



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude de la dynamique de la biocénose par différents indices : Caractéristiques écologiques, évolution et régénération naturelle de la forêt à Bombo Lumene (RD. Congo)

E. MAKUMBELO^{1,2*}, L. LUKOKI², K. BELES² et M. LUNGIAMBUDILA²

¹*Faculté des Sciences Agronomiques et Gestion Durable des Ressources Naturelles, Université du Kwango-Kenge, BP.41 Kinshasa I, RD Congo.*

²*Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, BP.190 Kinshasa XI, RD Congo.*

*Auteur correspondant ; E-mail: makumbelocrispin@gmail.com Tél : +243819259566.

REMERCIEMENTS

Sincères remerciements à l'ICCN pour son appui matériel et financier.

Received: 18-11-2022

Accepted: 08-04-2023

Published: 30-06-2023

RESUME

La déforestation de la forêt tropicale est très enregistrée ces derniers temps. L'étude in situ de la dynamique de sa biocénose devient un souci majeur pour tout le monde. L'objectif de la présente étude était de déterminer les caractéristiques écologiques des espèces, l'évolution des habitats herbacés et la régénération naturelle de la forêt à Bombo Lumene. Pour cela, des inventaires floristiques ont été menés dans soixante habitats permanents délimités le long de quinze transects à la lisière forêt-formation herbacée, et les indices de caractéristiques écologiques des espèces et de régénération naturelle de la forêt ont été calculés. L'interprétation des résultats montre une dynamique de cette biocénose en faveur de la forêt. L'analyse approfondie des caractéristiques écologiques révèle une potentialité écophysiological et synécologique de cette dynamique. Les indices : forêt-savane, générique et coefficient de mélange confirment cette évolution. L'étude des semis et des jeunes tiges ainsi que des processus de régénération détermine une bonne régénération naturelle de cette forêt. Cette étude montre qu'une gestion durable permettra sûrement une très bonne régénération naturelle.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Caractéristiques autoécologiques, évolution, régénération naturelle.

Dynamic study of biocenosis by different indices: Ecology characteristics, Evolution and natural Regeneration of forest at Bombo Lumene (DR Congo)

ABSTRACT

The reforestation of tropical forest is much recorded this latter times. A study in situ of forest biocenosis becomes a major worry for everyone. Objective of present study has to determine ecology characteristics of species, evolution of herbaceous settlements and natural regeneration forest at Bombo Lumene. For that floristics inventory has been carry out in sixty permanents settlements demarcated along of fifteen transects at edge forest-herbaceous formation, and index of ecology characteristics of species and of natural forest regeneration

calculated. Interpretation of results show a dynamic of this biocenosis is in favour of forest. An improve analysis of ecology characteristics reveal an ecophysiology and synecology potentiality of this dynamic. Ratings forest-savanna, generic, and mixture rating confirm this evolution. Study of seedlings, young's stems as well as process of regeneration determine good forest natural regeneration. This study show sustainable management will allow very right forest natural regeneration.

© 2023 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Autoecology characteristics, evolution, natural regeneration.

INTRODUCTION

Les caractéristiques de la végétation à l'échelle d'une station sont globalement macrohomogènes dans tous les plans. La littérature ancienne affirme qu'elles reflètent particulièrement une phytocénose plus ou moins complexe. C'est ainsi que toutes les méthodes utilisées pour la délimitation de la biocénose admettent qu'étant donné que les végétaux constituent généralement l'essentiel de la biomasse, qui impose au paysage un aspect caractéristique et qui est facile à inventorier et à délimiter, l'étude de la végétation reste indiquée pour la compréhension des paramètres de différents processus de la biocénose (Dajoz, 2000).

Le concept dynamique de la biocénose couvre deux processus essentiels : l'évolution qui est la variation continue de la complexité d'un système écologique vers un autre (Dajoz, 2000 ; Makumbelo et al., 2020a, 2020b) et la régénération naturelle qui est un mode de reproduction d'un peuplement forestier à partir des semences ou des rejets (Ousseinaet al., 2005). Elle est dans son sens statique, l'ensemble des semis et petites tiges qui couvre un peuplement et dans son sens dynamique, l'ensemble des processus qui permettent naturellement la reproduction de la forêt dense (Frontier et al., 2008 ; Makumbelo et al., 2019, 2020b ; Ramananjatovo, 2013).

Si l'étude de l'évolution permet la compréhension de la transformation continue de la complexité d'une station (Makumbelo et al., 2020a), celle de la régénération constitue un moyen efficace d'appréciation de la reconstitution de la végétation naturelle (Ousseinaet al., 2015).

L'analyse de ces processus (évolution et régénération) peut se réaliser par différents

types d'approche, notamment par télédétection (Muyaya et al., 2016) ou par certains descripteurs. Les caractéristiques des semis et jeunes tiges d'une espèce végétale (Boutheina, 2013), la méthode stigmatiste de Braun-Blanquet et la modélisation sont les plus utilisées (Belesi, 2009 ; Habari, 2009 ; Makumbelo et al., 2019). Elle peut se faire aussi par la combinaison de plus d'une méthode. C'est le cas d'une étude sur la savane Guinéenne (N'dri AB et al., 2018). Mais très peu de recherches recourent entièrement aux indices pour des réflexions écologiques. Or en sciences, quelle que soit l'ancienneté, un indice indique, de façon impersonnelle, quelque chose avec probabilité ou des grandeurs évaluant le nombre de chance qu'a un phénomène de se reproduire.

Cette étude se fixe pour objectif d'étudier la dynamique de la biocénose à Bombo Lumene. Elle analyse les caractéristiques écologiques des espèces recensées, l'évolution des habitats herbacés et la régénération naturelle de la forêt par quelques indices usuels notamment ceux de Lukoki (2013), Beina (2011), Makumbelo et al. (2019, 2020b) et Ramananjatovo (2013).

MATERIEL ET METHODES

Présentation du milieu d'étude

Pour UICN/PACO (2010), le Domaine et Réserve de chasse de Bombo Lumene, situé à la périphérie de Kinshasa, est classé par les Arrêtés n° 07 du 10 février 1968 et n° 00621 du 16 avril 1976 pour l'exploitation touristique et la lutte contre la déforestation. Ce site touristique est placé dans un climat tropical humide soudano-guinéen de type AW4 suivant la classification de Koppen avec une pluviosité qui oscille autour de 1500 mm (N'dri AB et al.,

2018). Sa végétation est marquée par des savanes arbustives et des galeries forestières résultant, comme pour l'ensemble de la forêt africaine, des effets du changement climatique et de la pression anthropique (Mbete et al., 2019). Ces dispositions permettent à Bombo Lumene de remplir les conditions écologiques de plus d'un milieu en Afrique centrale. Ce qui a motivé cette étude de la dynamique de la forêt en vue de saisir in situ la réalité de la forêt africaine afin d'envisager l'extrapolation des résultats à l'échelle tant de la forêt locale que de l'ensemble des forêts tropicales.

Dispositif expérimental

Un échantillon objectif, aléatoire et stratifié (Wong et al, 2001) a été délimité dans les trois blocs du site : Forêt des grumes et le long de Lumene (FgIL), Mwa (Mw) et Bibale (Bbl) pour des inventaires floristiques.

Cinq transects ont été tracés dans chaque bloc traversant chacun trois habitats herbacés : Formation herbacée (FH), Ecotone proche de la FH (EcoFH), Ecotone proche de la forêt (EcoF) et un habitat de forêt. Ce dernier habitat est soit la Galerie forestière (GF), soit le Bosquet forestier (BF).

Une placette permanente de 225 m² et 25 m² (Belesi, 2009) est délimitée respectivement dans l'habitat forêt (BFouGF) et dans chacun des habitats herbacés (FH, EcoFH et EcoF). Ce a donné une superficie totale de 2475 m², 900 m² et 375 m² respectivement pour l'ensemble des relevés du BF, de la GF et de chacun des habitats herbacés (Makumbelo et al., 2019).

La Figure 1 reprend le dispositif expérimental de l'inventaire.

Collecte des données

Deux séries d'inventaire ont été menées. La première, inventaires initiaux, a recensé les espèces d'individus matures. La deuxième, inventaire de recrutement, ne s'est intéressée qu'aux espèces des individus de régénération c'est-à-dire des semis et jeunes tiges.

Pour ce recrutement, les données ont été récoltées à partir de tiges visibles sur terrain (15 à 20 cm de hauteur) et les évaluations du

recrutement ont été espacées de 6 et 10 mois (Doucet et al., 2004 ; Ramananjatovo, 2013). Les échantillons botaniques des espèces recensées ont été collectés et identifiés à l'herbier de l'INERA à l'Université de Kinshasa. Les individus séchés ou en voie de l'être ont aussi été comptés. Une calculatrice a servi pour les différents calculs.

Traitement et analyse des données

Les données de la première campagne ont permis surtout l'étude des caractéristiques écologiques des espèces et l'évolution des habitats herbacés. Celles des inventaires de recrutement ont été analysées pour étudier essentiellement la régénération naturelle. Les indices suivants ont permis cette analyse.

Indices utilisés

Caractéristiques écologiques des espèces

Quatre indices ont permis l'étude de la biodiversité.

Composition et diversité floristique

La liste des différentes espèces inventoriées a permis de calculer la diversité floristique et le rapport Dicotylédone / Monocotylédone.

Il est calculé par la formule :

$$R = D / M$$

où R = rapport. D = Dicotylédone et M = Monocotylédone

Les conclusions indiquent :

- si $R > 5$ l'Ecosystème est forestier ;
- si $R < 3,5$ l'Ecosystème est savanicole ;
- si R compris entre $3,5 \leq R \leq 5$ l'Ecosystème est arbustif ou arboré ou mixte (Lukoki, 2013).

Diversité spécifique (Disp) et densité spécifique (Desp) de différents habitats

Disp = nombre d'espèces recensés dans un relevé (Gobal et al., 2003).

Desp = Disp / Unité d'Echantillonnage (Beina, 2011).

Indice de diversité et d'équitabilité R de Pielou

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi(\log_2 pi)$$

$$R = H' / \log_2 S \text{ (Gobal et al., 2003).}$$

Evolution des habitats herbacés

Deux indices analysent le type du système écologique en faveur duquel la dynamique de la lisière se réalise.

Indice de contact Forêt-savane

Cet indice détermine la progression ou la régression de la forêt ou de la savane. Il est calculé par la formule :

$I = NS/NF$ où I = indice de l'avancée, NS = nombre d'espèces de la savane et NF = nombre d'espèces de la forêt.

Les conclusions sur cet indice rapportent que :

- si $I = 0$, les espèces de la forêt et la savane n'ont pas encore eu le temps d'occuper le terrain où il y a eu l'abattage répété ;
- si $I < 1$, la forêt progresse par rapport à la savane;
- si $I > 1$, jamais réalisé en réalité, il y a envahissement de la forêt par la savane, par exemple à la suite d'un feu de brousse qui détruit la forêt ou d'un déboisement par l'homme ;
- si $I = 1$, est une relation d'équilibre que réalise une forêt claire ou une savane arborée (Makany, 1976).

Rapport générique

C'est l'indice de l'ancienneté ou de l'évolution de la flore. Il se calcule par le rapport suivant :

$$R = E / G$$

où R = rapport, E = espèces et G = genres

Les conclusions sur ce rapport rapportent qu'il y a l'évolution lorsque R supérieur à 1 (Lukoki, 2013).

Régénération naturelle de la forêt

Sens statique de la régénération

C'est la comparaison du nombre des semis et des jeunes tiges des espèces de la forêt par rapport à celui de la formation herbacée recensés lors des inventaires de recrutement.

Dynamique de la régénération

Les processus fondamentaux de la dynamique de la régénération naturelle de la forêt dans la formation herbacée tels que repris dans l'application R du Modèle LIFOSA- 17 (Makumbelo et al., 2020) sont : 1° $Co = ppl + nbpl$ où Co = conquête, ppl = présence des plants, nbpl = nombre des plants ; 2° $Ppex = clhi + dclf$ où Ppex = Présence des préexistants,

clhi = classes d'hauteur des individus, dclf = différentes classes fonctionnelles ; 3° $Cr = qtépl + crdclf$ où Cr = croissance des plants, qtépl = quantité des plants, crdclf = croissance des individus des classes fonctionnelles et 4° $Aa = fe + Eéco$ où Aa = action anthropique, fe = feu de brousse et Eéco = exploitation de l'écosystèmes.

Coefficient de mélange d'un peuplement

C'est la mesure de la diversité floristique de la dynamique, qui est la manière dont les espèces se répartissent entre les individus présents dans le peuplement. Ce coefficient est calculé comme suit :

$CM = \text{nombre d'espèces} / \text{nombre total des tiges inventoriés}$ (Ramananjatovo, 2013).

Les données de la première campagne permettent le calcul du coefficient de mélange pour l'étude de l'évolution. Celles des autres campagnes permettent l'étude du coefficient de mélange pour la régénération naturelle.

Indice de dispersion

L'indice indique le type de répartition des recrutés pour avoir une idée sur la distribution spatiale de la régénération naturelle. Il est calculé par la formule :

$$Id = \sigma^2 / x$$

où Id = indice de dispersion; σ^2 = variance et x = moyenne de comptage.

Les valeurs d'appréciation sont : $Id < 1$ distribution régulière ; $Id = 1$ distribution aléatoire et $Id =$ tous les autres cas distribution agrégative (Rajaonena et al., 2008).

Taux de régénération naturelle

Le taux de régénération naturelle a été calculé selon l'échelle de Rothe (Ramananjatovo, 2013) par la formule :

$$TR = [\text{Nombre des individus de régénération} / \text{Nombre des individus autres}] \times 100$$

Si $TR < 100\%$ la régénération est difficile ; si $100 < TR < 1000\%$ la régénération est bonne et si $TR > 1000\%$ la régénération est très bonne.

Pourcentage de mortalité

Le pourcentage de mortalité (Pm) a été calculé par la formule :

$Pm = [\text{Effectifs des individus séchés ou en voie de l'être} / \text{Effectif total}] \times 100$.

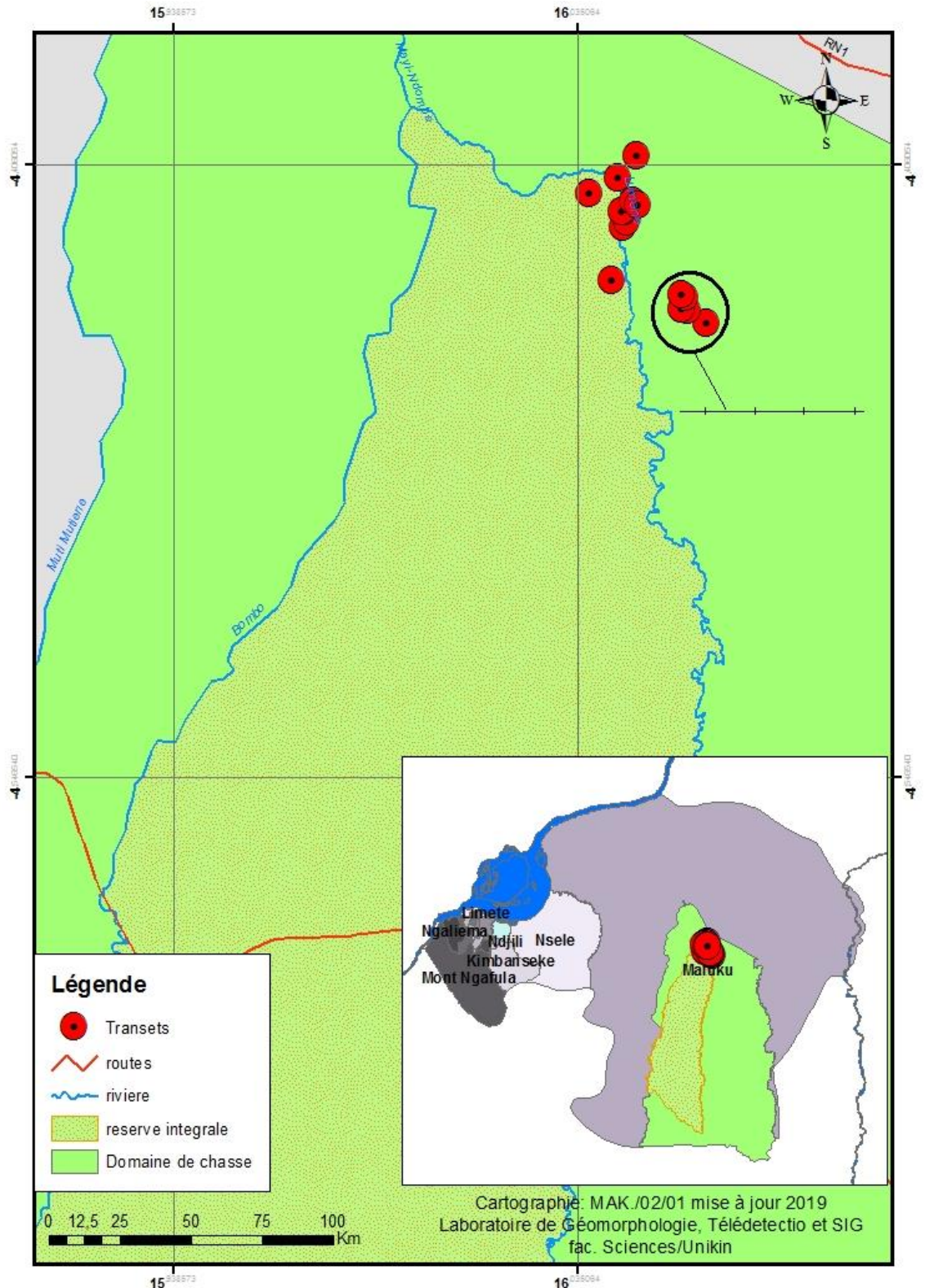


Figure 1: Dispositif expérimental de l'inventaire.

RESULTATS

Caractéristiques écologiques des espèces recensées

Composition floristique

Le Tableau 1a reprend les espèces recensées à la première campagne. Il en ressort une liste floristique de 75 espèces dont 50 sont forestières. La richesse taxonomique présente 36 familles, 62 genres et 75 espèces. Les *Fabaceae* constituent la famille qui a le plus d'espèces et de genres. Elles sont suivies des *Phyllanthaceae*, des *Rubiaceae* et des *Euphorbiaceae*. Dans l'ensemble, il s'observe que le nombre d'espèces est supérieur à celui de genres.

Vingt-sept (27) familles sont des Angiospermes Dicotylédones vrais ou Eu dicotylédones. On note aussi la présence de 6 Angiospermes Monocotylédones et des Angiospermes Magnoliidées (*Annonaceae*), Pteridophytes (*Hypolepidaceae*) et Clamydospermes (*Gnetaceae*). Donc le territoire étudié est mixte.

Le Tableau 1b présente la liste des espèces différentes, inventoriées à la deuxième série d'inventaires, que celles recensées à la première série. Il ressort de ce tableau que 23 espèces ont été comptées sur les 77 espèces identifiées lors de ces campagnes. Vingt-une de ces 23 espèces sont d'origine forestière.

Diversité floristique

La diversité floristique (de la campagne) a été analysée par deux types : $CM_t = 1/27$ et $CM_{hh} = 1/31$. Le CM_{hh} (coefficient de mélange des habitats herbacés) est supérieur au CM_t (coefficient de mélange du peuplement de toute la lisière).

Rapport Dicotylédone et Monocotylédone

L'analyse de la richesse taxonomique (Tableau 1a) montre un Rapport Dicotylédone et Monocotylédone de 4,5. Le territoire est arbustif ou arboré ou mixte.

Diversité spécifique et densité spécifique de différents habitats

Le Tableau 2 reprend la diversité spécifique et la densité spécifique de différents habitats. De ce tableau il ressort que la diversité spécifique est plus élevée dans le bosquet forestier et à l'écotone proche de la forêt. Cette dernière est suivie de celle de la formation

herbacée et de l'écotone proche de la formation herbacée.

Quant à la densité spécifique, la plus caractéristique (1013) est observée à l'écotone proche de la forêt. Celle-ci est suivie par celle de la formation herbacée et de l'écotone proche de la FH (960 pour chaque cas). La galerie forestière et le bosquet forestier ont une très faible densité spécifique soit respectivement 211 et 161.

Le nombre d'espèces par habitat se rapproche fortement d'un biotope à l'autre sauf dans la galerie forestière où elle est très faible soit 19. La densité spécifique est très faible dans la galerie forestière et le bosquet forestier.

Indice de diversité et d'équitabilité

Le Tableau 3 présente l'indice de diversité et d'équitabilité par bloc. Il indique que l'indice de la diversité de Shannon reste élevé ($> 3,0$ bits) à tous les niveaux et montre une grande diversité spécifique. Par contre celui de régularité de Pielou demeure < 1 soit entre 0,7 et 0,8.

Evolution des habitats herbacés

Indice contact forêt-savane

Le Tableau 4 regroupe les données relatives à l'indice de contact forêt-savane (I) (au premier inventaire) dans les biotopes herbacés. On note que $I < 1$ dans EcoFH, $I < 1$ à l'EcoFet $I > 1$ dans FH. Ces résultats confirment que la forêt progresse par rapport à la formation herbacée. Donc il y a tendance de la transformation continue des conditions de ces habitats vers celles de la forêt.

Rapport générique

Les données relatives au rapport genres et espèces (R) sont reprises au Tableau 5.

L'analyse du Tableau 5 montre que $R = 1,2$. Ce qui indique l'évolution de la flore.

Régénération naturelle de la forêt dans les habitats herbacés

Sens statique et dynamique de la régénération naturelle

Le Tableau 6 reprend les pourcentages des semis et jeunes tiges d'espèces de la forêt et des espèces de la formation herbacée recensés (lors des deux campagnes de recrutement).

L'analyse du Tableau 6 révèle que 1977 individus des espèces de la forêt et 372 individus des espèces de la formation herbacée sont recensés dans cette lisière. 904 soit 45,7% des individus des espèces de la forêt sont trouvés dans les trois habitats herbacés (FH, EcoFH et EcoF) et 344 soit 91,7% des individus des espèces de la formation herbacée sont inventoriés dans ces habitats. Dans l'ensemble, 904 (72,4%) et 344 (27,56%) respectivement des individus de la forêt et des individus de la formation herbacée sont comptés dans les trois habitats herbacés.

Ces individus sont des semis et des jeunes tiges qui ont réussi les différents processus de la régénération (conquête, présence des préexistants, croissance et action humaine).

Nombre d'individus des espèces recensées par strate et par habitat herbacé

Les différents processus de la régénération naturelle sont repris dans la Figure 2. L'analyse de la Figure 2 révèle les quatre processus de la régénération naturelle. Il s'agit de la conquête d'un grand nombre de jeunes tiges des espèces de la forêt dans la strate herbacée, de la croissance d'un autre nombre dans les strates arbustives et de la présence des préexistants dans les strates

arborescentes. Ce résultat atteste une action anthropique durable dans ces habitats herbacés.

Coefficient de mélange

Le Tableau 7 regroupe les données relatives au Coefficient de mélange (CM) du peuplement dans les habitats herbacés. Il ressort de ce tableau que le CM du peuplement forestier dans les habitats herbacés passe de 1/5 à 1/11 à l'EcoFH et de 1/10 à 1/8 à l'EcoF respectivement au premier et au deuxième inventaire. Ce qui est une véritable régénération dans ces biotopes par ces espèces et leurs individus.

Mode de dispersion dans les habitats herbacés

Le Tableau 8 reprend les données relatives à l'indice de dispersion (Id) des individus d'espèces de la forêt dans les habitats herbacés. De son analyse, il ressort que l'Id des individus d'espèces de la forêt est supérieure à 1 dans tous les habitats herbacés aux deux campagnes. C'est donc une distribution agrégative dans ces biotopes.

Taux de la régénération naturelle

Le Tableau 9 présente les taux de la régénération naturelle dans les habitats herbacés. Il ressort de son analyse que les taux de régénération naturelle dans les biotopes herbacés se situent entre 100 et 1000%. C'est une bonne régénération naturelle.

Tableau 1a : Liste des espèces identifiées à la première campagne.

Familles	Espèces
<i>Acanthaceae</i>	<i>Thomandersia butayei</i> de Wild.
<i>Anacardiaceae</i>	<i>Lannea antiscorbutica</i> (Hiern) Engl.
<i>Annonaceae</i>	<i>Annona senegalensis</i> Pers. Subsp. <i>outrottricha</i> Le Thomas. <i>Uvaria scabrida</i> Oliv.
<i>Apocynaceae</i>	<i>Landolphia camptoloba</i> (K.Schum.) Pichon. <i>L. lanceolata</i> (K.Schum) Pichon. <i>L. parvifolia</i> K.Schum. <i>Rauvolfia mannii</i> Stapf.
<i>Asteraceae</i>	<i>Vernonia potamophila</i> Klatt. <i>Chromoleana odorata</i> (L) R. King & H. Robinson
<i>Arecaceae</i>	<i>Elaeis guineensis</i> jacq.
<i>Bignoniaceae</i>	<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum.
<i>Clusiaceae</i>	<i>Allanblackia floribunda</i> Oliv. <i>Garcinia huillensis</i> Welw. ex Oliv. <i>Harungana madagascariensis</i> Lam.exPoir <i>Psorospermum febrifugum</i> Spach.
<i>Combretaceae</i>	<i>Combretum psidioides</i> Welw.

	<i>C. racemosum</i> P. Beauv.
<i>Commelinaceae</i>	<i>Palisota ambigua</i> (P.Beauv.) C.B.clarke
<i>Connaraceae</i>	<i>Cnestis ferruginea</i> D.C. <i>Rourea coccinea</i> (Thonn.ex Schuma Ch.) Benth subsp. <i>Coccinea</i> var. <i>viridis</i> (Gilg.) Schellemb. (Syn. <i>Byrsocarpus viridis</i>)
<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus mapanioides</i> C.B. clarke
<i>Dilleniaceae</i>	<i>Tetracera poggei</i> Gilg.
<i>Dracaenaceae</i>	<i>Dracaena mannii</i> Baker syn. <i>D. nitens</i> Welw.ex. Bak.
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach & Thonn) Mull.Arg. <i>Chaetocarpus africanus</i> Pax. <i>Macaranga monandra</i> Mull. Arg. <i>Maprounea africana</i> Miill. Arg. <i>Sclerocroton cornutus</i> Bax.
<i>Fabaceae</i>	<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F.Wight. var. <i>adianthifolia</i> <i>Berlinia giorgii</i> De Wild. var. <i>gilletii</i> (De Wild.) Hauman <i>Dalbergia pachycarpa</i> (De Wild. & T.Durand) ulbrich. ex De Wild <i>Dialium englerianum</i> Henriques <i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight & Arn. subsp. <i>Platycarpa</i> Welw. <i>Dioclea reflexa</i> Hook.f. <i>Hymenostegia floribunda</i> (Benth.) Harms. <i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) J. Léonard <i>Leptoderris congolensis</i> (De Wild.) Dun. <i>Millettia drastica</i> Welw.ex Baker <i>M. laurentii</i> De Wild. <i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild. & T.Durand
<i>Gentianaceae</i>	<i>Anthocleista schweinfurthii</i> Gilg.
<i>Gnetaceae</i>	<i>Gnetum africanum</i> Welw.
<i>Hypolepidaceae</i>	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>aquilinum</i> <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. <i>centrali-africanum</i> Hiern.
<i>Lamiaceae</i>	<i>Vitex ferruginea</i> Schumach. & Thonn. <i>V. madiensis</i> Oliv.
<i>Larantaceae</i>	<i>Phragmanthera capitata</i> (Spreng.) Balle
<i>Loganiaceae</i>	<i>Strychnos cocculoides</i> Baker <i>S.pungens</i> Solered
<i>Marantaceae</i>	<i>Hypselodelphys scandens</i> Louis & Mullenders
<i>Myrtaceae</i>	<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC. subsp. <i>guineense</i>
<i>Olacaceae</i>	<i>Olax subscorpioidea</i> Oliv.
<i>Ochnaceae</i>	<i>Ochna afzelii</i> R.Br. ex Oliv.
<i>Passifloraceae</i>	<i>Paropsia brazzeana</i> Baill.
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Bridelia ferruginea</i> Benth. <i>B. micrantha</i> (Hochst) Baill. <i>Hymenocardia acida</i> Tul. <i>H. ulmoides</i> Oliv. <i>Maesobotrya vermeulenii</i> (De Wild.) J.Leonard. <i>Uapaca sansibarica</i> Pax.
<i>Poaceae</i>	<i>Megastachya mucronata</i> (Poir.) P.Beauv.

<i>Polygalaceae</i>	<i>Securidaca longepedunculata</i> Fresen var. longepedunculata
<i>Rhamnaceae</i>	<i>Maesopsis eminii</i> Engl.
<i>Rubiaceae</i>	<i>Gaertnera paniculata</i> Benth. <i>Geophila renaris</i> De Wild. & Th. Dur. <i>Grossopteryx febrifuga</i> (Afzel. Ex G. Don) Benth <i>Leptactina leopoldi-secundi</i> Buttner <i>Leptactina liebrechtsiana</i> De Wild. & T.Durand var. liebrechtsiana <i>Pauridiantha callicarpoides</i> (Hiern.) Bremek.
<i>Salicaceae</i>	<i>Caloncoba welwitschii</i> (Oliv.) Gilg. syn. <i>Oncoba welwitschii</i>
<i>Sapindaceae</i>	<i>Allophylus africanus</i> P. Beauv.
<i>Sapotaceae</i>	<i>Manilkara adolphi-friederici</i> (Engl. & K.Kr.) H.J. Lam.
<i>Zingiberaceae</i>	<i>Aframomum alboviolaceum</i> (Ridley) K.Schum. <i>Aframomum angustifolium</i> (Sonnerat) K.Schum.
Total: 36	75

Tableau 1b : Liste de nouvelles espèces identifiées à la deuxième et troisième campagne.

Nom de l'espèce	Famille
1. <i>Anisophyllea quangensis</i> Engl. ex. Henriques	<i>Anisophyllaceae</i>
2. <i>Baissea axillaris</i> (Benth.) Hua	<i>Apocynaceae</i>
3. <i>Berlinia bruneelii</i> (DeWild.) Torre & Hillc. var. bruneelii (DeWild.) Haman	<i>Fabaceae</i>
4. <i>Brachystegia wangemeeana</i> De Wild.	<i>Fabaceae</i>
5. <i>Clerodendrum splendens</i> G.Don	<i>Lamiaceae</i>
6. <i>Costus afer</i> Ker Gawl	<i>Costaceae</i>
7. <i>Craterispermum laurinum</i> (Poir) Benth.	<i>Rubiaceae</i>
8. <i>Eremospatha haullevilleana</i> DeWild.	<i>Arecaceae</i>
9. <i>Landolphia owarensis</i> P.Beauv.	<i>Apocynaceae</i>
10. <i>Maprounea membranacea</i> Pax & K.Hoffm	<i>Euphorbiaceae</i>
11. <i>Millettia comosa</i> (Mich.) Hauman	<i>Fabaceae</i>
12. <i>Millettia theuszii</i> (Biittn.) De Wild.	<i>Fabaceae</i>
13. <i>Millettia versicolor</i> Welw.ex Baker	<i>Fabaceae</i>
14. <i>Nephrolepis undulata</i> (Afr.exSw .) J.Sm.	<i>Nephrolepidaceae</i>
15. <i>Pseudospondias microcarpa</i> (A.Rich.) Engl.	<i>Anacardiaceae</i>
16. <i>Rauvolfia nana</i> E. A. Bruce	<i>Apocynaceae</i>
17. <i>Rauvolfia vomitoria</i> Afzel.	<i>Apocynaceae</i>
18. <i>Rhabdophyllum arnoldianum</i> (De Wild. & T. Durand) van Tiegh. var. arnoldianum	<i>Ochnaceae</i>
19. <i>Rothmannia lujoie</i> (De wild.) Keay	<i>Rubiaceae</i>
20. <i>Smilax anceps</i> Willd.	<i>Smilacaceae</i>
21. <i>Strychnos variabilis</i> De Wild.	<i>Loganiaceae</i>
22. <i>Trichilia gelletii</i> De Wild.	<i>Meliaceae</i>
23. <i>Xylopi aethiopica</i> (Dunal) A.Rich.	<i>Annonaceae</i>
Total: 23	

Tableau 2 : Diversité spécifique et densité spécifique par habitat.

N°	Paramètres	Habitats de la lisière				
		FH	EcoFH	EcoF	GF	BF
1	Diversité spécifique	36	36	38	19	40
2	Densité spécifique/ ha	960	960	1013	211	161,6

Tableau 3: Indices de diversité et d'équitabilité des arbres et arbustes par bloc et habitat.

Blocs et habitats	H'	R
Forêt des grumes et le long de Lumene	4,33	0,81
Mwa	4,25	0,76
Bibale	3,98	0,79
Formation herbacée	3,81	0,74
Ecotone proche de la formation herbacée	4,05	0,79
Ecotone proche de la forêt	4,30	0,83
Galerie forestière	3,03	0,73
Bosquet forestier	4,29	0,81

Tableau 4: Indice I dans les habitats herbacés.

Paramètres	Habitats herbacés		
	FH	EcoFH	EcoF
I	1,3	0,85	0,56

Tableau 5: Rapport genres et espèces.

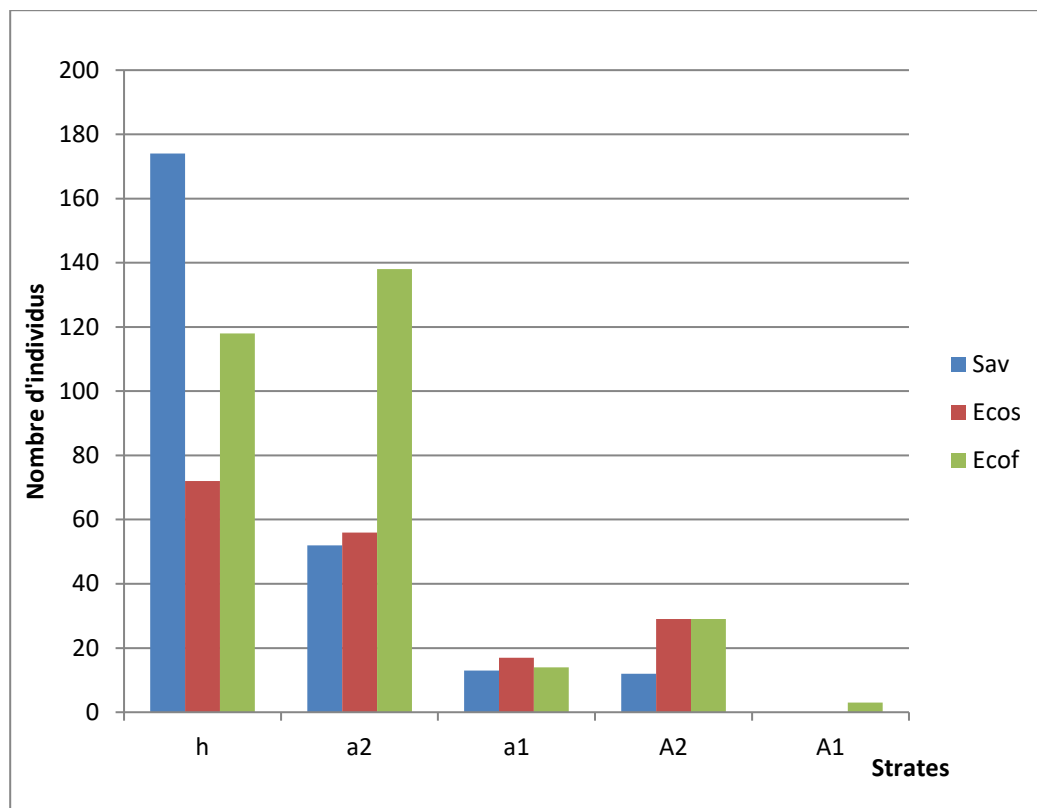
Paramètres considérés		
Nombre des genres	Nombre d'espèces	R
62	75	1,2

Légende : R = Rapport genres et espèces.

Tableau 6 : Individus des espèces de la forêt et de la FH par habitat (%).

Habitats	Individus d'espèces de la forêt		Individus des espèces de la FH	
	Fréq	%	Fréq	%
FH	185	9,3	169	45,06
EcoFH	328	16,59	110	28,80
EcoF	391	19,77	67	19,47
Habitats herbacés	904	45,72	344	91,73
GF	238	12,03	0,0	0,0
BF	835	42,72	26	8,26
Lisière forêt-FH	1977	100	372	100

Légende : Fréq. = fréquence.



Légende : Habitats = Ecof: Ecotone proche de la forêt, Ecos : Ecotone proche de la savane et Sav : savane ; Strates = h : herbacée, a2 : sous arbutive, a1 : arbutive, A2 : arborée inférieure, A1 : arborée supérieure.

Figure 2 : Nombre d'individus d'espèces de la forêt identifiées par habitat et par strates.

Tableau 7 : Coefficient de mélange du peuplement forestier dans les habitats herbacés.

Habitats herbacés	FH		EcoFH		EcoF	
	1 ^{er}	2 ^{ème}	1 ^{er}	2 ^{ème}	1 ^{er}	2 ^{ème}
Inventaire						
Nombre d'espèces	24	26	21	32	17	35
Nombre d'individus	109	295	97	339	162	296
CM	1/4	1/9	1/5	1/11	1/10	1/8

Tableau 8 : Indices de dispersion des individus de la forêt dans les habitats herbacés.

Moments considérés	Id par habitat herbacé		
	FH	EcoFH	EcoF
1 ^{er} inventaire	13,56	6,67	13,54
2 ^{ème} inventaire	8,21	33,84	13,74

Tableau 9 : Taux de la régénération naturelle dans les habitats herbacés.

Moment considérés	Taux de régénération naturelle de la forêt dans les habitats herbacés		
	FH	EcoFH	EcoF
Après les deux campagnes	109,4	303,7	583,5

DISCUSSION

Fabaceae (17,3%), *Apocynaceae* (8,1%), *Rubiaceae* (8,1%), *Euphorbiaceae* (6,6%), *Phyllanthaceae* (6,1%) viennent en tête de la liste des importantes familles d'espèces recensées (pour l'ensemble des campagnes). Ce qui corrobore les résultats obtenus à Ibi, en R.D. Congo, par Lubalega (2016) selon lesquels avec 22 familles et 55 espèces dont les *Fabaceae* (14, 5%), *Euphorbiaceae* (10,9%), *Rubiaceae* (10,9%), *Phyllanthaceae* (9,0%), *Apocynaceae* (7,2%) et les *Lamiaceae* (7,2%) ont été recensées à l'îlot forestier et, avec 27 familles et 58 espèces, la galerie forestière était couverte des *Rubiaceae* (15,5%), *Fabaceae* (10,5%), *Euphorbiaceae* (10,3%), *Apocynaceae* (6,8%), *Phyllanthaceae* (5,1%) et *Lamiaceae* (5,1%). Les *Fabaceae* et *Apocynaceae* sont, une fois de plus, signalées en tête de la liste floristique à Ibi par Nsielolo (2016). Les *Rubiaceae*, les *Euphorbiaceae* et les *Fabaceae* viennent aussi en tête de la liste dressée après un inventaire dans les environs de Kinshasa (Makumbelo et al., 2018). Habari signale que les *Fabaceae* / *Caesalpinioideae* sont généralement constituées de gros arbres de la cuvette centrale, les *Rubiaceae* tolèrent la strate inférieure de la flore forestière alors que les *Euphorbiaceae* du genre *Sclerocroton*, les *Fabaceae* des genres *Millettia*, *Dalbergia*, *Albizia*, les *Phyllanthaceae* (*Hymenocardia*), ainsi que les *Asteraceae* (*Chromolaena*, *Vernonia*) affectionnent les milieux ouverts (Habari, 2009). Cette attitude des *Rubiaceae* indiquant la tendance nettement forestière de la végétation a été aussi mentionnée par Lubalega (2016). Elles forment d'ailleurs l'élément fondamental de la flore forestière de la région de Kinshasa (Habari, 2009). Il est reconnu que les *Fabaceae* et les *Rubiaceae* sont abondantes dans la région soudano-sahélienne (Diallo et al., 2010). Les premières affectionnent les formations herbacées tropicales (Ramade, 2008).

Le rapport Dicotylédones et Monocotylédones montre que la lisière étudiée est mixte pour autant qu'elle soit arbustive ou arborée. Cette diversité spécifique (85 genres et 98 espèces identifiées pour l'ensemble des

campagnes) est faible. Ceci peut s'expliquer par la faible dimension de cette lisière, des habitats, des placettes et du type d'espèces inventoriées.

L'indice de diversité de Shannon indique 3,81 bits, 4,05 bits et 4,30 bits avec un indice de régularité de Pielou correspondant de 74%, 79% et 83% respectivement à la FH, à l'EcoFH et à l'EcoF. Ces valeurs sont différentes de celles oscillant autour de 1 bit avec une régularité atteignant plus de 96% trouvées à la Réserve de Fina au Mali (Diallo et al., 2010). Elles sont supérieures à 2,75 bits, 2,84 bits, 2,95 bits et 2,52 bits avec une équité correspondante de 73%, 77%, 66% et 56% calculés respectivement à la Formation herbacée témoin, à la Formation herbacée mise en défens et à la litière à Ibi, en RD Congo (Nsielolo, 2016).

La diversité et l'équité révèlent une certaine dynamique de ce système écologique où les différentes espèces participent équitablement à sa constitution. Les espèces de la forêt étant majoritaires, il y a lieu de croire à une dynamique en leur faveur. Le milieu de Bombo Lumene est relativement stable car on sait que lorsque l'indice d'équité d'un écosystème ou d'une formation herbacée végétale dépasse 70%, ce milieu est relativement stable, la compétition est relativement faible entre les espèces en communauté dans les différentes unités (Diallo et al., 2010).

Cette diversité spécifique augmente depuis les faibles valeurs observées dans les communautés pionnières à la FH et à l'EcoFH, jusqu'à une complexité élevée à l'EcoF et au BF avant d'être réajustée à la GF. Elle est en pleine progression dans les habitats herbacés et la forêt est en pleine régénération dans ces habitats ouverts.

La densité spécifique par ha reste élevée aux deux Ecotones, au bosquet forestier et à la formation herbacée mais moins à la galerie forestière plus couverte par de grands arbres qui attestent la mise en place d'un peuplement en voie d'atteindre une structure définitive.

Finalement, l'ensemble des caractéristiques de ces espèces permet d'appréhender aussi bien les dispositions

intrinsèques et autoécologiques de chacune d'espèce recensée que les caractéristiques synécologiques de la structure et du fonctionnement de ce système écologique. Il révèle une potentialité en faveur de la dynamique de ce dernier, qui regorge un nombre important d'espèces forestières et en marque le sens. En effet, il est déjà connu que, pour plus d'un cas, les habitats herbacés moins perturbés en contact avec les forêts connaissent un embroussaillage et évoluent vers la forêt (Frontier et al., 2008) chaque fois qu'une perturbation le permet.

Pour ce qui est de l'évolution, nos résultats tirés de l'indice forêt-savane, du rapport générique et du coefficient de mélange corroborent le constat fait dans la plupart des formations du bassin du Congo selon lequel la dynamique de ces deux formations (formation herbacée et forêt) est en faveur de la forêt. Ces résultats confirment ceux antérieurement trouvés dans ce site selon lesquels il s'observe une variation positive par images satellitaires de 1.545 hectares entre 2000 et 2015 qui atteste la tendance de la dynamique forestière spatiale (Muyaya et al., 2016). La même tendance a aussi été constatée en 2020 (Makumbelo et al., 2020a).

Du reste, plusieurs travaux mentionnent la transformation des formations herbacées en forêt dans le continent. Lubalega (2016) cite une forte littérature ancienne qui mentionne des cas en République Démocratique du Congo, en République du Congo et en Afrique de l'Ouest. Il a même été observé au Gabon que l'évolution est due à la conversion des formations herbacées et des routes d'exploitation forestière en forêt (Desclée et al., 2014). Cette dynamique, reprend une ancienne littérature, se fait, généralement, par l'enrichissement des habitats herbacés des espèces compétitives et agressives de la forêt. A Bombo Lumene, ces espèces, après leur mutation, installation et après avoir réussi la compétition dans les habitats herbacés, influencent ces biotopes à se transformer vers les habitats plus complexes de la forêt par le processus normal de l'évolution (Dajoz, 2000).

L'envahissement de la forêt par la formation herbacée dans certaines stations de cette lisière peut s'expliquer par des incendies

et des déboisements qui brisent le flux des échanges entre ces deux systèmes. Ceci explique l'ampleur et la complexité des apports du contact forêt-formation herbacée en Afrique. L'indice Dicotylédone–Monocotylédone atteste qu'il s'agit d'un écosystème soit arbustif ou arborescent ou mixte (Lukoki, 2013) dont très vulnérable.

Cette transformation continue de la complexité des habitats herbacés se fait, à Bombo Lumene, soit de proche en proche entre les habitats adjacents (Forêt-EcoF-EcoFH-FH) soit par de petits bonds entre habitats extrêmes c'est-à-dire Forêt-FH (Makumbelo et al., 2019). Ses bosquets forestiers et écotones sont plus riches en espèces et en familles botaniques que la galerie forestière. Les deux premiers sont plus ouverts et plus réceptifs en espèces. C'est le siège de la réaction ou de la transformation (Dajoz, 2000).

Il est reconnu que les diaspores sont disséminées de l'intérieur vers l'extérieur du massif forestier. Mais il peut s'expliquer aussi par les types des diaspores de plus d'une espèce pionnière, leur dormance, la situation géographique de chacun de ces habitats par rapport à la forêt, leurs conditions édaphoclimatiques et par la coïncidence phénologique durant l'année.

Pour ce qui est de la régénération naturelle de la forêt dans les habitats herbacés, les fréquences et les pourcentages des espèces de la forêt et de ceux des espèces de la formation herbacée dans ces trois habitats herbacés révèlent, respectivement, l'évolution progressive de la forêt de la FH vers le BF et inversement une tendance à la régression des espèces de la formation herbacée du BF vers la FH. Cette domination de la forêt est plus marquée dans les habitats herbacés où dans l'ensemble des 1.248 semis et jeunes tiges recensés, 72,4% sont des individus des espèces de la forêt et 27,56% de la formation herbacée.

L'analyse du nombre d'individus comptés à la FH, à l'EcoFH et à l'EcoF révèle une proportion importante de jeunes individus d'espèces de la forêt dans la strate herbacée et arbustive de ces habitats. Les inventaires du recrutement ont même inventorié un nombre élevé de ces jeunes individus des espèces de la forêt par rapport à ceux des espèces de la

formation herbacée dans ces habitats herbacés. Ce qui est un indicateur du sens statique de la régénération naturelle. La présence des individus de ces espèces dans différentes strates de ces habitats atteste la présence des quatre processus de la dynamique qui renouvellent naturellement la forêt. Il s'agit de la conquête, de la croissance, de la présence des préexistants et de l'action anthropique (Makumbelo et al., 2019, 2020b) dans les habitats herbacés. Ce qui corrobore les écrits anciens nouvellement interprétés (Makumbelo, 2022) selon lesquels la régénération naturelle recouvre un double aspect : d'une part au statique, comme l'ensemble des semis et petites tiges existant dans un peuplement, d'autre part au sens dynamique, comme l'ensemble des processus par lesquels la forêt dense se reproduit naturellement.

Les résultats du Coefficient de mélange du peuplement forestier sont mieux que ceux de Baza Mahafaly au Madagascar, où il a été montré qu'à 1/20 la forêt est peu perturbée et présente après 20 individus recensés une nouvelle espèce alors qu'avec 1/31 les espèces sont moins diversifiées (Ramananjatovo, 2013).

A Bombo Lumene, la distribution est agrégative. C'est celui des individus distribués de manière groupée ou contagieuse. C'est un mode généralement assuré par l'autochorie capable de créer des cellules forestières autour des semenciers.

Les Taux de la régénération montrent que cette régénération est bonne pour chaque habitat herbacé. Bien que bonne, elle est très faible à la FH et faible à l'EcoFH. Ce qui peut s'expliquer par des passages réguliers du feu de brousse dans ces habitats et par le fait que les herbes et les lianes s'entremêlent fortement à l'EcoFH. La forte colonisation de ces dernières est, en effet, un facteur qui peut la retarder (Habonayo et al., 2019) et renforcer la compétition et l'inhibition de certaines espèces nomades moins compétitives.

Conclusion

La dynamique de la biocénose à Bombo Lumene est en faveur de la forêt. L'analyse des caractéristiques autoécologiques de ses espèces, de l'évolution des conditions de ses

habitats herbacés et de la régénération naturelle de la forêt dans ses habitats le confirme. Les résultats de l'analyse des caractéristiques autoécologiques des espèces inventoriées révèlent une potentialité intrinsèque, qui dispose l'ensemble du système écologique, à une dynamique en faveur de la forêt. Les résultats tirés des indices de l'évolution indiquent une transformation continue et progressive des conditions des habitats herbacés vers une complexité élevée. Certains indices, notamment ceux de la régénération naturelle : le coefficient de mélange, les taux de la régénération dans les habitats herbacés, le mode de dispersion, le pourcentage des individus de différents types d'espèces et celui de la mortalité indiquent une bonne régénération naturelle dans les habitats herbacés et une très bonne régénération naturelle à la lisière forêt-formation herbacée. C'est ce qui permet de confirmer une dynamique en faveur de la forêt à Bombo Lumene. Une gestion durable pourrait traduire cette dynamique en une très bonne régénération naturelle de l'ensemble des habitats de ce site et même de la forêt de l'Afrique centrale et l'ensemble des forêts tropicales qui remplissent les mêmes conditions écologiques.

CONFLITS D'INTERÊTS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

ME est l'investigateur principal dans cette étude ; LL, BK et LM ont supervisé le travail.

REMERCIEMENTS

Nos sincères remerciements à Monsieur Landu Lukebakio, Indicateur botanique de l'INERA et à Monsieur le Professeur Mbale de l'UNIKIN et Directeur scientifique de l'ICCN pour leur contribution.

REFERENCES

Beina D. 2011. Diversité floristique de la forêt dense semi-décidue de M'Baki, RCA, Etude expérimentale de l'impact de deux types d'intervention sylvicole. Thèse de

- doctorat, Université de Picarde, Picarde, p.226.
- Belesi K. 2009. Etude floristique, physiogénique, Phytosociologique de la végétation de Bas-Kasî en RDC. Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, Kinshasa, p. 565.
- Boutheina A. 2012. Croissance, fructification et régénération naturelle des peuplements artificiels de Pin pigeon (*Pinus pinea*) au nord de la Tunisie. Thèse de doctorat, Université Plaise Pascale, Université d'Auberge, Université Carthage, Carthage, p. 225.
- Dajoz R. 2000. *Précis d'Ecologie* (7^{ème} éd.). Dumond : Paris.
- Desclée B, Moyaux P, Hansen M, Lola Aman P, SannierCh, ertens B, Hausler T, Ngamabouswe R, Poilve H, Gond V, Rabm M, Haarpaintner J, KibambeLubamba JP. 2014. Evolution du couvert forestier du niveau national au régional et moteurs de changement. In *Les Forêts du Bassin du Congo – Etat des forêts 2013*, de Wasseige C, Flynn J, Louppe D, HiolHiol F, Mayau Ph (Eds). Weyrich. Belgique ; 19–46.
- Diallo H, Fave EH, Lejoly J, Nasi R, Maiga M, Bogaert J. 2010. Caractérisation de la Biodiversité ligneuse de la Réserve de la biosphère de la boucle du Mali. *Bois et forêts des Tropiques*, **303**(1) : 31-39 : <http://www.researchgate.net/2DDia300> : 280 doschun 21/04/10
- Doucet JL, Ntchandi Otimbo PA, Boubady AG. 2004. Comment assister la régénération naturelle de l'Okoumé dans les concessions forestières. *Bois et forêts des Tropiques*, **279**(1) : 59-72 : <http://revuesciradfr> > article> view. 20009.pdfOKOUME/ LE POINT SUR.
- Frontier S, Pichod-Viale D, Leprière D, Davoult, Lucgak Ch. 2008. *Structures, Fonctionnement, Evolution* (4^{ème} éd.) : Paris.
- Habari MJP. 2009. Etude floristique, Phytogéographie et Phytosociologique de la végétation de Kinshasa et des bassins moyens des rivières N'djili et Nsele en République Démocratique du Congo. Thèse de Doctorat, Université de Kinshasa, Kinshasa, p.191 + Annexes.
- Habonayo R, Azihou AF, Dassou GH, Havyarimana F, Adomou AC, Habonimana B. 2019. Expansion de la liane envahissante *Sericostachys scandens* Gilg. & Lopr. (Amaranthaceae) en forêt dense humide de montagne : déterminants écologiques et effets sur les plantes herbacées. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(1):18-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.3>.
- Gobal JM, Aragnon M, Matthey W. 2003. *Lesol vivant* (2^{ème} éd., revue et augmentée). Presses Polytechniques et Universitaires Romaines : Lausanne.
- Lubalega L. 2016. Evolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi village sur le plateau de Bateke en RDC. Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, Kinshasa, p. 151.
- Lukoki L. 2013. Cours de Phytogéographie, Département de Biologie, Faculté des Sciences. Gift Coll. Université de Kinshasa : Kinshasa.
- Makany L. 1976. *Végétation des Plateaux Teke (Congo)*. Coll. Travaux de l'Université de Brazzaville: Brazzaville.
- Makumbelo CE. 2022. Caractéristiques écologiques, 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, Université de Kinshasa, Kinshasa, p. 179 +annexe.
- Makumbelo E, Lukoki L, Bikoko E. 2018. Pratiques traditionnelles de gestion durable des espèces végétales utiles : cas de la savane de Kinshasa, R.D. Congo. *Congo Sciences, International journal en ligne de l'ACASTI et de CEDESURK ACASTI and CEDESURK Online Journal*, **6**(2) : 108-114 : <http://www.co.gosciences.cd>.
- Makumbelo E, Lukoki L, Belesi K, Lungiambudila O, Lejoly J. 2019. Valorisation de la lisière forêt-savane : Régénération naturelle de la forêt dans la formationherbacée – Stratification des plantes de la forêt à Bombo Lumene. *Int.*

- J. Biol. Chem. Sci.*, **13** (7) : 3378-3389.
DOI :
<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.32>
- Makumbelo E, Lukoki L, Belesi K, Lungiambudila O. 2020. Valorisation de la Lisière Forêt-Savane: Caractéristiques et Evolution à Bombo Lumene, R.D. Congo. *Congo Sciences, International journal en ligne de l'ACASTI et de CEDESURK ACASTI and CEDESURK Online Journal*, **8**(2) : 126-134.
<http://www.congosciences.cd>.
- Makumbelo E, Lukoki L, Belesi K, Lungiambudila O. 2020. Modèle LIFOSA-17 : outil d'analyse de la dynamique de la forêt. *Congo Sciences, International journal en ligne de l'ACASTI et de CEDESURK ACASTI and CEDESURK Online Journal*, **8** (3) : 104-111. <http://www.congosciences.cd>.
- Mbete P, Leckoundzou A, Sosthene OC, Moukilou G, Goma GF, Koubouana F. 2019. Evaluation des potentialités ligneuses de l'Assiette Annuelle de Coupe (ACC) 2018 dans l'Unité Forestière d'exploitation (UFE) Mpoukou-Ogooué. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(1): 265-276. DOI :
<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i1.22>.
- Muyaya BK, Rudant JP, Lumuenamo R, Beland M, Riera B. 2016. Dynamique spatiale du domaine de chasse et réserve de BomboLumene entre 2000 et 2015 par imagerie satellitaire optique. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, **18**(2): 559-568. DOI :
<https://www.ijias.issr-journals.org/>.
- N'dri AB, Fonbge M, Soro TD, Gignoux J, Kone M, Dosso K, N'Dri JK, Barot S. 2018. Principaux indices de l'intensité du feu dans une savane Guinéenne d'Afrique de l'Ouest. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 288-274. DOI:
<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.21>
- Nsielolo KR. 2016. Régénération forestière assistée avec *Millettia laurentii* De Wild. dans la savane mise en défens à Ibi – village au plateau Bateke (RDC). Thèse de doctorat, ERAIFT, Kinshasa, p. 148 + annexe.
- Ousseina S, Fortina R, Marichatou H, Yenikoye A. 2005. Diversité, structure et régénération de la végétation ligneuse de la Station Sahélienne Expérimentale de Toukounous, Niger. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 910-926. DOI :
10.4314/ijbcs.v9i2.29.
- Ramade F. 2008. *Dictionnaire Encyclopédique des Sciences de la Nature et de la Biodiversité*. Ed. Dunod : Paris.
- Rajaonena ML, Rajaelison LG, Rabenilalana FM, Rabenilalana FM, Rakoto RH. 2008. Mise en place d'un état de référence et d'un plan de suivi écologique des vestiges de forêt primaire de la Station forestière de *Mandraka*. ESSA Département des Eaux et Forêt, Université d'Antananarivo : Antananarivo.
- Ramanjantovo. 2013. Etude structurale et écologique de la régénération naturelle de la flore dans deux zones à différents degrés de perturbation dans la Réserve spéciale de Biza Mahafaki. Mémoire, Université d'Antananarivo, Antananarivo p.117.
- UICN/PACO - Union Internationale pour la conservation de la nature. 2010. Parcs et réserves de la République Démocratique du Congo Evaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées. UICN : Gland.
- Wong JL, Thormber K, Baker N. 2001. 13 Evaluation des ressources en produits forestiers non ligneux Expériences et principes de la biométrie Produits forestiers non ligneux. FAO: Rome.