

# *Fragmentation Forestière Et Analyse Des Métriques Paysagères Dans La Réserve De Biosphère De Luki / R.D. Congo*

## *[Forest Fragmentation And Analysis Of Landscape Metrics In The Luki Biosphere Reserve / D.R. Congo]*

VANGU DIMBI Daniel<sup>1,2\*</sup>, KAKA di MAKWALA Alain<sup>2,3</sup>, KAPALAY MOULASA Olivier<sup>2,3</sup>, PHANZU MBUNDU Maurice<sup>1,5</sup>, MABANGA MABANGA Alphonse<sup>1</sup>, DIANSAMBU MAKANUA Isaac<sup>1,7</sup>, IDRISSE ASSUMANI Zabo<sup>2</sup>, ANGOBOY ILONDEA Belhy<sup>1,2,3</sup>, NSIELOLO KITOKO Ruffin<sup>2,4,6</sup>

- <sup>1</sup>. Université Président Joseph KASA VUBU/BOMA, Faculté des sciences Agronomiques, B.P 314/Boma RD Congo ;
- <sup>2</sup>. Université Pédagogique Nationale, École de Télécommunication et de Télédétection spatiale, Département des Eaux et Forêts (UPN/ETS), B.P.8815/Kinshasa-Ngaliema,
- <sup>3</sup>. Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques ; B.P. 2037 KIN1, RD Congo ;
- <sup>4</sup>. Université du Kwango, Faculté des sciences Agronomiques et Environnement, BP 41 KIN 1, RD Congo ; (RDC)
- <sup>5</sup>. Ministère de l'environnement, Développement Durable et Nouvelle Economie du Climat (MEDD-NEC), Direction des Inventaires et Aménagements Forestiers, B.P. 12.348 KIN1 (DIAF/RDC).
- <sup>6</sup>. Université Pédagogique Nationale, Faculté des sciences et technologies, Département de Biologie, BP. 8815 Kinshasa
- <sup>7</sup>. École régionale Post-Universitaire d'Aménagement et de Gestion Intégrée des Forêts et territoires Tropicaux (ERAIFT), B.P. 15.373 - Kinshasa, Kinshasa, RD Congo

Auteur correspondant : VANGU DIMBI Daniel, [vangudaniel52@gmail.com](mailto:vangudaniel52@gmail.com)

Tél +243 854210072



**Résumé :** Cette étude analyse la fragmentation forestière de la Réserve de biosphère de Luki en République Démocratique du Congo, en utilisant un satellite Landsat à résolution de 30m et une carte de couverture terrestre pour les 20 ans (2005–2025). En utilisant le plugin FragScape (QGIS), six métriques paysagères (NP, MPS, PD, ENN, CONTAG, MSI) ont été calculées. Les résultats indiquent une fragmentation accélérée : le NP a augmenté de 320 à 620 (+94 %), la taille moyenne des parcelles (MPS) a diminué de 86,4 à 34,5 ha (-60 %), l'indice de contagion (CONTAG) a diminué de 68,5 à 51,3 %, et la distance moyenne entre les parcelles (ENN) est passée de 142 à 225 m (+58 %). Ces résultats suggèrent donc que la forêt secondaire est plus fragmentée que la forêt dense (MPS 16,4 ha contre 44,9 ha en 2025) tandis que la savane a tendance à se regrouper (diminution du NP). Les cartes de densité des parcelles indiquent des emplacements vitaux le long de la périphérie, à proximité des routes et des villages. Cette fragmentation coupe la connectivité écologique et constitue une menace pour les espèces spécialistes (chimpanzé à face blanche). L'étude recommande l'établissement de tels corridors écologiques comme celui ci-dessus, ainsi que la régulation des défrichements périphériques et une surveillance constante par télédétection.

**Mots-clés :** Fragmentation Forestière, Métriques Paysagères, Télédétection, Réserve de Luki.

**Abstract:** This study analyzes forest fragmentation in the Luki Biosphere Reserve in the Democratic Republic of Congo, using a Landsat satellite with a 30m resolution and a land cover map for the 20 years (2005–2025). Using the FragScape plugin (QGIS), six

landscape metrics (NP, MPS, PD, ENN, CONTAG, MSI) were calculated. The results indicate accelerated fragmentation: NP increased from 320 to 620 (+94%), the mean patch size (MPS) decreased from 86.4 to 34.5 ha (-60%), the contagion index (CONTAG) decreased from 68.5 to 51.3%, and the mean nearest neighbor distance (ENN) increased from 142 to 225 m (+58%). These results therefore suggest that the secondary forest is more fragmented than the dense forest (MPS 16.4 ha versus 44.9 ha in 2025) while the savanna tends to clump together (decrease in NP). The plot density maps indicate key locations along the periphery, near roads and villages. This fragmentation disrupts ecological connectivity and poses a threat to specialist species (white-faced chimpanzee). The study recommends the establishment of such ecological corridors as the one above, as well as the regulation of peripheral clearings and constant monitoring through remote sensing.

**Keywords:** forest fragmentation, landscape metrics, remote sensing, Luki Reserve.

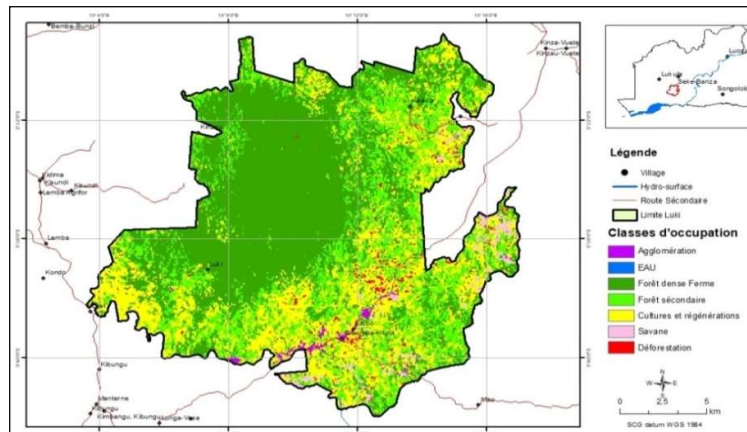
## 1. INTRODUCTION

La régulation du climat et du carbone, le maintien de la biodiversité et du cycle hydrologique sont des rôles intégrés que jouent les forêts tropicales. Le bassin du Congo possède un énorme réservoir de carbone et une grande diversité biologique [1] et [2] et est la deuxième plus grande masse forestière tropicale au monde après le bassin amazonien. Cependant, ces écosystèmes sont de plus en plus sous pression en raison de l'agriculture, de l'exploitation forestière, de la production de bois-énergie et du développement des infrastructures, entraînant une déforestation progressive et une dégradation des paysages forestiers [3]. En plus de la perte de bois, ces transformations facilitent la fragmentation de l'habitat, c'est-à-dire la division d'une zone forestière continue en zones isolées [4] et [5]. Cela conduit à des réseaux écologiques plus petits, des voies génétiques perturbées et des changements dans de nombreux services écosystémiques [6] et [7]. Bien que les données de couverture terrestre dans la Réserve de biosphère de Luki soient disponibles entre 2005 et 2025, la fragmentation forestière est un phénomène peu documenté. Cette étude cherche à explorer la question centrale de recherche suivante : Comment la fragmentation forestière a-t-elle évolué dans la Réserve de Biosphère de Luki de 2005 à 2025 ? L'étude considère une accélération de la fragmentation forestière entre 2005 et 2025, une augmentation de la quantité et de la densité des parcelles et une diminution de leur taille moyenne. Cette fragmentation serait accrue dans les forêts secondaires et se regrouperait autour des routes et des villages. L'objectif global est de caractériser les dynamiques spatio-temporelles de la fragmentation forestière dans la Réserve de Biosphère de Luki de 2005 à 2025, et il sera atteint en utilisant des métriques paysagères. Spécifiquement il s'agit de (i) quantifier l'évolution de la fragmentation ; (ii) comparer les classes d'utilisation des terres ; (iii) cartographier les sites critiques ; fait des recommandations pour préserver la connectivité écologique et la gestion durable de la réserve.

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

Le site d'étude est la Réserve de Biosphère de Luki (RBL) dans la province du Kongo Central, dans la partie occidentale de la République Démocratique du Congo (RDC). Ses coordonnées géographiques s'étendent de 5°30' à 5°45' de latitude sud et de 13°07' à 13°45' de longitude est (figure 1).



**Figure 1. La Réserve de Biosphère de Luki**

La RBL a été établie en 1937 par l'Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo Belge (INEAC) et a été intégrée au système mondial des réserves de biosphère du programme Man and the Biosphere (MAB) de l'UNESCO en 1979 [8]. Actuellement, l'Institut National pour les Études et Recherches Agronomiques (INERA) et l'École Régionale Postuniversitaire d'Aménagement Intégré des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT) s'occupent de son administration. Le climat est tropical humide ( $Aw^5$  selon la classification de Köppen) avec deux saisons des pluies (mars-juin et septembre-novembre) et deux saisons sèches (une courte en juillet-août et une longue de décembre à février). Les précipitations annuelles moyennes se situent entre 1 150 et 1 500 mm et la température mensuelle moyenne varie entre 22,2 et 26,4 °C [9]. La Réserve de Biosphère de Luki possède une écologie et une biodiversité spécifiques caractéristiques de la forêt dense semi-décidue du Mayombe. Sa diversité floristique atteint plus de 1 000 espèces [10] et 35 plantes mellifères réparties en 14 familles [11]. La faune mammalienne comprend 26 espèces, dont 17 protégées par la législation congolaise ainsi que des espèces phares de l'écorégion du Bassin du Congo [12] ; [13]. Elle abrite le chimpanzé à face blanche (*Pan troglodytes verus*) et aussi des céphalophes tels que *Cephalophus dorsalis*. La réserve est également écologiquement divisée en une mosaïque de formes typiques de végétation du domaine soudano-guinéen : forêts denses semi-décidues, forêts secondaires, savanes arbustives et herbeuses, plantations forestières avec *Terminalia superba* et *Tectona grandis*, jachères et cultures vivrières [14]. Une gamme d'espèces se trouve également dans la région, notable pour sa diversité, y compris un chimpanzé à face blanche, qui a été réintroduit en 2020 après des années d'absence de la réserve [15].

## 2.2. Données d'entrée

Les cartes d'occupation du sol utilisées couvrent trois dates : 2005, 2015 et 2025. Elles ont été produites par classification supervisée d'images Landsat (Landsat 5 et 8) dans la plateforme Google Earth Engine version 2025.

**Tableau 1. Les caractéristiques techniques**

Paramètre	Valeur
Résolution spatiale	30 mètres (pixel carré)
Projection	WGS 84, UTM fuseau 30S
Nombre de classes	6
Précision globale	85 % (validation terrain pour l'année 2025 uniquement)

**Tableau 2. Les six classes d'occupation du sol sont définies comme suit :**

Code	Classe	Description
FDF	Forêt dense ferme	Forêts matures à canopée continue, hauteur > 15 m
FS	Forêt secondaire	Forêts en régénération, hauteur 5–15 m, structure ouverte
SV	Savane	Formations herbacées à arbustives, arbres épars
RCA	Régénération / cultures	Jachères, jeunes plantations, champs cultivés
AGGL	Agglomération	Villages, routes, sols nus, infrastructures
EAU	Plans d'eau	Rivières, mares (superficie négligeable)

### 2.3. Métriques paysagères retenues

Nous avons sélectionné six métriques paysagères couramment utilisées dans la littérature pour caractériser la fragmentation [5], [16]. Elles sont calculées à deux échelles : (i) pour l'ensemble de la réserve (classe « forêt » regroupant FDF et FS) ; (ii) séparément pour les classes FDF, FS et SV.

**Tableau 3. Métriques paysagères**

Métrique	Unité	Formule/ Définition	Interprétation écologique
Nombre de patches (NP)	entier	Nombre total de parcelles forestières	NP augmente avec la fragmentation
Taille moyenne des patches (MPS)	ha	$MPS = (\text{surface totale des patches}) / NP$	MPS diminue avec la fragmentation
Densité de patches (PD)	nb/100 ha	$PD = NP / \text{surface totale} \times 100$	PD augmente avec la fragmentation
Distance moyenne aux plus proches voisins (ENN)	m	Moyenne des distances minimales entre chaque patch et son plus proche voisin	ENN augmente quand les patches s'isolent
Indice de contagion (CONTAG)	% (0–100)	Mesure la probabilité que deux pixels adjacents appartiennent à la même classe	CONTAG élevé = paysage agrégé (peu fragmenté) ; faible = fragmenté
Indice de forme moyen (MSI)	sans unité	$MSI = (0,25 \times \text{périmètre}) / \sqrt{(\text{surface})}$ ; valeur $\geq 1$	MSI = 1 = forme circulaire ; >1 = forme irrégulière

### 2.4. Logiciel et paramètres de calcul

Tous les calculs ont été réalisés avec le logiciel QGIS version 3.34 (QGIS Development Team, 2024), en utilisant le plugin FragScape [17], qui implémente les métriques standards de l'écologie du paysage. Les paramètres ont été fixés comme suit :

- ❖ Règle de connectivité : règle des 8 voisins (contiguïté en couronne), elle permet de considérer comme connectées les parcelles qui se touchent en diagonale.

- ❖ Unité de surface : hectare (ha) pour MPS ; mètre pour ENN.
- ❖ Fichier d'entrée : raster d'occupation du sol (6 classes) au format GeoTIFF.
- ❖ Fichier de sortie : tableau CSV contenant les six métriques pour chaque classe et pour l'ensemble.

## 2.5. Analyses supplémentaires.

### 2.5.1. Carte de l'intensité de la fragmentation.

Pour spatialiser la fragmentation, nous avons créé une carte de densité des parcelles forestières, par unité de surface. La procédure est la suivante :

1. Création d'une grille régulière de 1 km × 1 km (Vecteur → Grille) couvrant l'ensemble de la réserve.
2. Conversion du raster forestier (binaire : forêt/non-forêt) en une représentation vectorielle de polygones (chaque parcelle forestière devient une entité).
3. Jointure spatiale (Vecteur → Jointure spatiale) entre la grille et les parcelles forestières, puis comptage du nombre de parcelles par cellule.
4. Classification en trois catégories d'intensité : faible (1-5 parcelles/km<sup>2</sup>), modérée (6–10 parcelles/km<sup>2</sup>), élevée (>10 parcelles/km<sup>2</sup>).
5. Carte générée pour différentes années (2005, 2015, 2025).

### 2.5.2. Superposée avec les infrastructures.

Les couches des routes principales et des villages ont été collectées à partir de la base de données OpenStreetMap (téléchargement via le plugin QuickOSM de QGIS). Pour la cartographie visuelle des zones à forte fragmentation autour des voies d'accès, elles ont été superposées sur la carte de densité des parcelles de 2025.

## 2.6. Traitement statistique.

Aucun test d'hypothèse inférentielle (ANOVA, test t, etc.) n'a été effectué, car l'étude concerne l'ensemble de la réserve (pas d'échantillonnage aléatoire) et les métriques sont des statistiques descriptives détaillées du paysage. Les tendances sont évaluées par l'analyse du taux de différence entre les dates [18] :

$$T = \frac{V_f - V_i}{V_i} \times 100$$

- T = taux de changement (%).
- $V_i$  = la valeur de cette métrique à l'année initiale.
- $V_f$  = valeur de la métrique à l'année finale.

Il calcule les taux pour les années 2005–2015, 2015–2025, et 2005–2025.

## 3. Résultats.

### 3.1. Changement d'échelle de fragmentation pour l'ensemble de la forêt.

Les résultats présentés dans le tableau 4 ci-dessous indiquent une augmentation marquée de la fragmentation totale de la forêt (FDF+FS) au cours des 20 années analysées. Le nombre de parcelles (NP) est passé de 320 en 2005 à 710 en 2025, soit 2,22 fois, correspondant à une réduction de masse totale de plus de la moitié ; la taille moyenne des parcelles (MPS) est passée de 86,4 ha en 2005 à 34,5 ha en 2025, entraînant une diminution de moitié. Cette évolution signifie une fragmentation progressive de la masse forestière continue à l'origine. La densité des parcelles (PD) a presque doublé de 0,94 à 2,08 pour chaque 100 ha, soutenant l'intensification de la fragmentation. La distance moyenne entre les parcelles (ENN) a augmenté de 63 % (de 142 m à 225 m),

suggérant une isolation accrue des fragments forestiers et donc une possible réduction de la connectivité écologique. L'indice de contagion (CONTAG) a diminué de 68,5 % à 51,3 %, ce qui signifie que le paysage, autrefois agrégé, devient plus hétérogène avec des transitions plus fréquentes entre la forêt et d'autres classes. Enfin, l'indice de forme moyen (MSI) a augmenté de 1,48 à 1,86, indiquant que la forme des parcelles peut être plus irrégulièrement définie, comme c'est souvent le cas dans les sites ayant subi des coupes sélectives ou des incendies répétés.

**Tableau 4. Métriques du paysage à l'échelle de la forêt (FDF+FS).**

Année	NP (nombre)	MPS	PD (nb/100ha)	ENN(m)	CONTAG (%)	MSI
2005	320	86,4	0,94	142	68,5	1,48
2015	490	53,7	1,44	178	59,2	1,67
2025	710	34,5	2,08	225	51,3	1,86

### 3.2. Fragmentation de la forêt dense, la forêt secondaire et la savane

Le tableau 5 ci-après nous permet de faire une distinction différentielle entre les comportements de chacune des classes d'utilisation des terres. La quantité de parcelles dans la forêt dense (FDF) a triplé de 180 à 380 et la taille moyenne a diminué de 103,3 ha à 44,9 ha. Elle se caractérise également par une augmentation significative de la distance moyenne au plus proche voisin (ENN passe de 168 à 240 m) au fil du temps, contrairement à ses parcelles qui restent plus grandes que celles de la forêt secondaire, ce qui peut indiquer une isolation progressive des noyaux de forêt mature.

**Tableau 5. Métriques basées sur la classe de couverture terrestre pour Forêt Dense**

Année	NP	MPS	PD	ENN(m)
2005	180	103,3	0,53	168
2015	250	72,3	0,73	195
2025	380	44,9	1,11	240

Tableau 6 note que la forêt secondaire (FS) est la classe la plus affectée par la fragmentation. Son nombre de parcelle (NP) a doublé (210 à 450), et sa taille moyenne des parcelles (MPS) chute de 43,1 ha à 16,4 ha. La densité des parcelles étant de 1,32/100 ha en 2025 est la valeur la plus élevée de la classe. Ce phénomène est probablement en partie dû aux forêts secondaires, typiquement en périphérie, étant traditionnellement plus proches des terres agricoles et du bois.

**Tableau 6. Métriques par classe de couverture terrestre pour Forêt Secondaire**

Année	NP	MPS	PD	ENN(m)
2005	210	43,1	0,62	112
2015	320	25,8	0,94	145
2025	450	16,4	1,32	190

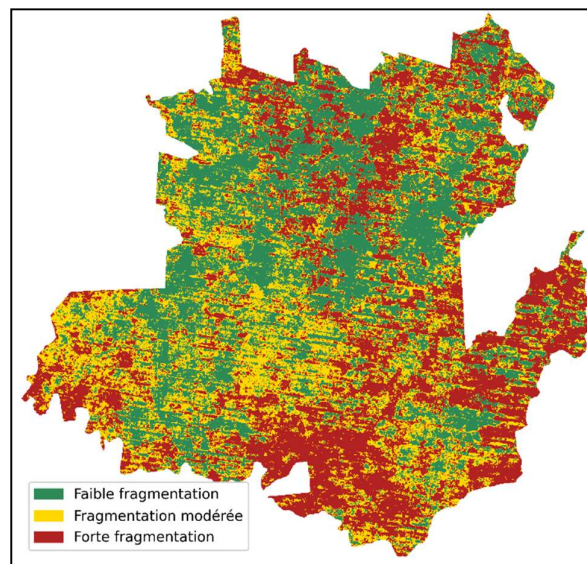
Contrairement au tableau 7 ci-dessous, la savane (SV) présente une nouvelle dynamique : son NP diminue de 45 à 32 et son MPS augmente de 12,9 à 16,1 ha. L'évolution observée est associée à une coalescence de petites parcelles de savane, probablement due

à leur conversion directe en régénération et cultures agricoles (RCA), ou, dans certains endroits, à la recolonisation de la végétation forestière qui dispose des plus petits îlots de savane.

**Tableau 7. Métriques par classe d'occupation terrestre pour Savane**

Année	NP	MPS	PD (nb/100ha)	ENN(m)
2005	45	12,9	0,13	87
2015	38	13,9	0,11	92
2025	32	16,1	0,09	105

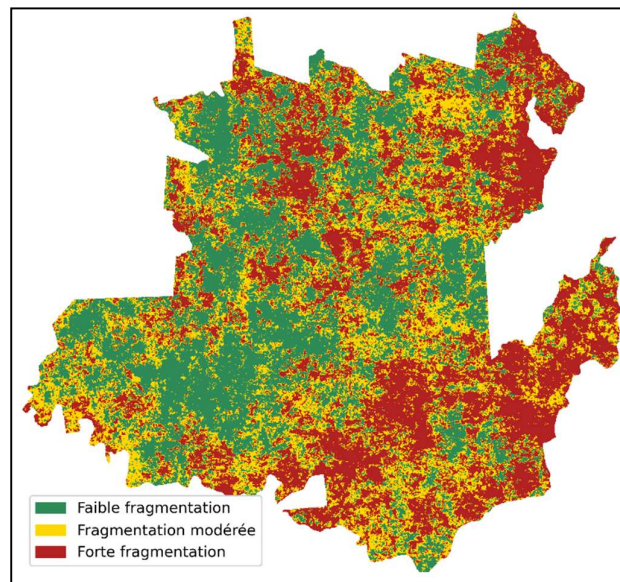
### 3.3. Synthèse des implications spatiales et écologiques



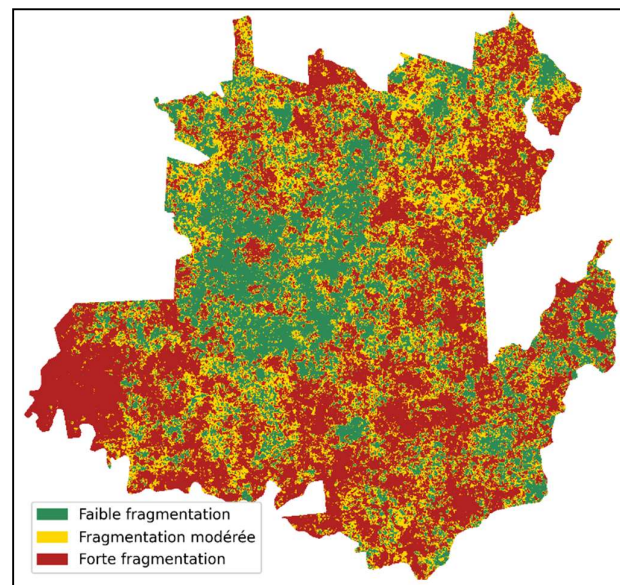
**Figure 2. Fragmentation de l'occupation des terres en 2005**

La fragmentation pour 2005 (figure 2) indique une forêt encore relativement homogène avec moins de variabilité dans la Réserve de Luki. Les zones de faible fragmentation dominent, en particulier dans les domaines centraux où les noyaux forestiers sont continus et connectés. Certaines zones de fragmentation modérée et élevée sont éparées et se trouvent principalement en périphérie et dans les zones déjà soumises à des activités humaines dans la réserve. Cet agencement spatial indique une bonne connectivité écologique et s'aligne avec les faibles valeurs de densité de parcelles et les tailles de fragments forestiers en 2005.

Le résultat de la figure 3 ci-dessous montre le développement d'une fragmentation croissante des arbres en 2015. Les niveaux modérés de fragmentation deviennent plus généraux, plus intenses, et des points chauds de forte fragmentation apparaissent, surtout en périphérie et aux bords accessibles. Les noyaux forestiers sont davantage divisés en fragments plus petits et non intégrés à mesure que les perturbations anthropiques s'intensifient, telles que les activités agricoles et de défrichement. Cette évolution spatiale est concordante avec le nombre croissant et la diminution des tailles moyennes des parcelles de 2005 à 2015.



**Figure 3. Fragmentation de l'occupation des terres en 2015**



**Figure 4. Fragmentation de l'occupation des terres en 2025**

La carte de fragmentation pour 2025 (figure 4) montre une réduction généralisée du paysage forestier que l'on trouve dans divers secteurs de la réserve. Les zones de forte fragmentation dominent le paysage et les grands noyaux forestiers continus sont progressivement remplacés par des petits fragments isolés. Les points chauds de fragmentation disproportionnée se trouvent

principalement dans les zones périphériques affectées par une grande influence d'activités anthropique. Cet agencement spatial représente une perte profonde de liens écologiques et des parcelles forestières isolées, comme en témoignent les valeurs de NP et ENN tandis que le CONTAG a diminué en 2025.

### 3.4. Analyse des valeurs raster

**Tableau 8. Statistiques descriptives pour les rasters d'occupation des terres**

Année	Minimum	Maximum	Moyenne
2005	394	1885	816,57±110,65
2015	516	1655	860,28±94,84
2025	476	1785	764,99±83,98

Il ressort de résultat du tableau 8 ci-haut, que les variations des rasters entre 2005 et 2015 ont connues une augmentation de 5,35%. Ainsi, pour chaque année la valeur minimale, maximale et la moyenne ont été calculées. Cette évolution de 5,35% indique une altération des caractéristiques spatiales globales du raster pendant cette période. Et cela signifie une structure lente mais systématique du paysage, ce qui prouve également que des changements d'occupation des terres ont existé entre les deux dates.

$$T = \frac{860,28 - 816,57}{816,57} \times 100 \approx +5,35 \%$$

La variation de taille moyenne des rasters entre 2015 et 2025 passe de 860,29 à 764,99, soit une diminution de 11,08%.

$$T = \frac{764,99 - 860,29}{860,29} \times 100 \approx -11,08 \%$$

Variations statistiques du raster entre 2005 et 2025. Après 2005, les moyennes des rasters ont diminué de 6,32 %. Cela reflète le développement des caractéristiques spatiales du paysage. Ces écarts vérifient que la transformation de l'occupation des terres du paysage évolue considérablement au cours des vingt dernières années.

$$T = \frac{764,99 - 816,57}{816,57} \times 100 \approx -6,32 \%$$

## 4. Discussion

### 4.1. Tendances de fragmentation

L'augmentation du nombre de parcelles et la réduction de leur taille traduisent une fragmentation forestière croissante, caractéristiques liées essentiellement aux activités anthropiques, faits également observés par [19], qui rapportent une baisse du couvert forestier et une augmentation des fragments entre 2004 et 2024. L'augmentation de la distance au plus proche voisin (ENN) indique une perte de connectivité écologique, limitant la dispersion des espèces, comme également démontré dans le bassin du Congo par [20]. La diminution du CONTAG reflète une hétérogénéisation du paysage dominé par des mosaïques agricoles, cette observation est confirmée par [19]. Enfin, l'augmentation du MSI traduit une complexification des formes des fragments liées aux pressions anthropiques, également documentées dans la même zone d'étude.

### 4.2. Comparaison régionale

Ces tendances sont similaires à celles observées dans le Parc National de Kundelungu par [21] et dans l'Arc Cuprifère du Katanga par [22], où l'agriculture et les incendies fragmentent les forêts. Au Togo [23] rapporte une diminution similaire de la contagion, bien qu'on ne soit pas dans le même type d'écosystème.

### 4.3. Différences entre les classes

La forêt secondaire (SF) est beaucoup plus fragmentée que la forêt dense (DF) : en 2025 NP(SF) = 450, tandis que DF est à 380, et MPS (SF) = 16,4 ha contre 44,9 ha pour DF. Cette différence s'explique par le placement périphérique des forêts secondaires, traditionnellement plus accessibles pour l'agriculture et l'extraction de bois [14]. Les forêts secondaires sont fréquemment plantées dans les vestiges d'anciennes plantations ou jachères, qui subissent une forte pression anthropique [24].

En revanche, dans la savane (SV), une dynamique originale est présentée : les valeurs de NP diminuent (45 à 32) et celles de MPS (12,9 à 16,1 ha) augmentent. Deux mécanismes peuvent expliquer cela, d'une part, les petites parcelles de savane sont directement converties en cultures (RCA), diminuant leur nombre, d'autre part certains secteurs abandonnés, la recolonisation naturelle par la forêt secondaire peut éliminer les plus petits îlots de savane [3]. Un phénomène similaire de coalescence de la savane a été documenté dans d'autres régions de transition forêt-savane d'Afrique centrale [23].

### 4.4. Implications écologiques

Ainsi, l'isolement croissant des parcelles (ENN augmente, CONTAG diminue) réduit la connectivité écologique. Ce qui fait que certaines espèces comme *Pan troglodytes verus* (ou le chimpanzé à face blanche), sont soumis aux effets de bordure et à la fragmentation [5] et [15].

## 5. Conclusion

Cette étude a mis en évidence une aggravation significative de la fragmentation forestière dans la Réserve de Biosphère de Luki entre 2005 et 2025. L'augmentation du nombre de parcelles, la réduction de leur taille, leur isolement croissant et la baisse de la connectivité du paysage témoignent d'une dégradation progressive du couvert forestier sous l'effet des pressions anthropiques. Les forêts secondaires apparaissent comme les plus vulnérables à ce processus, tandis que les zones les plus fragmentées se concentrent principalement à proximité des routes et des villages. Cette dynamique compromet le maintien des habitats, la circulation des espèces et la conservation de la biodiversité. Les métriques paysagères utilisées se révèlent ainsi pertinentes pour le suivi des transformations du paysage forestier. Le renforcement des mesures de conservation, la protection des noyaux forestiers et le maintien de corridors écologiques constituent une priorité pour préserver l'intégrité écologique de la Réserve de Biosphère de Luki.

## Références

- [1] FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). (2020). Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 : Principaux résultats. FAO. <https://www.fao.org/forest-resources-assessment/2020>
- [2] Hubau, W., Lewis, S. L., Phillips, O. L., Affum-Baffoe, K., Beeckman, H., Cuní-Sanchez, A., Daniels, A. K., Ewango, C. E. N., Fauset, S., Mukinzi, J. M., Sheil, D., Sonké, B., ... & Zemagho, L. (2020). Saturation asynchrone du puits de carbone dans les forêts tropicales africaines et amazoniennes. *Nature*, 579(7797), 80-87. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2035-0>
- [3] Shapiro, A., d'Annunzio, R., Desclée, B., Jungers, Q., Koy Kondjo, H., Mbulito Iyanga, J., Gangyo, F.I., Ney, P., Mertens, B. (2023). L'agriculture à petite échelle continue de provoquer la déforestation et la dégradation dans les forêts fragmentées du bassin du Congo (2015–2020). *Land Use Policy*, 132, 106922. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106922>
- [4] Bogaert, J., Barima, Y.S.S., Iyongo, W.M.L., Bamba, I., Mama, A., Toyi, M., & Laforteza, R. (2011). Fragmentation forestière : causes, impacts écologiques et implications pour la gestion du paysage. Dans C. Li, R. Laforteza, & J. Chen (Éds.), *Écologie du paysage dans la gestion et la conservation des forêts : Défis et solutions pour le changement global* (pp. 273-296). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12754-0\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12754-0_12)
- [5] Haddad, N.M., Brudvig, L.A., Clobert, J., Davies, K.F., Gonzalez, A., Holt, R.D., Lovejoy, T.E., Sexton, J.O., Austin, M.P., Collins, C.D., Cook, W.M., Damschen, E.I., Ewers, R.M., Foster, B.L., Jenkins, C.N., King, A.J., Laurance, W.F., Levey, D.J., Margules, C.R., ... & Townshend, J.R. (2015). La fragmentation de l'habitat et son impact durable sur les écosystèmes terrestres. *Science Advances*, 1(2), e1500052. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>

- [6] Laurance, W.F., Camargo, J.L.C., Luizão, R.C.C., Laurance, S.G., Pimm, S.L., Bruna, E.M., Stouffer, P.C., Williamson, G.B., Benítez-Malvido, J., Vasconcelos, H.L., Van Houtan, K.S., Zartman, C.E., Boyle, S.A., Didham, R.K., Andrade, A., & Lovejoy, T.E. (2011). Le destin des fragments de forêt amazonienne : Une enquête de 32 ans. *Biological Conservation*, 144(1), 56-67. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.021>
- [7] Brinck, K., Fischer, R., Groeneveld, J., Lehmann, S., Dantas de Paula, M., Pütz, S., Sexton, J.O., Song, D., & Huth, A. Analyse à haute résolution de la fragmentation des forêts tropicales et son impact sur le cycle global du carbone. *Nature Communications*, 8, Article 14855.
- [8] UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture). (1979). Informations sur la Réserve de biosphère – Luki. Programme sur l'Homme et la biosphère (MAB).
- [9] Opelele Omeno, M., Yu, Y., Fan, W., Lubalega, T.K., Chen, C., & Kachaka Sudi Kaiko, C. (2021). Analyse de l'impact du changement d'utilisation des terres/couverture terrestre sur la température de surface dans les villages de la Réserve de biosphère de Luki. *Sustainability*, 13(20), 11242.
- [10] Sylvain Ambayi Bienu, Tolerant K. Lubalega, Damase Paul Khasa, David Kombi Kaviriri, Ling Yang, Li Yuhua, Dieudonné Musibono Eyul'Anki, Eustache Kidikwadi Tango, & Honoré Belesi Katula (2023). *Floristic diversity and structural parameters on the forest tree population in the Luki Biosphere Reserve, Democratic Republic of Congo*. *Global Ecology and Conservation*, 44, e02489. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02489>
- [11] Nkoba Kiatoko, Maria Isabel Pozo, Annette Van Oystaeyen, Maurice Musonye, Junior Kika, Felix Wäckers, Frank van Langevelde, Baerbel Hundt, & Juliana Jaramillo (2023). African endemic stingless bees as an efficient alternative pollinator to honey bees in greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Apicultural Research*, 62(5), 1017–1029. <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.2013421>
- [12] Djami, Y.K., Fonteyn, D., Semeki Ngabinzeke, J., Nyimi Meeys, M., Poulain, F., Lonpi Tipi, E., & Vermeulen, C. (2023). État des populations de mammifères terrestres dans la Réserve de biosphère de Luki (République Démocratique du Congo). *BASE – Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 27(4), 275-289.
- [13] Atlas A.P.E.S. de l'UICN. (2025). Réserve de biosphère de Luki. [https://apesatlas.iucnaportal.org/index.php/Luki\\_Biosphere\\_Reserve](https://apesatlas.iucnaportal.org/index.php/Luki_Biosphere_Reserve), 18.06.2026
- [14] Couralet, C. (2010). Dynamique communautaire, phénologie et croissance des arbres tropicaux dans la réserve forestière de Luki, République Démocratique du Congo (Thèse de doctorat). Université Gent, Belgique. 174P.
- [15] Semeki, J., & Vermeulen, C. (2020). Les chimpanzés à face blanche font leur retour dans la Réserve de biosphère de Luki. <https://www.wwfdr.org/?34042/Les-chimpanzes-a-face-blanche-font-leur-retour-dans-la-Reserve-de-biosphere-de-Luki>, 18.06.2026.
- [16] McGarigal, K., & Marks, B.J. (1995). FRAGSTATS : programme d'analyse des motifs spatiaux pour quantifier la structure du paysage. Rapport technique général PNW-GTR-351. Département de l'Agriculture des États-Unis, Service forestier, Station de recherche du Nord-Ouest Pacifique. 132p.
- [17] INRAE (2023). (Delacote, P., Mathieu, V., & Montagné-Huck, C.). Aperçu de la recherche sur la forêt et le bois du département EcoSocio de l'INRAE. *Sciences Sociales de l'INRAE*, 2023 (2–3), 1–4. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.336034>
- [18] Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2015). Télédétection et interprétation d'images (7e éd.). Hoboken, NJ : John Wiley & Sons. 770p
- [19] Ernestine Lonpi Tipi, Médard Mpanda Mukenza, Yannick Useni Sikuzani, Jean-Pierre Messina Ndzomo, Raoul Sambieni Kouagou, François Malaisse, Joseph Lumande Kasali, Damase Paul Khasa, & Jan Bogaert (2025). Dynamics and

anthropisation of edible caterpillar habitats in the landscape of the Luki Biosphere Reserve, Democratic Republic of the Congo. *Land*, 14(7), 1384. <https://doi.org/10.3390/land14071384>

- [20] Fritz Kleinschroth, John R. Healey, Sylvie Gourlet-Fleury, & Frédéric Mortier (2016). Roadless space is greatly diminished by logging in intact forest landscapes of the Congo Basin. arXiv preprint arXiv:1602.01436. <https://arxiv.org/abs/1602.01436>
- [21] Sikuzani, Y.U., Mukenza, M.M., Malaisse, F., Kaseya, P.K., & Bogaert, J. (2023). Dynamiques spatio-temporelles du déboisement du miombo et des activités humaines illégales pour le feu de forêt dans le Parc National de Kundelungu, République Démocratique du Congo. *Fire*, 6 (5), 174.
- [22] Kaleba, S.C., Useni Sikuzani, Y., Yamba, A.M., Bogaert, J., & Munyemba Kankumbi, F. (2018). Analyse structurale de la dynamique forestière dans la région de l'Arc Cuprifère Katangais en République Démocratique du Congo : II. Analyse complémentaire de la fragmentation forestière. *Tropicultura*, 36 (4), 621-630.
- [23] Hlovor, A.K.D., Adjonou, K., Segla, K., Akoete, K.K., & Kokou, K. (2024). Dynamiques spatio-temporelles de la couverture forestière dans le bassin de Kara au nord du Togo (Afrique de l'Ouest). *European Scientific Journal*, 20 (33), 137-164.
- [24] Tyukavina, A., Hansen, M.C., Potapov, P.V., Parker, D., Okpa, C., Stehman, S.V., Kommareddy, I., & Turubanova, S. (2018). Perte de forêt dans le bassin du Congo dominée par l'augmentation des défrichements par les petits exploitants. *Science Advances*, 4 (11), 1-12.