence significative observée. Cette différence s'explique par le fait que certaine espèce présente d'une part un nombre important de tiges par placette chez les régénérant tel que : *Albizia adiathifolia*, *Allophylus africanus*, *Hymenocardia ulmoides* ; *Macaranga spinosa*, *Funtumia africana* ; *Oncoba welwitschii* et *Pentaclethra*

*eetdeveana* et d'autre part une diminution de nombre de tige de quelques espèces telles que *Dracaena mannii*, *Millettia laurentii*. L'abondance des régénérants est fortement présente chez les *Pentaclethra eetdeveana*, *Hymenocardia ulmoides* et *Macaranga spinosa*. Ces espèces pionnières à croissance rapide présentent une forte production et l'approvisionnement en graines et une bonne dispersion. Ceci est comparé aux travaux de WILLIAMS *et al.* [1969], qui ont montré que la toute première phase de la régénération forestière était caractérisée par un rapide changement d'espèce. Les études récentes de LUBALEGA *et al.* [2017], précisent ce constat, le sol est un réservoir de diaspores stockées n'attendant que les conditions favorables pour germer. L'insuffisance d'éclaircissement dans le sous-bois et la compétition sont à la base de la diminution d'espèces moins régénérées telles que *Dracaena mannii*, *Millettia laurentii*.

## DISCUSSION

La composition floristique des placettes d'échantillonnage et les différentes caractéristiques dendrométriques d'inventaires de régénération forestière naturelle ont permis de mettre en évidence la régénération forestière. La prise en compte de la structure des arbres du site d'étude représente un facteur important, qui révèle une succession d'espèces héliophytes en régénération forestière naturelle dans un système préservé du feu. Leur grand pourcentage indique une colonisation récente car il fallait attendre que les peuplements forestiers croissent pour créer des conditions microclimatiques favorables à l'installation des espèces forestières. Ces espèces étant de nature héliophytes, n'ont pas souffert du faible éclaircissement au stade de plantule comme facteur limitant pour leur croissance. Les études antérieures d'OSBORNE [1980] rapportent que le sol est une banque des graines, qui n'attendent que les conditions favorables pour germer. Le mode de dissémination des diaspores de ces espèces, indique qu'elles ont des moyens efficaces de dispersion des diaspores. Celle-ci a été précisée d'après la classification de DANSEREAU et LEMS [1957], basée sur des critères principalement morphologiques, est la mieux indiquée pour étudier les modes de dissémination de la flore d'une région peu connue comme la nôtre. Elle se fait généralement par anémochorie et par zoochorie. On note une prédominance d'essences en régénération forestière naturelle à diaspore totalement ou particulièrement charnue Exemple :

*Fromomum sanguineum*, *Gaertnera paniculata*; ce qui renseigne sur une interaction possible avec la faune locale qui participe à la dissémination [DOUCET, 2003; LUBINI, 2003; MENGA, 2012].

La stratification installée par la venue d'essences en majorité de série forestière d'hauteur différentes suggère des modifications microclimatiques (la température sous chacune des strates, l'humidité relative et l'approvisionnement en lumière) induites, qui approchent celles qui existent sous une forêt naturelle jeune. Les plantules des espèces pionnières peuvent s'installer et se développer en sous-bois des peuplements forestiers constitués comme le rapportent SCHNELL [1970], ANONYME [1979] et KOZLOWSKI [2000]. Il s'observe une rapide restauration des espèces d'arbres caractéristiques de forêts secondaires généralement héliophiles et à croissance rapide. C'est le cas de *Macaranga spinosa*, *Gaertnera paniculata*, *Barteria fustilosa*, *Vernonia brazzavillensis* qu'on retrouve dans la plupart des placettes à MbalaMbala. Ces résultats corroborent les observations de PELTIER [2010] sur une présence importante de produits forestiers non ligneux alimentaires comme le *Dioscorea alata*; et ceux de LUBALEGA *et al.* [2017] sur l'évolution naturelle des savanes mises en défens au plateau des Bateke.

Le deuxième aspect de cette évaluation renseigne sur l'incorporation des matières organiques au sol durant la période du repos de la formation caducifoliée (saison sèche) et celles accumulées sous forme de la litière forestière des peuplements établis. Cette amélioration des conditions physicochimiques sous les peuplements forestiers a été grandement argumentée par les études de KASONGO [2009], SENTE [2011] LUBALEGA, [2016] et NSOMBO [2016].

En dehors des espèces forestières, les espèces de formation herbeuse (de savane) présentent un faible pourcentage de richesse spécifique, soit 18%. Ces espèces sont résiduelles et témoignent la conquête que mène la forêt sur la formation herbeuse par le fait d'être protégée contre le feu par la construction d'un mur de protection. Certaines de ces espèces ne pouvant supporter les conditions d'humidité et d'ombrage créés par ce nouvel environnement, sont en disparition.

La protection contre le feu de brousse par la construction du mur entourant le site constitue donc une mise en défens qui maintient ces peuplements forestiers en établissement dans un état proche de la nature et qui contribue à la reconstitution de la forêt primitive. Ce fait confirme l'origine anthropique de formation herbeuse guinéo congolaise comme l'estime SCHNELL [1970]. Nos résultats sont en accord avec nos hypothèses de recherche, ils ont permis de répondre aux principales questions du départ.

## CONCLUSION

L'examen de la composition floristique réalisé au cours des inventaires floristiques et dendrométriques a révélé une régénération forestière caractérisée par une importance relative des Fabaceae, des Euphorbiaceae et des Rubiaceae. Celles-ci montrent une évolution de formation herbeuse et recrûs forestiers vers les forêts secondaires. La reforestation a été favorisée par la construction d'un mur de protection érigée par les adeptes du Message du Graal qui en sont les propriétaires.

### Remerciement

Les auteurs remercient l'ASBL Message du GRAAL au Congo, pour avoir autorisé de mener ces recherches sur sa concession. Les auteurs remercient aussi la direction de service de biométrie de l'Institut National de Recherches Agronomiques de la RDC (INERA) pour les consultations statistiques.

## RÉSUMÉ

La L'évaluation de la régénération forestière naturelle de MbalaMbala, à Kinshasa, en République Démocratique du Congo (RDC) a porté sur les inventaires floristiques et dendrométriques,

ensuite une analyse de formes biologiques a permis d'identifier les différents groupes typologiques existant dans la dite forêt. L'objectif global de cette étude est d'évaluer la régénération naturelle forestière observée au sein de la formation forestière de MbalaMbala. Les principales espèces composantes de la régénération ont été regroupées en série savanicole et forestière. Le regroupement de ces espèces en série forestière et savanicole a permis de distinguer le processus de reforestation en cours. L'ANOVA réalisée sur les paramètres structuraux de différentes placettes d'échantillonnages, a révélé un effet significatif entre les différentes placettes. L'étude a mis en évidence une trentaine d'espèces en régénération dans la forêt de MbalaMbala. Au total 43 espèces inventoriées sont réparties en 26 familles botaniques. Trois familles botaniques (Euphorbiaceae, Fabaceae et Rubiaceae) ont été les plus abondantes avec chacune 16,3 % de diversité spécifique. On note quelques espèces de la série savanicole et celle de la série lisière.

### Mots clés

évaluation, régénération forestière naturelle, série, MbalaMbala, Kinshasa

### Remerciements

Les auteurs adressent leur gratitude à l'équipe forestière de l'INERA Luki, qui a bien voulu mettre ses compétences à leur disposition, dans l'identification des noms scientifiques et les services agricoles du secteur de Patu qui a bien voulu les accompagner dans les différentes exploitations agricoles d'échantillonnage.

## REFERENCES

- ANONYME [1979]. *Écosystèmes Forestiers tropicaux, état de connaissances*, P.U.F, 740p.
- ANONYME [2015]. *Memento du forestier tropical*, éditions Quae. RD 10, 78026 Versailles Cedex, France.
- BELESI H. [2009]. Étude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kasai en République Démocratique du Congo. Thèse de Doctorat Université de Kinshasa.
- DANSEREAU P. et LEMS K. [1957]. *The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance*. *Contr. Inst. Bot. Univ. Montreal*, 71, 52 p.
- DERERO A, GAILING O, FINKELDEY, R. [2011]. *Maintenance of genetic diversity in Cordia Africana Lam., a declining forest tree species in Ethiopia*. *Tree Genet Gen* 7:1–9
- DEVRED R., [1959]. Carte de la végétation du Congo-Belge et du Rwanda-Urundi, Soc. Roy. Forest. Belgique, Bruxelles.
- DOUCET J-L. [2003]. *L'Alliance délicate de la gestion et de la biodiversité dans les forêts du Gabon*. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques Gembloux.
- DUVIGNEAUD P. [1949]. *Les Uapaca (Euphorbiacées) des forêts claires du Congo méridional*. *Inst. Roy. Col. Belge, Bull. Séances* 20, 4, 863-892.
- EBA'A, R. et N. BAYOLE. [2008]. *Les forêts de la République Démocratique du Congo*. Pp 115-128 In COMIFAC (éd.). *Les Forêts du Bassin du Congo*, Etat des Forêts 2008.
- EVANS J., TURNBULL J.W.. [2004]. *Plantation forestry in the tropics*, 3rd edn. Oxford University Press, Oxford, p 467
- EVRARD [1968]. *Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette Centrale Congolaise, Série Scientifique n°110*, INEAC, 295p.
- GÜNTER S., WEBER M., STIMM B., MOSANDLR. [2011]. *Silviculture in the tropics*. Springer Verlag Berlin Heidelberg 546pp.
- FINKELDEY R, LEINEMANN L, GAILING O. [2010] *Molecular genetic tools to infer the origin of forest plants and wood*. *Appl Microbiol Biotech* 85:1251-1258
- KASONGO R., RANST E., VERDOODT A., KANYANKOGOTE P. ET BAERT G. [2009]. *Impact of Acacia auriculiformis on the chemical fertility of sandy soils on the Bateke plateau, DR Congo*. *Soil Use and management*, 25, 1, 21-27
- KOZLOWSKI TT. [2000]. *Physiological ecology of naturel regeneration of*

*harvested and disturbed forest stands: Implications for forest management. Forest ecology and management, 158, 2002, 195-22*

- LUBALEGA T.K. [2016].** Évolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi-village, sur le plateau des Bateke, en République Démocratique du Congo, Thèse de doctorat Université Laval, Québec, Canada.
- LUBALEGA, T.K., LUBINI, C., RUEL, J.C., KHASA, D.P., NDEMBO, J., LEJOLY, J. [2017].** Structure et composition floristique de savanes arbustives en système préservé du feu à Ibi, plateau des Bateke, en République Démocratique du Congo. Sous presse, accepté par la revue de la RIFFEAC.
- LUBINI A. [2003].** Ressources des forêts secondaires en Afrique centrale et occidentale francophone. Actes atelier régional FAO/IUCN sur la gestion des forêts tropicales. Douala, Cameroun, 17 – 21 novembre 2003.
- LUCKERT MK, WILLIAMSON T., [2005].** Should sustained yield be part of sustainable forest management? *Can J For Res* 35:356–364.
- MECN-T. [2012].** Étude qualitative sur les causes de la déforestation et de la dégradation des forêts en République démocratique du Congo. Kinshasa, 68p.
- MENGA P. [2012].** Écologie des peuplements naturels de *Milletia laurentii* De Wild. dans la région du lac Maï-Ndombe, en RD Congo- Implications pour la gestion durable d'une espèce exploitée Thèse de doctorat, Université de Kinshasa.
- NDEMBO J. [2009].** Apport des outils hydrogéochimiques et isotopiques à la gestion de l'aquifère du Mont Amba (Kinshasa / République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat en cotutelle entre l'Université de Kinshasa et l'Université d'Avignon et de pays de Vaucluse.
- NSOMBO B. [2016].** Évolution des nutriments et du carbone organique du sol dans le système agroforestier du plateau des Bateke en République Démocratique du Congo, thèse de Doctorat. ERAIFT/ Université de Kinshasa, Aménagement et gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux.
- OSBORNE, D.J. [1980].** Senescence in seeds In: Thimann, K.V, (Ed), *Senescence in plants*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 13-37
- PELTIER R., BISIAUX F., DUBIEZ E., MARIEN J-N., MULIELE J-C., PROCES P., et VERMEULEN C. [2010].** De la culture itinérante sur brûlis aux jachères enrichies productrices de charbon de bois en Rêp. Dem. Congo. In *Innovation and Sustainable Development in agriculture and Food* 2010 (ISDA 2010) à Montpellier, France.
- SAYER JA, ZUIDEMA PA, RIJKS MH. [1995].** Managing for biodiversity in humid tropical forests. *Commonw Forest Rev* 74:282–287.
- SCHNELL R. [1970].** Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Les problèmes généraux. Les flores, les structures. Gauthier-Villars, Paris Vol. II: 500-951.
- SCHURE, J. INGRAM, V. AKALAKOU- MAYIMBA, C. [2011].** Bois énergie en RDC : Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani, Rapport CIFOR, <http://makala.cirad.fr>
- SCHURE, J. MARIEN, J.-N. DE WASSEIGE, C. DRIGO, R. SALBITANO, F. DIROU, S. NKOVA, M. [2012].** Contribution du bois énergie à la satisfaction des besoins énergétiques des populations d'Afrique centrale : perspectives pour une gestion durable des ressources. Dans : DE WASSEIGE, C. DEMARCKEN, P. BAYOL, N. HIOLHIOL, F. MAYAUX, PH. DESCLEE, B. NASI, R. BILLAND, A. DEFOURNY, P. EBA'A ATYI, R. (eds.), *Les forêts du bassin du Congo : État des forêts* (2010). Office de publication de l'Union européenne, Luxembourg, p.109- 122.
- WHITE F. [1983].** *The vegetation of Africa*. UNESCO, Switzerland, 356 p.
- WILLIAMS W.T, LANCE G. N., WEBB L. J., TRACEY J.G., DALE M.B., [1969].** Studies in the numerical analysis of complex rain forest communities. III. The analysis of successional data. *J. Ecol.*, 57, 515-535.



This work is in open access, licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in the credit line; if the material is not included under the Creative Commons license, users will need to obtain permission from the license holder to reproduce the material. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>