

Analyse du mouvement spatiotemporel à la lisière forêt-formation herbacée: Evolution et régénération naturelle de la forêt au paysage de Bombo Lumene (Kinshasa-RDC)

[Analysis of spacio-temporal movement at the forest- formation herbaceous edge: Evolution and forest natural regeneration at Bombo Lumene landscape (Kinshasa-RDC)]

C.E. Makumbelo

Faculté des Sciences agronomiques et Environnement, Université du Kwango, BP. 41 Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2026 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: Heterogeneous landscape of Congo basin appear at the same time, as reason of poverty and one opportunity for stimulate forest dynamic, restauration of forest covert and sols and reinforcement of ecosystemics goods and services. One research upon study of forest dynamic in this basin was carried in objective sample at Bombo Lumene by forest inventory. Analysis of results by modelisation reveled: - progressive tranformation of ecology conditions complexity of herbaceous settlements towards the one of forest influenced by migration of pioneers species; - forest natural regeneration attested by seedings and start-up and differents process of forest reconstitution. She came allowed conclude that one good management will allow restauration of forest capable of doing establish sane hearth of environment and of population.

KEYWORDS: landscape, dynamic, forest, Congo basin, Bombo Lumene.

RESUME: Le paysage hétérogène du bassin du Congo apparaît, à la fois, comme la cause de la pauvreté et une opportunité pour stimuler la dynamique de la forêt, la restauration du couvert et sols forestiers et le renforcement des biens et services écosystémiques. Une recherche sur l'étude de la dynamique de la forêt dans ce bassin a été conduit dans un échantillon objectif à Bombo Lumene par des inventaires forestiers. L'analyse des résultats par modélisation a révélé: - une transformation progressive de la complexité des conditions écologiques des habitats herbacés vers celle de la forêt influencée par la migration des espèces pionnières; - une régénération naturelle de la forêt attestée par des semis et petites tiges et différents processus de reconstitution de la forêt. Ce qui a permis de conclure qu'une bonne gestion permettra la restauration d'une forêt capable d'établir une saine santé de l'environnement et de la population.

MOTS-CLEFS: paysage, dynamique, forêt, Bassin du Congo, Bombo Lumene.

1 INTRODUCTION

Les études de la dynamique se partagent entre trois types des travaux. Il s'agit ceux de la tendance de la dynamique, notamment, étudiée par [1], de ceux sur l'évolution des conditions écologiques d'un écosystème vers les conditions d'une complexité différente [2] et ceux sur l'explication des mouvements des corps par des forces qui s'y appliquent [3]. Les deux derniers types (évolution et régénération naturelle) sont étudiés par exemple en recourant à [4].

Le concept régénération naturelle est grossièrement perçu comme une technique de renouvellement du système écologique par l'ensemencement spontané, contrairement à la culture. Mais de façon plus profonde, elle est considérée soit comme la population des brins sous-bois [5] soit comme l'ensemble des processus démographiques qui assurent le renouvellement des individus adultes, à partir de leur recrutement [6]. Ces deux manières d'interpréter ce concept sont tirées d'une littérature ancienne qui lui reconnaît une double facette: d'une part au sens statique, comme l'ensemble des semis et petites tiges existants dans le peuplement, d'autre part au sens dynamique, comme l'ensemble des processus par lesquels la forêt dense se renouvelle naturellement [7].

Après l'analyse d'une abondante littérature, il a été retenu que l'usage des modèles comme outil d'analyse date des années 1940-1950 [7]. Le modèle permet à la fois de comprendre la réalité et le réel. Sa validité n'est possible que quand lui et le système réel ont des comportements proches. Autrement dit, quand il représente avec précision le système réel [8]. Le modèle mathématique permet d'après [9], d'une part de modéliser avec les mathématiques, d'autre part d'établir un lien précis entre objets syntaxiques et les structures mathématiques, sous forme des théorèmes de toutes les sortes d'informations sur la nature de ce lien.

Le paysage est un système éco complexe caractérisé par une fragmentation de la forêt, une hétérogénéité des écosystèmes influencée par les activités humaines, une dynamique continue et une percolation des caractéristiques écologiques [9].

Aujourd'hui, ce niveau d'organisation supérieur à l'écosystème, domine dans le bassin du Congo. Il est en partie, à la fois, cause et conséquence de la pauvreté et de multiples calamités qui sévissent dans la planète terre. Cette étude se fixe pour objectif d'étudier l'évolution des conditions des habitats herbacés vers la forêt et le moteur émergent de la dynamique de la régénération naturelle de la forêt dans le paysage de Bombo Lumene. Les résultats des inventaires de "recrutement" tirés de ce paysage permettront d'envisager des solutions pour des forêts moins fragmentées et plus productives dans le bassin du Congo en particulier et dans la planète Terre en général.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

Le Domaine et réserve de chasse de Bombo Lumene est une aire protégée et classée du patrimoine de l'Etat en RD Congo. Ce site a été institué pour l'exploitation touristique et la lutte contre la déforestation. Situé à l'hunterland de Kinshasa soit aux environs de 120 Km du centre-ville, ce site connaît, depuis quelques décennies, une forte pression anthropique. Placé dans un climat tropical humide de type AW4 suivant la classification de Koppen avec une pluviosité estimée à 1500 mm, sa végétation jadis dominée par des galeries très épaisses est aujourd'hui essentiellement couverte par des savanes arbustives et des galeries forestières moins denses [7].

La Figure 1 reprend la carte de Bombo et le dispositif d'inventaire.

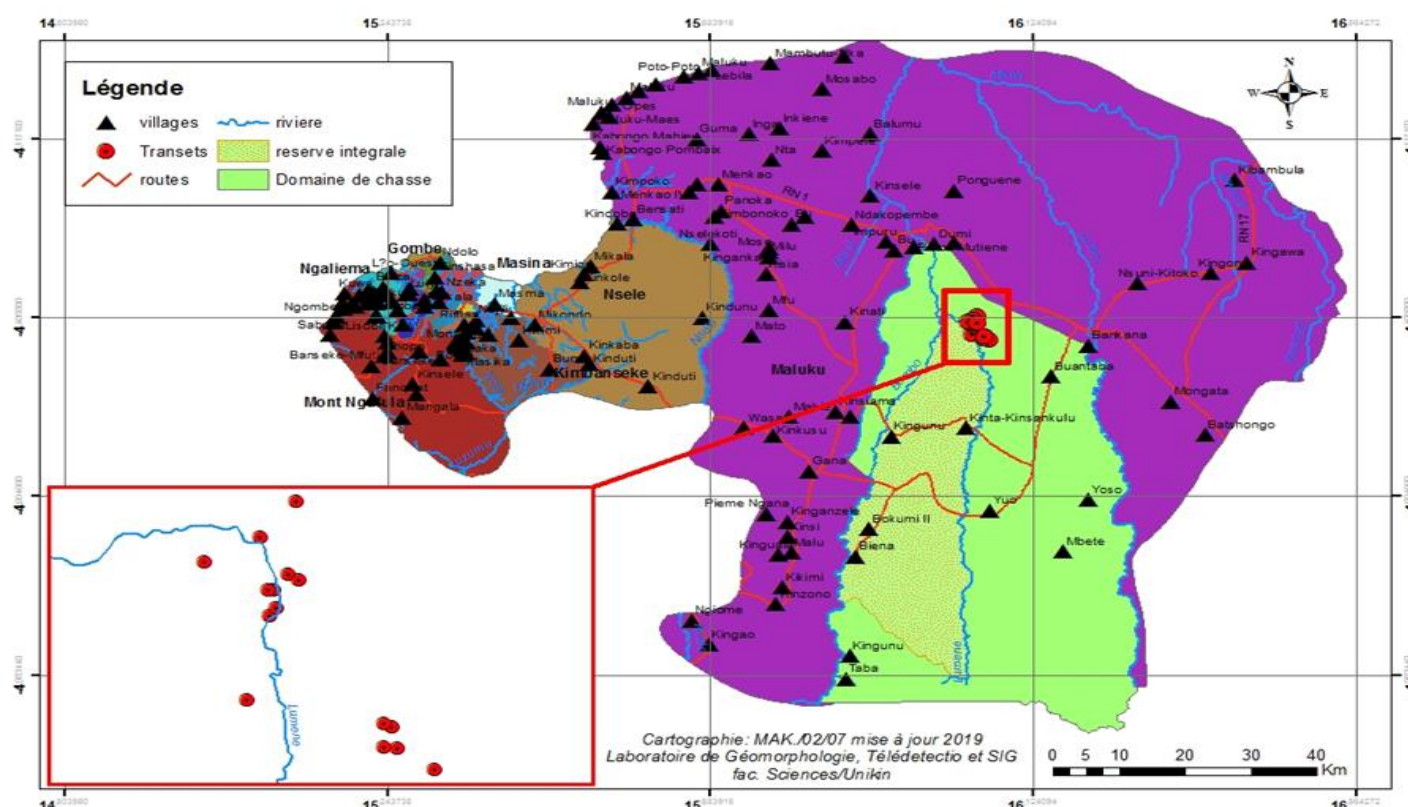


Fig. 1. Carte de Bombo Lumene et Dispositif d'inventaire

La lecture de la Figure 1, déjà reprise dans [7], montre un nombre important des villages dans ce site réservée du réseau de l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature.

2.2 DISPOSITIF D'INVENTAIRE ET COLLECTE DES DONNEES

Un échantillon objectif, aléatoire et stratifié a été placé dans le dispositif déjà décrit [2] pour des inventaires forestiers. Cet échantillon (Figure 1) est composé de trois zones, cinq transects par zone, quatre habitats par transect et une parcelle permanente par habitat. En se référant aux travaux antérieurs, les données pour les inventaires de "recrutement" ont été récoltées à partir des tiges des espèces végétales de 15 à 20 cm d'hauteur. Ces évaluations, espacées, ont été réalisées après 6 à 10 mois [11], [12].

2.3 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES

Les données de l'évolution et de la régénération naturelle de la forêt ont été analysées et interprétées par les applications du Modèle LIFOSA 17 [4].

L'identification des espèces et de leurs habitats naturels s'est faite en se référant à Pauwels [13].

Les pourcentages des individus des espèces recensées ont été calculés par rapport au total des lianes, arbustes et arbres de l'habitat. La présence des herbes est marquée et non chiffrée.

2.3.1 EVOLUTION DES HABITATS HERBACES

L'application E du Modèle LIFOSA-17 a permis l'analyse et l'interprétation de l'évolution des habitats herbacés.

Cette partie du modèle s'est appuyée sur les habitats de la lisière: Forêt- Fs (soit Bosquet forestier- BF soit Galerie forestière- GF), savane (Sav) et l'écotone -Eco: Ecotone proche de la Sav (EcoS) et Ecotone proche de la Fs (EcoF).

Elle recourt aux Groupes des classes fonctionnelles de l'évolution à travers les habitats de la lisière qui équivalent à l'ensemble des stades (groupement végétal caractéristique) de différents habitats de la lisière forêt-savane. Ces sont les groupes de la savane (Sav), de l'écotone proche de la savane (EcoS), de l'écotone proche de la forêt (EcoF) et de la forêt (Fs) qui peut être soit la Galerie forestière (GF) soit le Bosquet forestier (BF).

Dans ce travail la savane équivaut à la Formation herbacée et seuls les stades des habitats herbacés (EcoF, EcoFH et FH) sont considérés par ces analyses.

Selon le Modèle LIFOSA-17 E les stades correspondants à ces groupes sont exprimés par les rapports n°1:

- La Forêt (*Fs*) peut s'exprimer par:

$$Fs = Pf + 0. (Hhf) \quad (1.1)$$

$$\text{Où : } Pf = \sum_{i=1}^{n_1} Pf_i \text{ et } Hhf = \sum_{i=1}^{n_2} Hhf_i$$

C'est -à - dire *Pf* représente les primaires (propres) de la forêt (*Pf_i*), *Hhf* représente les herbes héliophiles de la forêt (*Hhf_i*) et 0. (*Hhf*) signifie absence d'herbes héliophiles de la forêt.

- L'Ecotone proche de la forêt (*EcoF*) peut s'exprimer par:

$$EcoF = pa + sf + (Hhf) \quad (1.2)$$

$$\text{Où } pa = \sum_{i=1}^{n_3} pa_i \text{ et } sf = \sum_{i=1}^{n_4} sf_i$$

- L'Ecotone proche de la savane (*EcoS*) peut s'exprimer par:

$$EcoS = A + pj + Hes \quad (1.3)$$

$$\text{Où } A = \sum_{i=1}^{n_5} A_i, pj = \sum_{i=1}^{n_6} pj_i \text{ et } Hes = \sum_{i=1}^{n_7} Hes_i$$

C'est-à-dire *A* représente les arbres adultes de la savane (*A_i*), *pj* représente les pionniers jeunes de la forêt (*pj_i*) et *Hes* représente les herbes envahissantes de la savane (*Hes_i*).

- La Savane (*Sav*) peut s'exprimer par:

$$Sav = a + A + Hhs \quad (1.4)$$

$$\text{Où } a = \sum_{i=1}^{n_8} a_i \text{ et } Hhs = \sum_{i=1}^{n_9} Hhs_i$$

C'est-à-dire a représente les arbustes (a_i) et Hhs représente les herbes héliophiles de la savane (Hhs_i).

2.3.2 REGENERATION NATURELLE DE LA FORET

L'application du Modèle LIFOSA 17- R permet l'analyse et le traitement de la dynamique de la régénération naturelle de la forêt.

- Comportements fondamentaux individuels de différents processus de la dynamique sont décrits par les formules n° 2.

(1) Conquête (de la forêt dans la formation herbacée)

$$Co = ppl + nbpl \quad (2.1)$$

Où Co = conquête, ppl = présence des plants, $nbpl$ = nombre des plants

(2) Présence des préexistants adultes forestiers dans la formation herbacée

$$Ppex = clhi + dclf \quad (2.2)$$

Où $Ppex$ = présence des préexistants, $clhi$ = individus des espèces des classes identifiées des hauteurs considérables et $dclf$ = appartenant à des différentes classes fonctionnelles.

(3) Croissance des plants des espèces de la forêt

$$Cr = qtepl + crdclf \quad (2.3)$$

Où Cr = croissance, $qtepl$ = quantité des plantules, $crdclf$ = croissance des individus des espèces de différentes classes fonctionnelles.

(4) Action anthropique

$$Aa = Fe + Eec \quad (2.4)$$

Où Aa = Action anthropique, Fe = feu de brousse, Eec = exploitation des écosystèmes.

- Comportement fondamental du système (Cfs): qui est déterminé par l'ensemble (somme) des comportements fondamentaux individuels des processus. Il est décrit par le rapport n°3:

$$Cfs = Co + Ppex + Cr + Aa \quad (3.1)$$

Où Cfs = comportement fondamental du système, Co = conquête, $Ppex$ = présence des préexistants, cr = croissance et Aa = action anthropique.

- Moteur émergent de la régénération naturelle de la forêt (Me): qui est déterminé par l'émergence des moteurs individuels des processus décrits dans les rapports n°4.

$$\begin{aligned} Me &= (MiCo) + (MiCr) + (MiAa) \\ &= Capr + ad + cl + s + ev + ca + to (\text{édcl.com}) + te + po + bg \end{aligned} \quad (4.1)$$

Où Me = moteur émergent, $MiCo$ = moteur individuel de la Conquête, $MiCr$ = moteur individuel de la Croissance et $MiAa$ = moteur individuel de l'Action anthropique. Pour les quels $Capr$ = capacité du milieu à se reconstituer en forêt, ad = agent de dispersion, cl = climat, s = sol, ev = espace vide, ca = capacité du milieu à se reconstituer en forêt, to (édcl. Com) = tolérance des espèces végétales de la forêt à s'adapter aux conditions édaphoclimatiques et ou à la modifier, à s'adapter à, et/ou à gagner la compétition entre espèces, te = temps, po = politique et bg = bonne gestion.

3 RESULTATS

3.1 EVOLUTION DES HABITATS HERBACEES

3.1.1 FAMILLES BOTANIQUES, ESPECES ET INDIVIDUS PAR BLOC ET PAR HABITAT

Le Tableau 1 reprend les familles botaniques, les espèces et les individus recensés par bloc et par habitat.

Tableau 1. Familles botaniques, Espèces et Individus par bloc et par habitat

Espèces	TM& Hab.	FgIL			Mw			Bbl		
		FH	EcoFH	EcoF	FH	EcoFH	EcoF	FH	EcoFH	EcoF
<i>Aframomum albobviolaceum</i> (Ridley) K.Schum.	hFH	x	x		x	x		x		
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W.F.Wight.var. <i>adianthifolia</i>	AFH	3,0				2,0	6,0	14,0		
<i>Alchornea cordifolia</i> (Schumach&Thonn) Mull.Arg.	AF				2,0		7,0			5,0
<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv.	AF						6,0			3,0
<i>Anisophyllea quangensis</i> Engl. Ex. Henriques	aFH	18,0						7,0		
<i>Annona senegalensis</i> Pers. Subsp. <i>outrottricha</i> Le Thomas.	aFH	10,0	13,0	5,0		1,5	5,0	1,0		
<i>Berlinia giorgii</i> De Wild. var. <i>gilletii</i> (De Wild.) Hauman	AF	4,0	3,0	6,0	13,0	1,5	6,0	2,0		
<i>Bridelia ferruginea</i> Benth.	AFH		2,0		13,0	1,0				
<i>Caloncoba welwitschii</i> (Oliv.) Gilg. syn. <i>Oncoba welwitschii</i>	AF					1,0	2,0	1,0	6,0	5,0
<i>Chaetocarpus africanus</i> Pax.	aF									
<i>Chromolaena odorata</i> (L) R.King&H.Robinson	aru	3,0				16,0	18,0	2,0		
<i>Clerodendrum spendens</i> G.Don	AFH		1,0	1,0			2,0	7,0		
<i>Costus afer</i> Ker Gawl	hF		x							
<i>Dialium englerianum</i> Henriques	AFH	7,0	1,0	1,0	2,0	2,0		7,0		5,0
<i>Dichrostachys cinera</i> (L.) Wight & Arn. subsp. <i>Platycurpa</i> Welw.	aFH	6,0		3,0						
<i>Dracaena mannii</i> Baker syn. <i>D. nitens</i> Welw.ex. Bak.	AF	3,0		5,0	17,0					12,0
<i>Eremospatha haullevilleana</i> De Wild.	IF			20,5						
<i>Gaertnera paniculata</i> Benth.	aF	2,0				5,0	17,0	7,0	12,0	13,0
<i>Geophila renaris</i> De Wild. & Th.	hF			x						
<i>Guibourtia demeusei</i> (Harms) J.Léonard	AF								13,0	2,0
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	AFH	19,0		2,0	7,0	4,0	6,0	7,0	3,0	6,0
<i>H. ulmoides</i> Oliv.	AF	3,0	4,0	9,5	13,0	5,0				2,0
<i>Landolphia camptoloba</i> (K.Schum.) Pichon.	IF				19,0	23,0				
<i>L. parvifolia</i> K.Schum.	IF	1,0			5,0					
<i>Lannea antiscorbutica</i> (Hiern) Engl.	AF	2,0	2,0	8,0		2,0	3,0	2,0	3,0	
<i>Leptactina liebrechtsiana</i> De Wild.&T.Durand var. <i>liebrechtsiana</i>	aFH				7,5					
<i>Leptoderris congolensis</i> (De Wild.) Dun.	IF		1,0							
<i>Macaranga monandra</i> Mull.Arg.	AFH								1,0	
<i>Maprounea africana</i> Miill.Arg.	AFH	3,0	3,0			1,5		8,0		
<i>Markhamia tomentosa</i> (Benth.) K.Schum.	AF						3,0			2,0
<i>Megastachya mucronata</i> (Poir.) P.Beauv.	hF	x	x	x		x			x	

<i>Milletia drastica</i> Welw.ex Baker	AF			2,0						
<i>M. laurentii</i> De Wild.	AF			3,0	4,0	2,0	11,0			
<i>M. theuszii</i> (Biittn.) De Wild	IF			3,0						
<i>Nephrol</i>	hF					x				
<i>Ochna afzelii</i> R.Br. ex Oliv.	aFH		6,5		1,0		2,0		1,0	
<i>Oxal subscorpioidea</i> Oliv.	aF			1,0						
<i>Palisota ambigua</i> (P. Beauv.) C.B.clarke	hF			x						
<i>Paropsia brazzeana</i> Baill.	aFH	7,0	5,0	1,0	1,0			7,0	3,5	
<i>Pauridiantha callicarpoides</i> (Hiern.) Bremek.	aF			1,0						
<i>Pentaclethra eetveldeana</i> De Wild.& T.Durand	AF			7,5	6,0	8,5	8,0	19,0	27,0	25,0
<i>Psorospermum febrifugum</i> Spach.	AFH	5,5	4,0		8,0	7,0	3,0	5,0		
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn subsp. aquilinum	hFH	x			x	x		x		
<i>Rauvolfia mannii</i> Stapf.	aF		3,0							
<i>Rhabdophyllum arnoldianum</i> (De Wild.&T.Durand) van Tiegh	AFH			3,0						
<i>Sclerocroton cornutus</i> Bax.	AF		9,0	10,0	5,0			8,0	15,0	26,0
<i>Smilax anceps</i> Wild.	IFH		3,0	3,0						
<i>Strychnos cocculoides</i> Baker	aFH	3,0		1,0	1,0	1,5				
<i>S. variabilis</i> De Wild.	AF	1,0		3,0						
<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC. subsp.guineense	AF				1,0					
<i>Tetracera poggei</i> Gild.	IF		1,0		3,0	2,0				
<i>Thomandersia butayei</i> de Wild.	aF			1,0						
<i>Uapaca sansibarica</i> Pax.	AF				1,0	5,0		2,0	1,0	
<i>Vitex ferruginea</i> Schumach.&Thonn.	AF	2,0		1,0	1,0	2,0	3,0		1,0	
<i>V. madiensis</i> Oliv.	aF						1,0		1,0	
<i>Xylopia aethiopica</i> (Dunal) A.Rich.	AF						1,0		2,5	1,0

Légende: TM&Hab (Type Morphologique et Habitat) = AF: arbre de la forêt, AFH: arbre de la Formation herbacée, aF: arbuste de la forêt, aFH: arbuste de la formation herbacée, IF: liane de la forêt, IFH: liane de formation herbacée, hF: herbe de la forêt, hFH: herbe de la formation herbacée.

De l'analyse du Tableau 1 il ressort que les individus de plus d'une espèce de la forêt se sont installés dans les habitats herbacés. Il s'agit des arbres, des arbustes, des lianes et des herbes. L'installation de ces nouvelles espèces entraînent une transformation progressive des conditions écologiques des habitats herbacés vers celles de la forêt tant au niveau du couvert végétal que des terres forestières. Parmi les familles des espèces recrutées, les *Fabaceae*: *Albizia adianthifolia*, *Berlinia giorgii*, *Dialium englerianum*, *Dichrostachys cinera*, *Guibourtia demeusei*, *Leptoderris congolensis*, *Milletia laurentii*, *Pentaclethra eetveldeana*, les *Rubiaceae*: *Gaertnera paniculata*, *Geophila renaris*, *Leptactina liebrechtsiana*, *Pauridiantha callicarpoides* et les *Phyllanthaceae*: *Bridelia ferruginea*, *Hymenocardia acida* et *Uapaca sansibarica* jouent le rôle des véritables espèces pionnières.

3.1.2 GROUPES DE CLASSES FONCTIONNELLES DE L'ÉVOLUTION

Les groupes de classes fonctionnelles de l'évolution sont repris dans le Tableau 2.

Tableau 2. Groupes des classes fonctionnelles de l'évolution

Habitats de la lisière	Espèces caractéristiques des groupes des classes fonctionnelles
EcoF	<i>Caloncoba welwitschii</i> syn <i>Oncoba welwitschii</i> , <i>Chromolaena odorata</i> , <i>Dracaena mannii</i> , <i>Gaertnera paniculata</i> , <i>Millettia laurentii</i> , <i>Markhamia tomentosa</i> , <i>Pentaclethra eetveldeana</i> , <i>Sclerocroton cornutus</i> , <i>Strychnos variabilis</i> , <i>Eremospatha haullevilleana</i> .
EcoFH	<i>Aframomum albobviolaceum</i> , <i>Albizia adianthifolia</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Dialium englerianum</i> , <i>Hymenocardia acida</i> , <i>Maprounea africana</i> , <i>Megastachya mucronata</i> , <i>Psorospermum febrifugum</i> , <i>Pentaclethra eetveldeana</i> , <i>Strychnos cocculoides</i> , <i>Tetracera poggei</i> , <i>Uapaca sansibaraca</i> , <i>Vitex ferruginea</i> .
FH	<i>Aframomum albobviolaceum</i> , <i>Albizia adianthifolia</i> , <i>Annona senegalensis</i> , <i>Dialium englerianum</i> , <i>Hymenocardia acida</i> , <i>Maprounea africana</i> , <i>Paropsia brazzeana</i> , <i>Psorospermum febrifugum</i> .

Légende: Habitats = FH: formation herbacée, EcoFH: écotone proche de la FH, EcoF: écotone proche de la forêt.

L'analyse du Tableau 2 montre que:

A l'EcoF les grandes révélations sont *Dracaena mannii* à Bbl, *Gaertnera paniculata* à Bbl, *Millettia laurentii* à Mw, *Pentaclethra eetveldeana*, *Sclerocroton cornutus* à Mw et Bbl et *Hymenocardia ulmoides*, *Lannea antiscorbutica*, à FglL et Mw. Les individus de ces espèces font avancer le front forestier en augmentant la surface du couvert et sols forestiers. Ils transforment progressivement les conditions écologiques de l'écotone à celles de la forêt.

A l'EcoFH, les individus de *Lannea antiscorbutica*, *Megastachya mucronata*, *Ochna afzelii*, *Psorospermum febrifugum*, *Sclerocroton cornutus* couvrent les trois bloc. Ceux de *Aframomum albobviolaceum*, *Dialium englerianum*, *Hymenocardia acida*, *H ulmodes*, *Pentaclethra eetveldeana*, *Uapaca sansibarica*, sont très présents à Mw, l'un des blocs très couvert des trois. Quelques d'autres poussent à Bbl et FglL. Les individus de *Guibourtia demeusei* marquent cet habitat à Bbl. C'est l'habitat où les herbes notamment *Aframomum albobviolaceum*, *Megastachya mucronata* et quelques fois *Geophila renaris* et *Costus afer* s'entremêlent fortement avec *Chromolaena odorata* à certaines stations pour créer des conditions de protection de l'EcoF.

La FH, les individus de *Aframomum albobviolaceum*, *Hymenocardia acida* et *Pteridium aquilinum* poussent dans les trois blocs. Ceux de *Dialium englerianum*, *Paropssia brazzeana* et *Psorospermum febrifugum* sont très représentés à la FglL et à Mw. Les jeunes de *Albizia adianthifolia*, et *Maprounea africana* sont très abondants à Bbl. Les jeunes pieds de *Annona senegalensis* sont comptés à FglL.

3.2 REGENERATION NATURELLE

3.2.1 SEMIS ET JEUNES PLANTS DE LA FORET DANS LES HABITATS HERBACES

L'analyse du Tableau 1 montre à la FglL, Mw et Bbl respectivement des pourcentages de 17%, 73% et 42% des jeunes individus des espèces de la forêt à la FH et 14%, 62%, 92% à l'EcoFH. Les EcoF sont couverts, dans le même ordre, de 89%, 67% et 94% de ces individus.

3.2.2 COMPORTEMENT INDIVIDUEL DES PROCESSUS DE LA REGENERATION NATURELLE DE LA FORET

De l'analyse de ce Tableau (1), il ressort:

- Conquête: est indiquée par la présence des plants, entre outre, de *Berlinia giorgii*, *Caloncoba welwitschii* syn *Oncoba welwitschii*, *Clerodendrum spendens*, *Dracaena mannii*, *Gaertnera paniculata*, *Guibourtia demeusei*, *Hymnocardia ulmoides*, *Lannea antiscorbutica*, *Markhamia tomentosa*, *Millettia laurentii*, *Pentacletra eetveldeana*, *Scrocroton cornutus*, *Tetracera poggei*, *Uapaca sansibarica*, *Vitex ferruginea* et cela en quantité significative dans ces habitats herbacés.
- Présence des Préexistants: si ces individus sont recensés dans ces habitats ce que leurs semenciers et d'autres adultes ne sont pas loin de là.
- Croissance: si ces individus sont recensés, ce que leurs diaspores ont connu la germination. Leurs semis ont subits la levée et leurs plants ont connu une croissance avant d'atteindre cette taille du recrutement.
- Action anthropologique: la présence de ces individus dans ces habitats est assurée par des perturbation de l'équilibre de ces derniers et par une certaine protection par la garde de ces habitats.

3.2.3 COMPORTEMENT FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE DU SYSTEME

La présence des semenciers et autres individus de taille élevée des espèces de la forêt dans les habitats herbacés et l'action perturbatrice et protectrice des êtres vivants ont permis les conditions écologiques et édaphoclimatiques de percolation de ces jeunes pionnières dans ces habitats.

3.2.4 MOTEUR EMERGENT DE LA REGENERATION NATURELLE DE LA FORET DANS LES HABITATS HERBACES

De l'analyse des caractéristiques autoécologiques de ces espèces, se révèle le moteur émergent de cette régénération naturelle de la forêt à la lisière de ce paysage.

En effet, il ressort de l'analyse de ces caractéristiques écophysiologiques des espèces de la forêt que le moteur émergent de cette régénération est:

« La régénération naturelle de la forêt dans la formation herbacée à Bombo Lumene est activée par la présence des espèces mésophanéophytes héliophiles de la forêt du milieu, eurytiques, à croissance remarquable, productrices et mésophylles, sarcochores et ballochores grandement disséminées par zoochorie, autochorie et anémochorie, compétitives dans les conditions eurytopes implantées dans les habitats protégés par la législation ».

4 DISCUSSIONS

Les individus autochtones de la formation herbacée, une fois sortie de la gangue des herbes, à la suite de la variation de la complexité des habitats herbacés vers celle de la forêt, préparent les conditions de percolation des espèces forestières. Ils se regroupent en pré-bosquet pour assurer les conditions d'abord héliophiles puis sciaphiles aux jeunes individus allochtones de ces habitats avant de disparaître. Ce qui est une assurance de l'augmentation de la biodiversité, de la fertilité du sol et de la capacité d'épuration de la biosphère. Ces résultats corroborent ceux de [2] selon lesquels les habitats herbacés de Bombo Lumene connaissent une évolution vers la complexité des conditions écologiques de la forêt. La migration des espèces forestières se fait aussi bien de proche à proche entre habitats qui se touchent que par des sauts entre habitats extrêmes.

Ces espèces héliophiles de la FH sont celles dont les individus, généralement regroupés, une fois adultes, par leurs fruits, graines et port, attirent les oiseaux et mammifères qui disséminent les diaspores des espèces de la forêt dans cet habitat.

Cette percolation des individus des espèces forestières dans les habitats herbacés peut s'expliquer soit par la présence de leurs semenciers non loin de ces habitats soit par la mobilité des agents de dispersion des diaspores entre habitats. Ceci rencontre les conclusions selon lesquelles, la lisière forêt-formation herbacée de Bombo Lumene étant moins large par le fait qu'en plusieurs endroits, le biotope de la forêt est directement adjacent à celui de la formation herbacée. En plus les habitats de cette dernière constituent le champ par où les animaux et les oiseaux vivant la forêt traversent régulièrement pour s'alimenter en bulbes et tubercules disponibles à la formation herbacée avant de rentrer se reposer ou se réfugier contre le danger à la forêt [14]. De ce fait ils connaissent un transfert des matières (diaspores, chaîne trophique et cycle biogéochimique) et une transformation progressive de la complexité vers celle de la forêt [2], [15].

En somme, comme il est bien connu que les habitats herbacés moins perturbés en contact avec les forêts connaissent un embroussalement et évoluent vers la forêt [8] chaque fois que la perturbation le permet. Ce travail confirme une évolution de la complexité des conditions écologiques des habitats herbacés vers celle des habitats forestiers [4]. C'est qui est une garantie pour une agriculture durable et un environnement moins saturé.

Les résultats de la régénération naturelle de la forêt corroborent et confirment ceux déjà présentés dans ce paysage. Les habitats herbacés de Bombo Lumene connaissent un envahissement des individus d'espèces de la forêt [7]. Ce qui justifie le sens statique de cette régénération naturelle.

La conquête, la présence des Préexistants, la croissance et l'action anthropique sont les quatre processus de reconstitution de la forêt qui confirment selon [3] le sens dynamique de cette régénération naturelle de la forêt.

Les résultats du comportement fondamental de la dynamique du système rejoignent une conclusion antérieure reprise par [7] selon laquelle la présence des semenciers près des espaces vides et protégés est un des facteurs de la sélection.

Le moteur émergent de cette régénération est déjà mis en évidence dans plus d'une publication sur ce site. Il s'agit notamment de [2] et de [7].

En définitive, comme repris plus haut, la quantité des semis et des jeunes individus de la forêt dans les habitats de ces trois blocs et le fait que ces derniers (semis et jeunes individus) soient inventoriés dans tous les habitats herbacés rejoignent la définition de base de la régénération naturelle qui est: la régénération naturelle de la forêt couvre deux aspects, au sens statique, l'ensemble des semis et

petites tiges des espèces de la forêt dans leur peuplement et dans le sens dynamique, les processus qui permettent le renouvellement de la forêt dense telle que reprise par [12], [7] et par [16].

Ces résultats constituent une base qui assure que la bonne gestion du moteur émergent de la régénération naturelle du paysage écologique actuel est une des alternatives solides et durables pouvant permettre le retour à l'état de référence d'un paysage capable de fournir divers biens et services écosystémiques, de créer un environnement sain et de favoriser un développement durable d'une population sécurisée

5 CONCLUSION

Des inventaires forestiers dans un échantillon des placettes permanentes ont été conduits dans les habitats herbacés de la lisière forêt-formation herbacée à Bombo Lumene. L'objectif de cette recherche était d'étudier la dynamique de la forêt du paysage du Bassin du Congo. L'analyse des résultats du recrutement par le Modèle LIFOSA-17 a montré une évolution de la complexité des conditions écologiques des habitats herbacés vers celle de la forêt. Au sens statique, la régénération naturelle a été prouvée par des semis et petites tiges des espèces de la forêt dans ces habitats et au sens dynamique, elle a été confirmée par des processus de reconstitution de la forêt dense tels que décrit par ce modèle. Une gestion rationnelle du paysage permettra sûrement le renforcement, la stabilité et le bon fonctionnement de la forêt. Ce qui entrainera sa capacité de produire plus et de protéger d'avantage l'humanité.

REMERCIEMENTS

Merci à l'ICCN pour avoir autorisé l'accès au site de Bombo Lumene pour cette étude. Merci à Landu L. pour l'identification botanique de l'herbier.

REFERENCES

- [1] Makumbelo E., « Etude de la dynamique du paysage du bassin du Congo: Cas de Bombo Lumene (RD Congo), International Journal of Innovative and Applied Research (IJAR), Sous-presse, 2026.
- [2] Makumbelo E.C., Lukoki L.F., Belesi K.H., Lungiambudila M.O., Lejoly J., «Valorisation de la Lisière Forêt-Savane: Caractéristiques et Evolution à Bombo Lumene, R.D.Congo», Congo Sciences, Vol. 8, n°2, pp 126-134, 2020, [En ligne]. online journal International journal en ligne de l'ACASTI et de CEDESURK ACASTI and CEDESURK. <http://www.congosciences.cd>.
- [3] Frontier S., Pichod-Viale D., Leprière D., Davout, Lucgak Ch.: Structures, fonctionnement, évolution, 4^{ème} éd, Paris, 2008.
- [4] Makumbelo E., Lukoki L., Belesi K., Lungiambudila O., «Modèle LIFOSA-17: Outil d'Analyse de la Dynamique de la Forêt», Congo Sciences, Vol 8, n°3 pp 177-184, 2000 [En ligne], online journal International journal en ligne de l'ACASTI et de CEDESURK ACASTI and CEDESURK. <http://www.congosciences.cd>
- [5] Lubalega K.T.: Evolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi village sur le Plateau de Bateke en RD. Congo, Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, Faculté des Sciences agronomiques, 2016.
- [6] Menga P. M.: Ecologie des peuplements naturels de *Milletia laurentii* De Will dans la région du May-Ndombe, RD Congo, Implication pour la gestion durable d'une espèce exploitée, Thèse de doctorat, Université de Kinshasa, Département de Biologie, 2012.
- [7] Makumbelo C.E., Lukoki L.F., Belesi K.H.: Caractéristiques écologiques, Evolution et Moteurs de la Régénération naturelle de forêts Réserve et Domaine de chasse de Bombo Lumene (Kinshasa- RD.Congo), Editions Universitaires Européennes, Italie, 2023.
- [8] Favier Ch.: Hommes, Savanes, Forêts: Modélisation des systèmes dynamiques liant l'homme à son environnement Thèse doctorale, Université Paris XI, Paris, 2003.
- [9] Delahaye J.P., Modélisation mathématique. Encyclopaedia Universalis. S.d. [En ligne]. URL: http://www.universalis.fr/encyclopédie/modélisation-mathématique/modélisation_mathématique_S.d.
- [10] Cabala Kalaba S., Usani Sikuzani Y., Muana Yamba A., Munyemba Kankumbi F., Bogaert J, Activité anthropiques et dynamiques des écosystèmes forestières dans les zones territoriales de l'Arc cupicifère Katangais (RD Congo), 2022, Tropicultura [En ligne], Vol 40, n° 3/4: 30. DOI: 10.25518/2295-8010.2100. URL: <https://popus.uliege.be/2295-8010/index.php?id=2100>.
- [11] Doucet J.L., Nichandi Otimbo P.A., Bourbady A.G., «Comment assister la régénération naturelle de l'Okoumé dans les concessions forestières», Bois et forêts des Tropiques, Vol. 279, pp 59-72, 2004.
- [12] Ramanjantovo R., 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, 2013.
- [13] Pauwels L., N'zayilu Nti Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa-Brazzaville, Jard.Bot.Nat. de Belgique, Meise, 1993.
- [14] Muhashy H.F., Nlandu L., Malio N., Habitats de la Réserve et Domaine de chasse de Bombo Lumene (RDC). Lexique Kiteke des plantes observées dans ce milieu, Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (IRSNB), Bruxelles, 2011.

- [15] Makumbelo E., Lukoki L., Belesi K., Lungiambudila M., « Dynamique de la biocénose à la lisière forêt-formation herbacée des espèces recensées à Bombo Lumene (RD Congo) II», Int. J. Biol. Chem. Sci.Vol.17, n°4, pp 1672-1683, 2023 DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v17i4.30>.
- [16] Makumbelo E., Lukoki L., Belesi K., Lungiambudila M., Lejoly J., «Valorisation de la lisière forêt-savane: régénération naturelle de la forêt dans la formation herbacée-stratification des plantes de la forêt à Bombo Lumene», Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol 13, n° 7, pp 3378-3389, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.32>.