

## Régénération et reconstitution de cinq essences commerciales de l'UFA Ipendja

*Paul Patrick Mangonga*

*Pierre Mbete*

Laboratoire d'écologie appliquée et de l'environnement,  
Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

*Aristide Ewamela*

Laboratoire de Population et Développement,  
Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

---

Approved: 08 June 2026

Posted: 10 June 2026

Copyright 2026 Author(s)

Under Creative Commons CC-BY 4.0

OPEN ACCESS

*Cite As:*

Mangonga, P.P., Mbete, P., & Ewamela, A. (2026). *Régénération et reconstitution de cinq essences commerciales de l'UFA Ipendja*. ESI Preprints.

<https://doi.org/10.19044/esipreprint.6.2026.p381>

---

### Résumé

Cet article analyse la reconstitution de cinq essences commerciales dans l'UFA Ipendja, au nord du Congo, pour évaluer la capacité de régénération des forêts après exploitation. L'étude s'appuie sur 76 placettes de 100 x 25 m. Les espèces étudiées incluent *Entandrophragma cylindricum*, *Entandrophragma utile*, *Khaya anthotheca*, *Pterocarpus soyauxii* et *Azzeria bipindensis*. Les données proviennent d'inventaires systématiques sur des arbres de 10 à 129,99 cm de diamètre. La densité des petites tiges et le taux de reconstitution ont été évalués selon la norme FAO de 50 %. Les résultats montrent la dominance de *Pterocarpus soyauxii* et d'*Entandrophragma cylindricum*, mais une régénération limitée dans les petites classes de diamètre. *Entandrophragma cylindricum* présente encore des diamètres élevés, tandis que *Pterocarpus soyauxii* affiche un meilleur indice de reconstitution. Le test du  $\chi^2$  (22,89 ; ddl = 4 ; p < 0,05) indique une diminution significative des effectifs dans la zone exploitée, tendance susceptible de s'accroître malgré les recrutements observés.

---

**Mots-clés** : Reconstitution, Régénération, Essences Commerciale, Durabilité, UFA-Ipendja

## Regeneration and Reconstitution of Five Commercial Tree Species from the UFA Ipendja

*Paul Patrick Mangonga*

*Pierre Mbeté*

Laboratoire d'écologie appliquée et de l'environnement,  
Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

*Aristide Ewamela*

Laboratoire de Population et Développement,  
Université Marien NGOUABI, Brazzaville, République du Congo

---

### Abstract

This article analyzes the regeneration of five commercial tree species in the Ipendja Forest Management Unit (FMU) in northern Congo to assess forest regeneration capacity after logging. The study is based on 76 plots measuring 100 x 25 m. The species studied include *Entandrophragma cylindricum*, *Entandrophragma utile*, *Khaya anthotheca*, *Pterocarpus soyauxii*, and *Azelia bipindensis*. Data were obtained from systematic inventories of trees ranging from 10 to 129.99 cm in diameter. Small stem density and regeneration rate were assessed according to the FAO standard of 50%. The results show the dominance of *Pterocarpus soyauxii* and *Entandrophragma cylindricum*, but limited regeneration in the smaller diameter classes. *Entandrophragma cylindricum* still exhibits large diameters, while *Pterocarpus soyauxii* shows a better regeneration rate. The  $\chi^2$  test (22.89; df = 4; p < 0.05) indicates a significant decrease in numbers in the exploited area, a trend likely to intensify despite the observed recruitment.

---

**Keywords:** Regeneration, Commercial tree species, Sustainability, UFA-Ipendja

### Introduction

La forêt de la république du Congo couvre les 2/3 du territoire national et est répartie entre les principaux massifs au Nord et au sud du pays. Il a été démontré que la forêt congolaise est répartie en 3 principaux massifs qui sont : Massif du Nord, Massif du Chaillu et Massif du Mayombe. Le couvert forestier congolais est de 23,5 millions d'ha soit 69% de la superficie du territoire national couvrant 342 000 km<sup>2</sup> (milliards de tonnes de carbone et 4,3 million d'ha des Aires Protégées indiqué par le Ministère de l'Economie Forestière (Atlas Forestier du Congo, (2022); Ndera Tuyizere & al., (2025). Selon ces auteurs, elle représente 10 % du couvert forestier

d'Afrique centrale et place la République du Congo dans la catégorie des pays à forte couverture forestière et où la part de la forêt par tête d'habitant est l'une des plus élevées de la planète avec 6 ha par habitant. Cet Atlas forestier de la République du Congo a indiqué que la forêt est répartie en forêt primaire sur terre ferme dont la superficie est de 14123816 ha, forêt secondaire sur terre ferme s'étendant sur 2473784 ha, forêt marécageuse d'une superficie de 7240918 ha, les strates non forestières représentant plus de 10156693 d'hectares soit 29,7 %.

Cette couverture forestière comprend 5,8 millions de forêts denses et contribue efficacement à la lutte contre le changement climatique avec près de 60 millions d'ha de tourbières qui séquestrent plusieurs milliards de tonnes de carbone et 4,3 million d'ha des Aires Protégées (Atlas forestier du Congo, op. cit.). Les forêts congolaises fournissent des biens et services écosystémiques diversifiés indispensables à la survie des riverains et au développement du pays. Il a été constaté une commercialisation de 1560 tonnes des feuilles de Gnetum avec un montant total de 300 millions de FCFA et 1382 tonnes de miel ont été vendu 1 505 000 000FCFA Kimpouni, (2001). Elles constituent la seconde source d'emploi du pays après le secteur des combustibles fossiles. Sa contribution au PIB est d'environ 6%. De Wasseige & al., (2015) contre le PIB de 2,5% d'activités agricoles. Ces services socio-économiques sont très innovants. Association Technique Internationale des Bois Tropicaux, (2007).

Par ailleurs, le Domaine Forestier de l'Etat comprend le Domaine forestier permanent (DFP) et le domaine forestier non permanent (DFnP). Le DFP a une superficie de 19,7 millions d'ha dont 70 % de forêt dense, 20 % de forêts mixtes et 10% de surfaces non forestières tandis que le DFnP couvrant 23% du territoire national est constitué de 59% de forêts mixtes et 41% de mosaïques agriculture-forêt, Mertens & al., (2012). Les forêts de production, notamment les concessions forestières, occupent 14,7 millions. En effet, les ressources forestières sont gérées au niveau institutionnel par le Ministère de l'Economie Forestière (MEF) et plus de 15 millions d'hectares de la forêt congolaise (environ 75 %), faisaient partie du domaine de production, dont environ 14 millions d'hectares sont gérées par 60 concessions forestières, Korwin, (2021). En 2015, le taux de déforestation et de dégradation forestière annuel était de 0,05 % (12 000 ha / an), la superficie aménagée des UFA est de 8 166 230 ha, contre 4 687 495 ha MEF, (2021). L'unité forestière d'aménagement (UFA) Ipendja, d'une durée de rotation de 30 ans (2012-2041); MEF, (2012) avec le taux de déforestation de 0,17 % est concernée.

La régénération de la classe (10 à 69,99) et la reconstitution des tiges d'espèces exportées à la première rotation se traduisent par la raréfaction des gros diamètres d'espèces objectives Karsenty et Gourlet-Fleury., (2006) aux

conséquences irréversibles. Les prélèvements excessifs en volumes d'essences commerciales par endroit s'interprètent comme un pas vers le sabotage de la ressource existante Karsenty & al., (2016) qui va conduire à la révision du plan d'aménagement. Cela a un impact négatif sur la régénération naturelle par suppression des semenciers de certaines espèces qui ravitaillent la banque des graines du sol et favorisent la pérennisation de celle-ci, Douh, (2018). La composition structurelle de la forêt est affectée à la régénération et sa reconstitution l'a également, d'où ces essences deviennent vulnérables Sepulchre & al., (2008). Il sera nécessaire que, les concessionnaires définissent les règles spécifiques de prélèvement par endroits et s'impliquent à la régénération assistée, pour une gestion durable de la ressource.

Face à cela, l'amélioration de la gouvernance forestière et l'établissement d'un cadre de coopération pour la mise en œuvre d'un système national de vérification de la légalité et traçabilité de l'extraction et l'exportation des grumes de bois vers l'UE ont permis de réduire le phénomène de déforestation, Louzolo, (2021). Le taux de perte de forêt est estimé à 0,06%. Toutefois des défis sont à relever, entre autres : le financement des membres de la société civile impliqués dans la réglementation de l'exploitation des ressources naturelles des forêts, pour palier à leurs difficultés de demander des comptes aux exploitants forestiers en liens avec les représailles, Korwin, (2021).

Au regard des multiples services et usages, la gestion durable de la forêt congolaise est une nécessité. Dans cette perspective d'une exploitation à long terme et gérer durablement les cinq espèces choisies, notamment : l'*Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague, (Sapelli), *Entandrophragma utile* (Dawe et Sprague, Sprague) (sipo), le *Khaya Anthotheca* (Acajou), le *Pterocarpus Soyauxii* (Padouk) et l'*Azelia Bipindensis* (Doussié). Une étude de la régénération et de la reconstitution a été menée dans l'unité forestière d'aménagement, MDDEFE, (2012). Elle a consisté à évaluer les conditions d'une régénération des tiges de classe de diamètre de (10 à 69,99) cm, sur placettes exploitées de 50 ha et d'examiner la probabilité de la bonne reconstitution à six 6 ans et la projection à 30 ans après la coupe d'exploitation de 2018. Une attention particulière mérite d'être orientée vers « L'Étude de la régénération naturelle de cinq (5) essences commerciales en zone exploitée et l'estimation du taux de la reconstitution dans l'UFA Ipendja du Nord Congo ».

Cette étude s'inscrit donc dans une perspective d'analyse de la capacité de régénération des essences exploitées afin d'évaluer le potentiel de reconstitution de la forêt après exploitation. En effet, dans l'UFA Ipendja du Nord Congo, l'exploitation forestière pourrait compromettre la régénération naturelle des essences commerciales. Or, la durabilité de la



### Matériels utilisés

Pour la réalisation de cette étude, le matériel utilisé comprenait :

- ✓ une machette TRAMOTINA pour l'ouverture de la forêt et la délimitation des placettes,
- ✓ un compas forestier Digitech Green Gator Eyes pour mesurer les diamètres des arbres,
- ✓ un pentamètre pour les distances et une boussole TopoChaix pour l'orientation.

### Méthode de collecte des données

L'étude s'est déroulée en deux volets : l'installation des placettes et l'inventaire systématique. Des placettes ont été installées dans trois parcelles de 50 hectares (1000 x 500 m), désignées G13, F13 et D14 par la société Thanry-Congo en 2018. Chaque parcelle a été subdivisée en placettes de 100 x 25 m, avec des pistes centrales pour les inventaires à 125 m, 250 m et 325 m, totalisant 76 placettes sur 19 hectares. La parcelle D14 a eu moins de placettes en raison de sa forme triangulaire limitrophe de l'UFA, Ipendja et l'UFA Lopola.

L'inventaire systématique a mesuré toutes les tiges dans chaque placette, en prenant en compte 12,5 m de chaque côté de la piste centrale, garantissant des données précises sur la composition et la structure des essences.

### Analyse des indices d'importance écologique :

L'analyse des indices d'importance écologique des cinq espèces (Sapelli, Sipo, Padouk, Doussié, Acajou), les variables évaluées comprenaient : le taux de régénération, la densité absolue, la densité par famille, la densité relative, la diversité relative, le coefficient de mélange, l'indice de Shannon, l'indice d'équité de Piélou, la richesse spécifique des familles et le taux de reconstitution.

Le taux de régénération (Tr) est calculé en rapportant l'effectif des jeunes tiges à l'effectif total des tiges, multiplié par 100:

$$Tr = \frac{\text{Effectif des jeunes tiges}}{\text{Effectif des tiges du peuplement}} \times 100 \text{ Aboubacar \& al., (2023)}$$

La densité absolue (D) a été calculée en rapportant la surface échantillonnée (N) au nombre de tiges sur la superficie échantillonnée (S).  $D = \frac{\text{Nombre de tiges sur la superficie échantillonnée}}{\text{Surface échantillonnée}}$ , Olofsson & Olsson, (2017)

La densité par famille (D/F) a été déterminée par le rapport du nombre de tiges de cette famille et la superficie échantillonnée (S).  $D/F = \frac{\text{Nombre de tiges de la famille}}{\text{Superficie échantillonnée}}$ , Ambombo Onguene, (2018)

La densité relative (DeR) a été le quotient de la densité d'une famille et la densité totale des familles.

$$\text{DeR} = \frac{\text{Densité d'une famille}}{\text{Densité totale des familles}} \times 100, \text{ Ambombo Onguene, (2018)}$$

La diversité relative (DiR) qui a été le produit du nombre d'espèces au sein d'une famille et 100 divisé par le nombre total d'espèces échantillonnées.

$$\text{DiR} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces échantillonnées}} \times 100, \text{ Mikoungui Gomo \& al., (2020)}$$

Le coefficient du mélange a été identifié par le rapport du nombre d'espèces et du nombre total de tiges inventoriées.  $CM = \frac{\text{Nombre d'espèces}}{\text{Nombre totale de tiges inventoriée}}$ , Marcon, (2025)

L'indice de Shannon (H') qui a été la valeur négative de la somme des produits de l'abondance relative (Pi) et son logarithme de base 2 selon Mikoungui Gomo & al., (2020).

$$H' = -\sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i)$$

H' = Entropie de Shannon ; Indice de Shannon ou diversité spécifique observé  
 Pi = ni / N : abondance relative  
 N = effectif total des espèces  
 Ni = effectif des individus de l'espèce  
 Log<sub>2</sub> = Logarithme de base

L'indice d'Equitabilité de Piélu ayant été calculé en rapportant à l'indice de Shannon le logarithme de base 2 de la diversité maximale d'après Mikoungui Gomo & al., (2020).

$$E = \frac{H'}{\log_2 S}$$

H' = Entropie de Shannon ; Indice de Shannon ou diversité spécifique observé  
 S = Richesse spécifique (nombre total d'espèces)  
 Log<sub>2</sub> S = Diversité maximale

La dominance relative est calculée en divisant la surface terrière d'une famille ou d'une espèce par la surface terrière totale des familles, puis en multipliant par 100.

$$\text{DoR} = \frac{\text{Surface terrière d'une famille ou d'une espèce}}{\text{Surface terrière totale des familles}} \times 100, \text{ Kimpouni, (2017),}$$

La richesse spécifique des familles par espèces a été estimée à la somme de la dominance relative, de la diversité relative et de la densité relative ;  $\text{FIV} = \text{DoR} + \text{DiR} + \text{DeR}$ , Kimpouni, (2017),

**Taux de reconstitution :** Le taux de reconstitution est un indicateur du potentiel exploitable à la rotation, basé sur les proportions entre les effectifs à abattre et ceux déjà abattus selon la durée de la rotation (Durrieu & Forni, 1997). Parmi les cinq essences, le Padouk, le Doussié et l'Acajou sont exploitables jusqu'à 80 et 90 cm de diamètre, tandis que le Sipo et le Sapelli le sont à partir de 80 cm. Le taux de reconstitution a été calculé uniquement pour le Padouk et le Sapelli.

$$\text{IR (\%)} = \left[ \text{N}_0 \cdot (1 - \Delta) \cdot (1 - \alpha)^T / \text{N}_p \right] \times 100$$

Avec

$$T = \text{DME} - \text{D}_{\text{bi}} / \text{AAM}$$

% Re (t) = taux de reconstitution de tiges initialement exploitables ( $\geq$  DME) au temps t ;

$\text{N}_0$  = effectifs qui aura dépassé 60 cm de diamètre, en 30 ans (arbres d'avenir);

$\text{N}_p$  = nombre de tiges de diamètre supérieur à 60 cm;

$\sigma$  = taux de mortalité annuelle;

$\alpha$  = taux de dégâts dû à l'exploitation (10 %) ;

T = temps de passage, soit 30 ans (2012-2042), l'UFA (Ipendja).

**Analyse des données :** Le logiciel Microsoft Excel 2016 a été utilisé pour calculer les valeurs moyennes ( $\bar{x}$ ) et les écarts-types ( $\delta$ ), ainsi que pour réaliser les proportions et des représentations graphiques. Les données saisies sur Microsoft Excel, ont ensuite été transférées dans SPSS version 0.2 pour comparer les moyennes à l'aide des tests de Mann-Whitney, de Student et de Kruskal-Wallis, tandis que les proportions ont été analysées avec le test Z.

## Résultats :

### Inventaire systématique :

L'inventaire des parcelles G13, F13 et D14, exploitées en 2018, comprend 76 placettes de 100 x 25 m, totalisant 19 ha. Il est recensé 941 tiges réparties sur 95 espèces et 35 familles, avec une densité de 49,26 tiges/ha. Les *Fabaceae* sont représentées par 108 tiges, principalement *Pterocarpus soyauxii* (Padouk), et les *Meliaceae* par 106 tiges, dont *Entandrophragma cylindricum*. Les familles *Euphorbiaceae* et *Malvaceae* comptent chacune 91 tiges, incluant *macaranga* spp. et *Sterculia dawei*.

Par contre les *Dracenaceae*, *Bignioniaceae* et *Anacardiaceae* comptent respectivement 1, 2 et 3 espèces moins rencontrées. La forêt semi-décidue abrite également *Tetracera alnifolia*, ainsi que des *Marantaceae* et *Zingiberaceae*, se développant sur les trouées d’abattage sous les macarangs spp. Une faible régénération des espèces abattues est constatée à 10-15 m de la souche. Cinq espèces intéressantes ont été relevées : *l’Entandrophragma cylindricum*, *l’Entandrophragma utile*, et les trois atres, *Khaya anthotheca* (Acajou), *Pterocarpus soyauxii* (Padouk), *Azelia bipindensis* (Doussié), inscrites en annexe II de la CITES. Les inventaires des zones exploitée et non exploitée sont présentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau I** : Nombre de tiges en zone exploitée et non exploitée

Espèces	Zone – non exploitée n(%)	Zone exploitée n(%)	Significativité	
			Khi2	P
<i>Sapelli</i>	184(68,4%)	50(45,5%)	$\chi^2 \approx 22,89$ ddl = 4 $p \approx 9,488$	$p < 0,05$
<i>Sipo</i>	22(8,2%)	8(7,3%)		
<i>Acajou</i>	9(3,3%)	4(3,6%)		
<i>Padouk</i>	41(15,2%)	41(37,3%)		
<i>Doussié</i>	13(4,8%)	7(6,4%)		

NS : Différence significative ( $p < 0,05$ )

Ce tableau provient des effectifs comparés des deux inventaires analysés

La zone non exploitée présente un nombre d’espèces et de spécimens supérieur à la zone exploitée, qui a connu une réduction significative des effectifs de certaines espèces ( $\chi^2 = 22,89$  ; ddl = 4 ;  $p < 0,05$ ). Cette variation souligne l’impact de l’exploitation sur la biodiversité et soulève des préoccupations quant à la durabilité des ressources forestières. L’étude démontre l’effet mesurable de l’exploitation sur la distribution et l’abondance des espèces, mettant en avant la nécessité d’une gestion durable des forêts

**En faune :**

La forêt, anthropisée par les braconniers en utilisant plusieurs pistes de leurs passages; une dizaine de douille de cartouche de chasse calibre douze (12) rencontrées, des terriers de pangolins géants, deux groupes de quatre (4) à cinq (5) nids de grands singes à même le sol réalisé à base des feuilles de marantacées *Haumania liebrechtsiana* de Wild et Léonard, Bocquet & al., (2020) et plusieurs crottes des angulés de taille moyennes (*Cephalophus callipygus*, *philantomba monticola* etc..), ainsi que les saisis de l’unité de lutte anti-braconnage de l’UFA Ipendja, dans le tableau n°2, en dessous.

**Tableau II** : Indices de la pression anthropique des riverains

TITIONtitivitéObjets s	Ouverture de la cha	Fermerture	tur: Total	SignificaTIO	tiv
en 2023 / 2024		de la chasse		Khi2	p
Munition	23	56 *	79	$\chi^2 = 28,70$ ddl = 2 $p \approx 5,87$	P< 0,05
Armes	02	04 *	06		
Gibiers (kg)	552	376,5 *	928,5		

\* : Différence significative ( $p < 0,05$ ) ce tableau provient des inventaires de la faune

Les résultats montrent que le nombre de munitions et d'armes saisies à la fermeture de la chasse est supérieur à celui observé à l'ouverture. En revanche, le poids des gibiers saisis à la fermeture est significativement réduit par rapport à l'ouverture. Une différence hautement significative existe entre les saisies lors de ces deux périodes. De plus, la nature et la quantité des objets saisis varient selon la période de chasse.

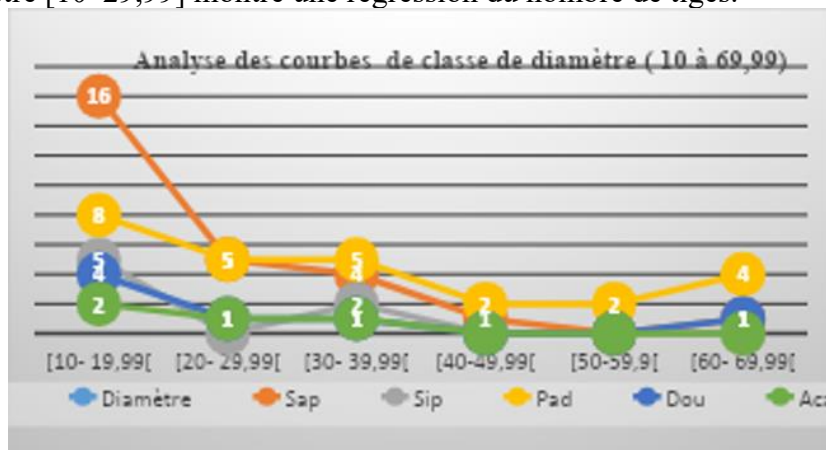
**Taux de régénération :** Ils sont résumés par essences dans le tableau n°1 au-dessus et leur densité dans le tableau n°III en dessous.

**Tableau III :** Taux de régénération pour les classes de diamètre [10-69,99]

Espèces	[10 - 19,99]	[20 - 29,99]	[30 - 39,99]	[40 - 49,99]	[50 - 59,99]	[60 - 69,99]	Significativité	
							Khi <sup>2</sup>	P
Sapelli	16	5	4	1	0	1	$\chi^2$	=
Sipo	5	0	2	0	0	0	13,77	
Padouk	8	5	5	2	2	4	ddl	=
Doussié	4	1	1	0	0	1	20	NS
Acajou	2	1	1	0	0	0	p=	0,842

La différence n'est pas significative (NS)

Les données indiquent que certaines essences, comme le Padouk, ont tendance à se retrouver davantage dans les classes de gros diamètres, mais ces différences ne sont pas statistiquement significatives. L'analyse du test du Khi-deux indique un  $\chi^2$  de 13,77 avec 20 degrés de liberté et une p-value de 0,842, bien au-dessus du seuil de 5%, confirmant une structure diamétrique similaire entre les essences. Les écarts notables concernent principalement le Padouk dans les classes [50–59,99] et [60–69,99], tandis que le Sipo et le Sapelli présentent des variations faibles. Enfin, la classe de diamètre [10–29,99] montre une régression du nombre de tiges.



**Figure I :** Courbe des effectifs des classes de (10 à 129,99)  
*Sap=sapelli, Sip=sipo, Pad=padouk, Dou= doussié Aca= acajou*

La figure I a mis en évidence une régénération en abondance mais déséquilibrée, dominée par quelques espèces (Sapelli et Padouk). La faible représentation d'autres essences a eu un effet sur le risque de réduction de la diversité spécifique future, d'où la nécessité d'interventions sylvicoles ciblées pour favoriser un équilibre entre essences commerciales. Densité absolue d'espèces inventoriées (D) par classe de diamètres.

**Tableau IV : Densités absolues par essence par essence de l'UFA Ipendja**

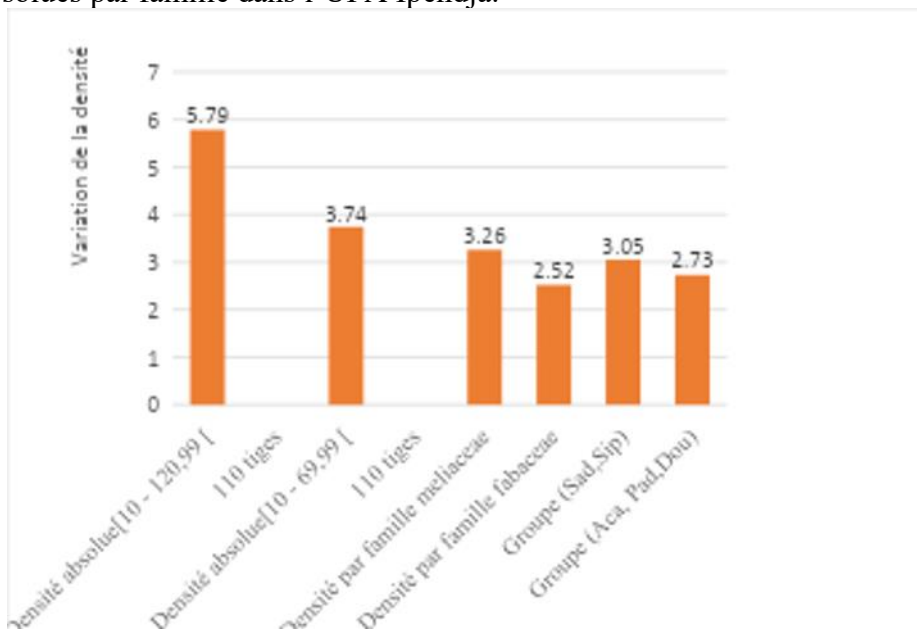
Espèces	[10 -	[20 -	[30 -	[40 -	[50 -	[60 -	Significativité	
	19,99]	29,99]	39,99]	49,99]	59,99]	69,99]	Khi <sup>2</sup>	P
Sapelli	0,84	0,26	0,21	0,05	0	0,05	$\chi^2$	≈
Sipo	0,26	0	0,11	0	0	0	4,68	
Padouk	0,42	0,26	0,26	0,11	0,11	0,21	ddl	=
Doussié	0,21	0,05	0,05	0	0	0,05	20	NS
Acajou	0,11	0,05	0,05	0	0	0	p≈	
							0,999	

NS : Différence non significative (p<0,05), *ce sont commerciale objective*

Aucune différence significative n'a été observée dans la répartition des essences selon les classes de diamètre, indiquant une structure diamétrique relativement homogène entre les essences.

### Densité absolue par famille

La figure II suivante a été une représentation des différentes densités absolues par famille dans l'UFA Ipendja.

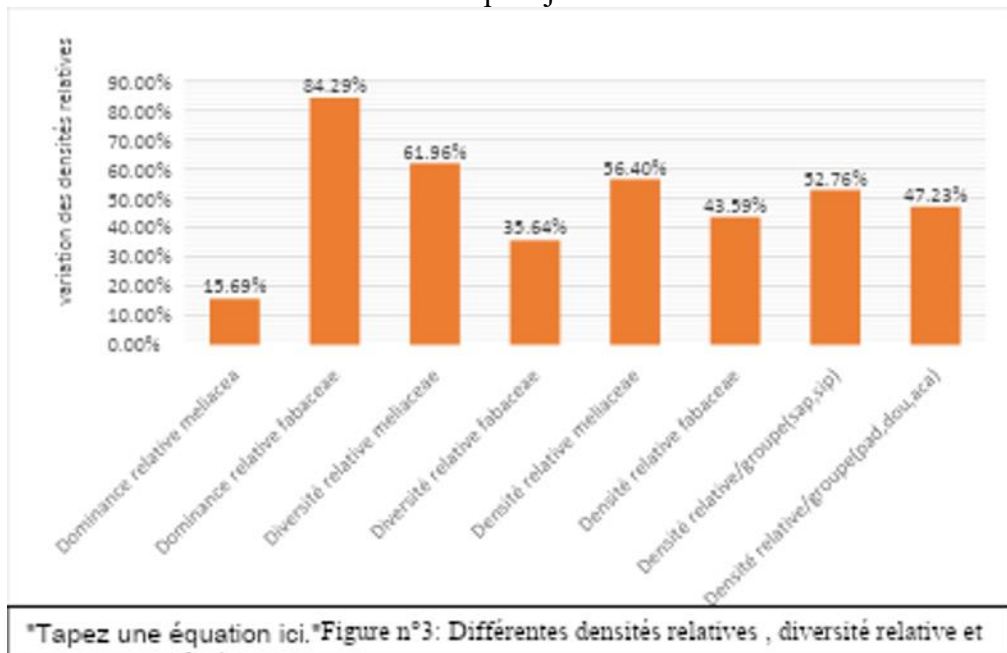


**Figure II:** des densités absolue, par famille des cinq espèces (fabaceae et meliaceae) et par groupe

La figure II montre une forte concentration de tiges au niveau global (5,79), mais cette densité diminue lorsqu'elle est analysée par familles, et tendu à s'équilibrer autour des valeurs moyennes d'environ ( $\approx 2,5$  à  $3,2$ ). Cela indique que l'abondance est principalement due à quelques familles dominantes, tandis que les autres groupes affichent une régénération plus homogène mais modérée.

### Différentes densités et dominances relatives

La figure III ci-dessous a été une illustration des différentes densités et dominances relatives dans l'UFA Ipendja.



**Figure III:** Cette figure provient du regroupement des indices de densités, diversité et dominance tous relatives

La figure III révèle que la diversité relative des *Fabaceae* (84,29 %) prédomine sur celle des *Meliaceae* (61,96 %), avec une dominance de (15,69 %), bien que ces dernières aient une densité plus élevée (56,40 %) par rapport aux *Fabaceae* (43,59 %). Les groupes spécifiques affichent des valeurs intermédiaires (52,76 % pour Sapelli et Sipo, 47,23 %, et pour Padouk, Doussié et Acajou), ce qui indique une distribution équilibrée. En résumé, la figure met en évidence une forte diversité floristique dominée par les *Fabaceae*, avec une densité supérieure chez les *Meliaceae*.

### Reconstitution

Les diamètres exploitables dans l’UFA Ipendja ont été représentés dans la figure n°4 suivante.

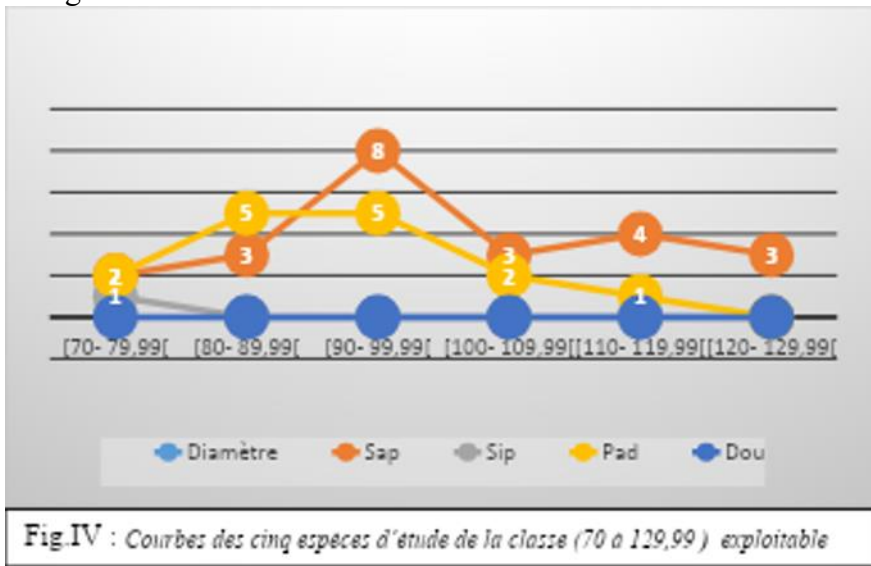


Figure VII: Les courbes de répartition en classes de diamètre pour cinq espèces

Sapelli est l’espèce la plus représentée, avec 8 individus dans la classe [90-99,99], suivi du Padouk avec 5 individus dans les classes [80-89,99] et [90-99,99]. Les espèces Sipo et Doussié sont très peu représentées, n’ayant qu’un individu chacune dans les classes [70-79,99] et [110-119,99]. En résumé, la distribution montre une forte concentration de Sapelli et Padouk dans les classes moyennes de diamètre, tandis que les autres espèces restent marginales.

### Taux de reconstitution

Le tableau V présente les effectifs et les moyennes avec écart-types pour le Sapelli, le Sipo, le Padouk, l’Acajou et le Doussié. Cette analyse des taux de reconstitution est essentielle pour évaluer la durabilité des populations forestières et leur capacité de régénération après exploitation.

Tableau V : Effectifs, moyennes associées aux écart-types des cinq essences post exploitation âgée de 6ans

Espèces	n ( $\bar{x} \pm \delta$ )	H	p-value
Sapelli	46 (57,17±43,38)		
Sipo	15 (57,00±44,30)		
Padouk	25 (43,00±33,70)	7,13	0,129
Acajou	4 (22,50±8,29p)		
Doussié	5 (17,00±4,00)		

NS : Différence non significative

L'analyse du tableau V révèle que les cinq essences affichent des valeurs identiques sur le plan statistique, avec une différence non significative ( $H = 7,13$  ;  $p\text{-value} = 0,129$ ).

Le tableau VI présente les moyennes et écarts-types des diamètres et du nombre de tiges de Sapelli et de Padouk, six ans après exploitation dans les placettes de l'UFA Ipendja.

**Tableau VI** : Comparaison des taux de reconstitution du Sapelli et du Padouk pour les durées de ( $T= 6$  et  $T= 30 + \Delta(\text{DME})$ ) de la croissance / essence

DME (Sap/Pad)	DME +15 cm	DME +13,5 cm	Effectif Exploitable		IR% T= 6 ans		IR% T = 30 ans	
T= 6 ans	Sapelli	Padouk	Sapelli	Padouk	Sapelli	Padouk	Sap+15 cm	Pad+13,5 cm
<b>80</b>	95	93,5	3	5	4,65	24,99	34,89	51,23
<b>90</b>	105	103,5	8	5	9,21	12,76	34,89	35,86
<b>100</b>	115	113,5	3	2	13,68	30,91	22,2	15,37

**Tableau VI (suite)** : Comparaison des taux de reconstitution du Sapelli et du Padouk pour les durées de  $T= 60$  ans +  $\Delta$  (DME) et  $T= 90$  ans +  $\Delta$  (DME) de la croissance/essence

DME (Sap/Pad)	DME + 30 cm	DME +27 cm	Effectif Exploitable		IR% T= 60 ans		IR% T = 90 ans		
T=30 ans	Sap+30 Cm	Pad+27 cm	Sapelli	Padouk	Sapelli	Padouk	Sap+45 cm	Pad+40,5 cm	Plus rein au DME=80
<b>80</b>	80	87	1	4	73,26	23,93	85	80,5	0
<b>90</b>	90	97	2	2	24,42	23,93	0	90,5	0
<b>100</b>	100	0	0	0	0	0	0	0	0

*T=durée de rotation, IR%=taux de reconstitution, Sap=sapelli, pad=padouk, DME = 80 et 90 cm. (DME+15 cm)=diamètre minimum exploitable plus une croissance de 13,5cm, de 15 cm, de 40;5cm, jusqu'à 45 cm*

Dans les UFA aménagées le taux de reconstitution d'espèces individuelle est de 30 % et groupée est de 50%, RDC, (2017), MEDDEF., (2017). Dans le plan d'aménagement de l'UFA Ipendja IR% Sapelli, (Sap) = 20% et Padouk, (Pad)= 100%, MDDEF., (2012).

L'analyse des résultats des taux de reconstitution, calculer suivant la formule au-dessus sont dans le tableau suivant.

**Tableau VII** : Fréquence, pourcentage des tiges, moyenne et écart-type des diamètres de Sapelli et de Padouk à 6 ans et tous les 30 ans post exploitation dans les placettes de l'UFA Ipendja

Variation de période / an	Sapelli (n = 21)	Padouk (n = 13)	$\mu/z/t$	P - value
Nombre de tiges [n(%)]	50 (54,95%)	41(45,05%)	1,34	NS
Diamètres à 6 ans	98,57 ± 13,15 *	89,23 ± 9,54	80	0,0401
Diamètres à 30 ans	113,10 ± 13,27 **	102,73 ± 9,54	2,64	0,0128
IR (%) à 6 ans	14,93 ± 9,91	21,46 ± 7,84	82,00	NS
IR (%) à 30 ans	23,26 ± 13,91	36,26 ± 15,74 *	46	0,0011

Variable de période/ an	<i>Sapelli</i> (n = 3)	<i>Padouk</i> (n = 6)	$\mu/z/t$	<i>P – value</i>
Nombre de tiges [n(%)]	29(48,84%)	28( 51,16%)	1,96	<b>Différence Significative.</b>
Diamètre à 60 ans	9 0 ± 10	92 ± 7,07	2	0,756
IR (%) à 60 ans	48,84% ± 34,55%	23,93% ± 0%	0,752	0,0 15/ 0,453
IR (%) à 90 ans	<i>L'application de la formule Dierrieu et Forni donne zéro ou l'impossibilité de calculer</i>			
	<i>NS : Différence non significative</i>		<i>IR : Indice de reconstitution</i>	
	<i>* : Différence significative (p &lt; 0,05)</i>		<i>Ce tableau provient de l'analyse du tableau 6 au – dessus</i>	
	<i>** : Différence significative (p &lt; 0,01)</i>			

Les résultats indiquent qu'à six ans après exploitation, il n'y a pas de différence dans le nombre de tiges entre le Sapelli et le Padouk, mais le Sapelli présente des diamètres significativement plus élevés ( $p < 0,05$ ). À 30 ans, le Sapelli continue d'avoir un diamètre supérieur ( $p < 0,01$ ), tandis que l'indice de reconstitution (IR%) du Padouk est plus élevé à 30 ans. À 60 ans, une différence significative persiste ( $p < 0,05$ ), mais les résultats deviennent nuls à 90 ans. Ces observations soulignent l'importance de la croissance en diamètre et de la capacité de régénération pour évaluer la durabilité des essences en exploitation forestière.

## Discussion

L'objectif de cette étude est d'évaluer la régénération naturelle et la reconstitution de cinq essences commerciales dans l'UFA Ipendja, au nord du Congo, exploitée par Thanry-CONGO. L'hypothèse postule que la régénération des essences varie selon les espèces, et que le taux de reconstitution diffère significativement entre les zones exploitées et non exploitées sur 19 ha, indiquant l'impact de l'exploitation forestière sur la dynamique de régénération des forêts. L'étude comprend un inventaire systématique et des analyses des indices d'importance écologique et de reconstitution, fournissant des données quantitatives fiables sur la structure et la dynamique des essences, permettant ainsi une évaluation objective de l'impact de l'exploitation, Eba'a Atyi & al., (2021).

Les résultats obtenus montrent que le dénombrement d'essences inventoriées sur parcelles : G13, F13 et D14, exploitées en deux mil dix – huit (2018), subdivisées en soixante et seize (76) placettes de (100 x 25) m, soit 19 ha constituent la richesse spécifique de cette superficie par famille, Schnell, (1970). Ils sont composés de trente-cinq (35) familles et neuf-cent quarante une (941) tiges de quatre-vingt-trois genres (83) pour quatre-vingt-quinze (95) espèces différentes; d'une densité de 49,26 tiges / ha et de fréquence égale à un (1). La famille des *Fabaceae*, cent-huit (108) tiges dont l'espèce la plus rencontrée à quarante-une (41) tiges le *Pterocarpus soyauxii* Taub. (Padouk). Suivi des *Meliaceae*, cent-six (106) espèces, dont, l'*Entandrophragma cylindricum* (Sprague) Sprague, à cinquante (50) tiges. Puis la famille des *Euphorbiaceae* et des *Malvaceae* qui ont 91 espèces chacune, dont respectivement les espèces : *macaranga* spp., à 55 tiges, en

zone secondarisée et *Sterculia dawei Sprague* à 41 tiges. Ces résultats s'expliquent par la bonne santé de la forêt qui présente une diversité variée des espèces, Xavier, (2024).

Par contre les *Dracenaceae* (*Dracaena arborea* Willd.), les *Bignoniaceae* et les *Anacardiaceae* comptent respectivement une, deux et trois espèces moins fréquentes. Dans cette forêt semi-décidue, on observe la liane *Tetracera alnifolia* ainsi que des *Marantaceae* et *Zingiberaceae* rares, se développant sur les trouées d'abattage et les pistes de débardage, sous des macarangs spp., de diamètre de 10 à 60 cm, dont certains commencent à se dessécher. La régénération d'espèces abattues est faible à une distance de 10 à 15 m de la souche, probablement en raison de la compétition à la croissance. La classe de diamètre de 10 à 20 cm montre une forte régression, comme indiqué dans le plan d'aménagement de l'UFA Ipendja, MDDEF, (2012). Cette régression dans les classes de diamètre les plus jeunes indique une dynamique de compétition intense, pouvant modifier la structure et la composition future du peuplement forestier.

Cette dynamique est corroborée par l'analyse comparative entre la zone exploitée et la zone non exploitée met en évidence des variations significatives des effectifs selon les espèces, soulignant l'impact de l'exploitation sur la régénération forestière. La zone non exploitée présente un plus grand nombre d'espèces, tandis que la zone exploitée montre une diminution notable des effectifs pour certaines espèces : Sapelli (184 vs 50), sipo (22 vs 8), acajou (9 vs 4), Padouk (41 vs 41) et Doussié (13 vs 7) ( $\chi^2 = 22,89$ , ddl = 4,  $p < 0,05$ , tableau n°1). Ces résultats indiquent un impact négatif sur la biodiversité, soulevant des préoccupations concernant la durabilité de l'exploitation forestière, d'où il faut revoir les pratiques d'une gestion durable, Bühler & al., (2014). Il est crucial de revoir les pratiques de gestion pour assurer la pérennité des ressources, comme le souligne cette étude qui démontre l'effet mesurable de l'exploitation sur la distribution et l'abondance des espèces.

Les résultats indiquent que le nombre de munitions et d'armes saisies à la fermeture de la chasse est significativement plus élevé qu'à son ouverture (tableau n°2). Cela résulte d'une gestion efficace des armes et des munitions, grâce à des mécanismes de coordination élargis et des approches communautaires innovantes, Bajon & al., (2024). Selon les auteurs, cette gestion permet de réduire la circulation des armes conventionnelles illicites et d'atténuer le risque de détournement vers des utilisateurs non autorisés, et atténuer, ainsi que le risque d'explosions imprévues non planifiées.

Le poids des gibiers saisis à la fermeture est significativement inférieur à celui des gibiers saisis à l'ouverture (tableau n°2). Cette réduction suggère un impact mesurable de la pression de chasse ou des conditions saisonnières sur la population animale. La diminution du poids est liée à la

diversité et à l'abondance des espèces chassées, Chabi-Boni & al., (2024), ainsi qu'à la fréquence des parties de chasse. Ce résultat pourrait indiquer une détérioration de la qualité biologique des gibiers durant la période étudiée. Ainsi, la nature et la quantité des objets saisis varient considérablement selon la période de chasse.

Les résultats consignés dans le tableau n°3 montrent que certaines essences, comme le Padouk, tendent à se retrouver davantage dans les classes de gros diamètres, bien que les différences ne soient pas statistiquement significatives. L'analyse de la répartition des effectifs par classes de diamètre et par essence, effectuée avec le test du Khi-deux, donne une statistique  $\chi^2 = 13,77$  avec ddl = 20 et p-value = 0,842. Comme la p-value est supérieure au seuil de signification de 5 %, l'hypothèse nulle d'indépendance n'est pas rejetée, ce qui signifie que la structure diamétrique observée ne diffère pas de manière significative entre les essences étudiées. L'examen des contributions au Khi-deux révèle que les écarts proviennent principalement du Padouk, notamment dans les classes de diamètre [50–59,99] et [60–69,99], où cette essence est plus représentée que prévu. Quelques écarts apparaissent également pour le Sipo dans la classe [20–29,99] et pour le Sapelli dans [50–59,99]. Ces écarts s'expliquent par des variations environnementales affectant l'accroissement des arbres et l'absence de cernes pendant des périodes de croissance très rapide ou lente, Durrieu de Madron & al., (2000). D'après ces auteurs, d'autres facteurs, comme la densité du peuplement et les techniques de récolte, peuvent également influencer la répartition des diamètres. Toutefois, ces variations restent faibles et ne modifient pas la conclusion globale. La classe de diamètre (10 à 29,99) cm présente plusieurs tiges qui tendent à se régresser.

La figure n°1 met en évidence une régénération en abondance mais déséquilibrée, dominée par quelques espèces (Sapelli et Padouk). N'Dah Kouadio & al. (2020) rapportent des résultats similaires, identifiant une flore riche de 43 espèces appartenant à 26 familles lors de l'évaluation du potentiel de régénération naturelle. Ils ont observé des espèces avec un pourcentage de régénération fort et moyen, utilisées pour la fertilisation du sol, la pharmacopée et l'alimentation, tandis que des espèces ayant un pourcentage de régénération faible servent d'ombrage aux jeunes cacaoyers et à la fourniture en bois d'œuvre. La faible représentation d'autres essences augmente le risque de réduction de la diversité spécifique future, d'où la nécessité d'interventions sylvicoles ciblées pour favoriser un équilibre entre essences commerciales. Par ailleurs, aucune différence significative n'existe dans la répartition des essences selon les classes de diamètre, la structure en diamètre étant relativement homogène avec un  $\chi^2 = 4,68$ , ddl = 20, p = 0,999 (tableau n°4).

La figure n°2 montre une forte concentration de tiges au niveau global (5,79), mais lorsqu'elle est ventilée par familles, la densité diminue et s'équilibre autour de valeurs moyennes ( $\approx 2,5$  à  $3,2$ ). Cela indique que l'abondance est dominée par quelques familles, tandis que les autres groupes présentent une régénération plus homogène mais modérée, due à la dynamique de compétition et aux pratiques de gestion forestière, Buard, (2013). En ce qui concerne la diversité relative, les *Fabaceae* (84,29 %) dominant largement, suivies par les *Meliaceae* (61,96 % ; figure n°3). Cela souligne leur dominance écologique et leur importance structurale au sein du peuplement, témoignant de leur adaptation aux conditions locales et de leur rôle clé dans la dynamique forestière, Honvou & al., (2021). Cette forte représentativité est liée à leur adaptation aux climats de la zone, Missa & al., (2023).

En revanche, les dominances relatives sont faibles, notamment celle des *Meliaceae* (15,69 %), indiquant qu'elles n'ont pas une forte prépondérance dans la composition structurale (figure 3). En termes de densité, les *Meliaceae* atteignent 56,40 %, contre 43,59 % pour les *Fabaceae*. Cette forte densité des *Meliaceae*, s'explique par leur nombre plus élevé dans l'échantillon N'Guessan & al., (2022). Les groupes spécifiques montrent des valeurs intermédiaires (52,76 % pour Sapelli et sipo, 47,23 % pour le Padouk, doussié et acajou), traduisant une distribution relativement équilibrée. En somme, la figure 3 révèle une forte diversité floristique dominée par les *Fabaceae*, tandis que la densité est plus marquée chez les *Meliaceae*, communes dans les forêts tropicales d'Afrique. Ces familles sont parmi les plus fréquentes et dominantes à l'est du Cameroun, Kamga & al., (2018).

La figure n°4 révèle que le Sapelli est l'espèce la plus représentée, avec un pic de 8 individus dans la classe [90-99,99], suivi par le Padouk, qui atteint 5 individus dans les classes [80-89,99] et [90-99,99]. Les espèces Sipo et Doussié sont très peu représentées, n'apparaissant qu'avec 1 individu chacune dans les classes [70-79,99] et [110-119,99] respectivement, Minko & al., (2021). Globalement, la distribution indique une forte concentration des individus de Sapelli et de Padouk dans les classes moyennes de diamètre, tandis que les autres espèces sont marginales. Cette forte concentration des individus de Sapelli et Padouk reflète une dominance écologique marquée de ces deux essences dans la structure diamétrique de la population étudiée, Kouadio & al., (2020). Dès lors, la forte concentration des individus de Sapelli et de Padouk traduit une dominance écologique significative, qui structure la composition diamétrique de la population étudiée.

Cette tendance à la dominance se nuance toutefois à l'analyse statistique des données du tableau n°5, qui montre que les cinq essences étudiées présentent des valeurs globalement comparables sur le plan

statistique, indiquant un certain équilibre dans la répartition des effectifs. Les résultats obtenus montrent qu'aucune différence n'apparaît entre le nombre des tiges des deux essences (Sapelli et Padouk) à six ans suivant le début de l'exploitation de l'UFA Ipendja. Ces résultats laissent apparaître qu'à court terme (six ans), la structure quantitative de la population de Sapelli et Padouk reste équilibrée, ce qui est un indicateur positif pour la durabilité de leur exploitation, même si un suivi à plus long terme est nécessaire pour confirmer cette tendance. Des études ont souligné l'importance d'une gestion durable pour la pérennité des essences forestières, Huck & Niedzwiedz, (2013). Ainsi, les études confirment que la gestion durable est essentielle pour assurer la pérennité des essences forestières.

Le taux de reconstitution diminue avec l'augmentation du diamètre. À six ans ( $T = 6$  ans), seul le Sapelli affiche un taux de 30,91 % pour un diamètre minimum exploitable (DME) de 100 cm, conforme à la valeur seuil de 30 % pour les espèces d'aménagement (tableau 6). À 30 ans ( $T = 30$  ans), le taux de reconstitution pour un DME de 80 à 90 cm est de 34,89 % pour le Sapelli et varie de 35,86 % à 51,23 % pour le Padouk. Le taux moyen du Sapelli, avec un DME de 90 cm, dépasse la valeur de 20 % du plan d'aménagement, tandis que le Padouk n'atteint pas le taux de 100 % prévu. Ces résultats rejoignent ceux d'un modèle matriciel en République Démocratique du Congo, où un taux de regroupement de 50 % est inférieur à celui de notre étude (86,12 %).

Les résultats montrent une différence non significative dans le nombre de tiges entre le Sapelli et le Padouk à six ans post-exploitation dans l'UFA Ipendja. En revanche, les diamètres du Sapelli sont significativement plus élevés que ceux du Padouk ( $98,57 \pm 13,15$  cm vs  $89,23 \pm 9,54$  cm ;  $p < 0,05$ , tableau n°7), indiquant une meilleure reprise de croissance du Sapelli, attribuée à des facteurs abiotiques tels que la température et l'ensoleillement, Fétéké & al., (2016). De plus, à 30 ans post-exploitation, le Sapelli affiche également un diamètre supérieur à celui du Padouk ( $113,10 \pm 13,27$  cm vs  $102,73 \pm 9,54$  cm ;  $p < 0,01$ , tableau n°7). Ces résultats suggèrent une supériorité relative du Sapelli en termes de croissance diamétrique, reflétant possiblement des différences écologiques ou sylvicoles entre les deux espèces. Cette différence renforce l'hypothèse selon laquelle les facteurs abiotiques, tels que la température, les précipitations et les nutriments, influencent la croissance des arbres, Kasekete, (2024).

Par contre, les indices de reconstitution (IR%) post-exploitation du Sapelli et du Padouk à 6 ans sont statistiquement similaires ( $p = 0,052$ , tableau n°7), une différence non significative également notée par Picard & Gourlet-Fleury (2008). En revanche, à 30 ans après l'exploitation, l'IR% du Padouk est significativement plus élevé que celui du Sapelli ( $36,26 \pm 15,74\%$  vs  $23,26 \pm 13,91\%$ ,  $\mu = 46$ ,  $p = 0,0011$ , tableau n°7). Ce phénomène, qui ne

dépend pas du DME ni de la variation diamétrique (13,5 cm pour le Padouk contre 15 cm pour le Sapelli, Castadot & al., (2022), pourrait être attribué à des facteurs écologiques, physiologiques, génétiques et environnementaux. Ces résultats soulignent l'importance d'évaluer non seulement la croissance en diamètre, mais aussi la capacité de régénération des essences pour leur durabilité en contexte d'exploitation forestière.

En résumé, bien que le Sapelli présente des diamètres significativement supérieurs à 6 et 30 ans, son taux de reconstitution est inférieur à celui de Padouk à 30 ans, suggérant une gestion différenciée pour optimiser la régénération des deux essences. A 60 ans, malgré, des diamètres similaires, le potentiel de reconstitution est inversé en faveur du Sapelli, tandis qu'à 90 ans, une approche méthodologique robuste est requise. Ces résultats soulignent l'importance d'adapter les pratiques de gestion forestière aux caractéristiques spécifiques de chaque espèce pour garantir leur durabilité et leur succès à long terme.

## **Conclusion**

Cette étude a évalué la reconstitution de cinq essences commerciales dans l'UFA Ipendja, au nord du Congo. L'hypothèse selon laquelle le taux de reconstitution varie entre les espèces et entre les zones exploitées et non exploitées a été confirmée, soulignant l'impact de l'exploitation forestière sur la régénération. Les résultats indiquent que l'exploitation réduit la densité et la diversité spécifique, avec un impact notable sur le Sapelli. En revanche, le Padouk présente une meilleure reconstitution à long terme, tandis que le Sapelli montre une croissance diamétrique supérieure. Une gestion sylvicole durable est donc essentielle pour préserver la diversité et promouvoir la régénération des essences exploitées. Des recherches supplémentaires et des stratégies ciblées sont également nécessaires pour garantir la durabilité et la résilience des forêts face aux pressions humaines.

**Contributions des auteurs :** MANGONGA Paul Patrick a participé à la collecte et au traitement des données floristiques. Aristide EWAMELA et Pierre MBETE ont assuré la supervision scientifique. Le manuscrit a été rédigé par MANGONGA Paul Patrick, tandis qu'Aristide EWAMELA et Pierre MBETE ont apporté des lectures et des amendements.

**Remerciements :** Nos remerciements aux chefs d'équipes d'inventaire Botanique et leurs membres, qui ont participé à la collecte des données floristiques sur le terrain.

**Conflit d'intérêts :** Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

**Disponibilité des données :** Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

**Déclaration de financement :** Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

### References:

1. Aboubacar, A., Bagnian I., Laouvali A. & Dan Guimbo I. (2023). Caractéristiques de la Régénération Naturelle de la Végétation Contractée des Plateaux de l'Ouest du Niger Suivant les Gradients Pluviométrique et d'Anthropisation. *European Scientific Journal*, ESJ, 19 (30), 74. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n30p74>. Consulté le 26 octobre 2025 à 18h48.
2. Ambombo Onguene E. M., Ngondo Milingui J. B., Pial, A C., Mbarga Bindzi, A. & Mossebo, D. C. (2018). Dynamique de la régénération naturelle des essences commerciales sur les routes secondaires de différents âges de l'UFA 09-003 (Djoum, Cameroun). *Int. Biol. Chem. Sci.* 12(1), 341-352. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.27> Consulté le 12 janvier 2023 à 18h18.
3. Arrêté ministériel n°034/CAB/MIN/EDD/03/03/BLN du 3 juillet 2014 portant procédure d'élaboration et de suivi des plans d'aménagement des concessions forestières de production de bois d'œuvre en République Démocratique du Congo.
4. Arrêté n°4432 / MDDEFE / CAB., du 24 mars 2011 définissant l'Unité Forestière d'Aménage-
5. Association Technique Internationale des Bois Tropicaux (2007). Etude sur le plan pratique d'Aménagement des Forêts Naturelles de Production Tropicales Africaines : Application au cas de l'Afrique Centrale Volet 1 « Production Forestière » Paris : ATIBT. 138 pages. <https://www.atibt.com>. Consulté le 10 octobre 2025 à 8h35.
6. Bajon, T., Mensah-Sacky A., Giezendanner H., Currie M., Coulibaly M. (2024). Aperçu de la gestion des armes et munitions en Afrique. Rapport UNIDIR sur l'état d'avancement 2024. <https://www.unidir.org> Consulté le 26 octobre 2025 à 11h47.
7. Bocquet E., Maniacky J., Vermeulen C., Malaisse F., (2020). À propos de quelques chenilles consommées par les Mongo en Province de l'Équateur (République démocratique du Congo). *Geo-Eco-Trop*, 44 (1) : 109-130. [http://www.geoe.cotrop.be/uploads/publications/pub\\_441\\_06.pdf](http://www.geoe.cotrop.be/uploads/publications/pub_441_06.pdf). Consulté le 30 octobre 2025 à 14h23.

8. Buard E., (2013). *Dynamiques des interactions espèces - espace - Mise en relation des pratiques de déplacement des populations d'herbivores et de l'évolution de l'occupation du sol dans le parc de Hwange (Zimbabwe)*. Thèse de Doctorat en Géographie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I. <https://theses.hal.science/tel-00806834v2>. Consulté le 20 octobre 2025 à 19h09.
9. Bühler A., Demenois J., Doucet J.L., Federspiel M., Petrucci Y., Pelé V., Sepulchre F., (2014) - Etudes sur le plan pratique de l'aménagement des forêts naturelles de production tropicales africaines - Volet 4 « Gestion Durable et préconisations en vue de la certification ». ATIBT-FFEM. Imprimeur - Sainte-Ode (Belgique). 163 pages. <http://www.imprimeur.be>. Consulté le 18 octobre 2025 à 18h59.
10. Castadot B., Jobbe-Duval B., Bénédet F., Cornu G., Forni E., Freycon V., Gourlet-Fleury S., Rossi V., Doucet L., J., Fayolle A., Ligot G., Bracke C., Daïnou K., Monthe F., (2022) Dynamique des forêts d'Afrique centrale pour une amélioration de la durabilité des plans d'aménagement forestiers, capitalisation des projets DYNAFFOR et P3FAC. 76 pages. <https://www.dynafac.org/fr>. Consulté le 22 octobre 2025 à 17h26.
11. Chabi-Boni, D. S., Nago S. G. A., M'Mouyohoun K. & Natta A. K. (2024). Diminution des paramètres de diversité et d'abondance du gibier avec l'isolement des territoires de chasse des réserves de faune au Bénin. *Actes des XX<sup>èmes</sup> Journées Scientifiques Internationales de Lomé (République du Togo) sous le thème: Recherche et innovations au service de la transformation structurelle et du développement des pays Africains. Lomé du 7 au 11 octobre 2024.* pp 105-122.
12. De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. (2015). *Les forêts du Bassin du Congo - Forêts et changements climatiques*. Neufchâteau : Weyrich, 127 page. ISBN 978-2-87489-356-8 <https://www.observatoire-comifac.net/publications/edf/2015>. Consulté le 30 octobre 2025 à 16h00.
13. Douh C., (2018). *Rôle de la banque de graines du sol dans la régénération des forêts denses humides d'Afrique centrale*. Thèse en sciences agronomiques et ingénierie biologique. Université de Liège – Gembloux. République de Belgique. <https://doi.org/10.19182/bft2019.342.a31816>. Consulté le 10 août 2025 à 17h35.
14. Durrieu de Madron, L., & Forni, E. (1997). Aménagement Forestier dans l'Est du Cameroun, structure du peuplement et périodicité

- d'exploitation. CIRAD YAOUNDE BP 2572., Bois et Forêts des Tropiques, n° 254, 39-5. 50 pages.
15. Durrieu de Madron, L., Nasi, R. & Détienne, P. (2000). Accroissements diamétrique de quelques essences en forêt dense d'Afrique. *Bois et Forêts des Tropiques*, 1(263), 63-73.
  16. Eba'a Atyi R, Hiol Hiol F, Lescuyer G, Mayaux P, Defourny P, Bayol N, Saracco F, Pokem D, Sufo Kankeu. & Nasi R. (2021). The Forests of the Congo. Basin State of the Forests 2021. Bogor, Indonesia: CIFOR. <https://doi.org/10.17528/cifor/008700>. Consulté le 5 juillet 2025 à 10h21.
  17. Fétéké F., Fayolle A., Daïnou K., Bourland N., Dié A., Lejeune P., Tagg N., Haurez B., Gillet J.-F., & Doucet J.-L. (2016). Variations saisonnières de la croissance diamétrique et des phénologies foliaire et reproductrice de trois espèces ligneuses commerciales d'Afrique centrale. *Bois et Forêts des Tropiques*, 330 : 3-21. <https://doi.org/10.19182/bft2016.330.a31315> Consulté le 30 octobre 2025 à 14 h 50.
  18. Honvou, S. H. S., Aboh B. A., Sewade C., Teka, O., Gandonou B. C., Oumorou M. & Sinsin B. (2021). Diversité floristique, structure et distribution des groupements végétaux des parcours d'accueil des transhumants dans la Basse et Moyenne Vallée de l'Ouémé au Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(1), 81-96, <http://www.ifgdg.org>. Consulté le 29 octobre 2025 à 15 h 41.
  19. Huck M. & Niedzwiedz A. (2013). De la définition et l'usage des indicateurs de gestion durable des forêts : un point de vue économique et social. *Rev. For. Fr.* LXIV (5), 613-633.
  20. Kamga, Y. B., Nguetsop, V. F., Momo Solefack M. C. & Riera, B. (2018). Diversité Floristique Des Ligneux Et Structure Des Formations À *Garcinia kola* Heckel Dans Les Régions Du Centre Et De l'Est, Cameroun. *European Scientific Journal*, 14(21), 451-484. Doi: 10.19044/esj.2018.v14n21p451 URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2018.v14n21p451>. Consulté le 30 octobre 2023 à 16 h 36.
  21. Karsenty A., Cerutti P. O., Doucet J.-L., Putz F. E., Romero C., Bernard C., Eba'a Atyi R., Douard P., Claeyes F., Desbureaux S., Ezzine de Blas D., Fayolle A., Fomété T., Forni E., Gond V., Gourlet-Fleury S., Kleinschroth F., Mortier F., Nasi R., Nguingiri J. C., Vermeulen C., De Wasseige C. (2016). L'aménagement forestier au Congo engendre-t-il plus de déforestation? s.l.: DP-Forêts d'Afrique Centrale, 17p. <http://dpfac.cirad.fr/amenagement-et-deforestation>.

- <https://doi.org/10.18167/agritrop/00001> Consulté le 22 octobre 2025 à 18h11.
22. Karsenty, A. & Gourlet-Fleury, S. (2006). Les enjeux de la gestion des forêts en Afrique centrale. *Forêts d'Afrique Centrale*, 10(2), 45-56.
  23. Kasekete, D. (2024) *Influence des facteurs biotiques et abiotiques sur la productivité forestière et la diversité floristique du sous-bois des plantations ligneuses autour du Parc National des Virunga en Province du Nord-Kivu (République Démocratique du Congo)*. Thèse de Doctorat en Forêt-Environnement. Université officielle Kuwenzori, République Démocratique du Congo. DOI : 10.13140/RG.2.2.27441.80488/1. Consulté le 22 octobre 2025 à 17h59.
  24. Kimpouni, A. (2001). Commercialization of forest products in the Republic of Congo. *Journal of Forest Economics*, 7(3), 167-176.
  25. Kimpouni, A. (2017). Phytoécologie des faciès amantaceae de la forêt de Lossi (Congo, Brazzaville). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 11(4), 1437-1460. <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.V11i4.4>. Consulté le 10 mars 2025 à 15h56.
  26. Korwin, M. (2021). Institutional management of forest resources in the Republic of Congo. *Forest Policy and Economics*, 123, 102-330.
  27. Kouadio, A. (2020). Ecological balance in tropical forest ecosystems: A case study of the Meliaceae and Fabaceae families. *Forest Ecology and Management*, 475, 118-453.
  28. Louzolo B. (2021) : Gouvernance forestière : lancement du projet OI-APV FLEGT et PASGOF-SNOI Congo, deux projets d'observation indépendante des Forêts. Ministère de l'Economie Forestière de la République du Congo. <https://apvflegtcongo.info>. Consulté le 5 novembre 2024 à 07 h19.
  29. Marcon, E. (2025). Mesures de la Biodiversité. 294 pages. <https://hal.agroparistech.archives-ouvertes.fr/cel-01205813/>. Consulté le 30 octobre 2025 à 15h00.
  30. ment (UFA) IPENDJA du domaine forestier de la zone I Likouala, du Secteur Forestier
  31. Mertens & Belanger (2012) : Atlas forestier de la République Démocratique du Congo. cité par Mpoyi A., Nyamwoga F., Kabamba F., -2013 : *Le contexte de la REDD+ en République Démocratique du Congo: Causes, agents et institutions* - [books.google.com](https://books.google.com).
  32. Mikoungui Gomo, M.-S, N'zala D. & Ndzai S. F. (2020). Diversité floristique des dépendances vertes périurbaines de Brazzaville (Congo) menacées de dégradation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(7):

- 2567-2582. <http://www.ifgdg.org>. Consulté le 28 octobre 2025 à 18h37.
33. Ministère de Développement Durable, l'Économie Forestière & de l'Environnement, (MDDEFÉ), (2012). Plan d'aménagement UFA, Ipendja (2012-2041). *Bureau d'étude TERREA*. 248 pages.
34. Ministère de l'Économie Forestière & du Développement Durable (MEF) (2021) : ATLAS FORESTIER INTERACTIF DU CONGO. Version 3.0 | Document de Synthèse. République du Congo. Éditeur : Alex Martin, World Resources Institute (WRI). <https://www.wri.org>; Tropical Forest Management Techniques. *A Review of the Sustainability of Forest Management Practices*. In Tropical Countries. 61 pages.
35. Ministère de l'environnement et de développement durable de la RDC (2017). Guide opérationnel. Plan d'aménagement forestier. Prévision et planification des récoltes sur la série de ligneuses. Série n°2., 39 pages.
36. Missa, K., YAO, K., Kouao Koffi J., & Kafana Soro K., (2023) Diversité floristique et structure de la végétation d'une carrière de granite dans le district de Yamoussoukro, Centre de la Côte d'Ivoire *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 17(4): 1519-1529, *International. Formulae Group. All rights reserved.9419-IJBCS*. <http://www.ifgdg.org>. DOI:<https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs>. v17i4.18. Consulté le 27 octobre 2025 à 14h29 Ndera Tuyizere., Nyandwi, E., Mugabowindekwe M., Rwanyiziri G., Ishimwe A., Ndayisaba J. (2025) Évaluation de la couverture forestière et de la dynamique de la densité des arbres dans la région de la ligne de partage des eaux Congo-Nil, dans l'ouest du Rwanda. *Académie des sciences de l'environnement et de la durabilité*, 2(3), 1-14. DOI:10.20935/AcadEnvSci7864 Editor: Luca Schenone. University of Rwanda.
37. N'Dah Kouadio, C. K., Koulibaly, A., Coulibaly, S., Boko B. B., Dramane K. B., Diomande V. P-A., & Kouadio Y. J. (2021). Potentiel de régénération naturelle des espèces ligneuses associées dans les agrosystèmes cacaoyers traditionnels de la zone rurale de DJEKRO (DALOA, COTE D'IVOIRE). *Agronomie Africaine Sp.* 33 (1) : 97 – 108.
38. Nord et précisant les modalités de leur gestion et de leur exploitation en République du Congo.
39. Olofson K., & Olsson H. (2017). Estimation de la densité et de la distribution des diamètres des tiges d'arbres à partir de mesures laser terrestres en une seule passe sur des parcelles expérimentales: une étude de simulation. 33(4), 365-377.

- <https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1368698>. Consulté le 29 octobre 2025 à 11 h 30
40. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2000). Évaluation des ressources forestières mondiales 2000. Rapport succinct de l'étude FAO FORETS 140. Rome (Italie). [https://fra/inde/www.fao.org/forestry/fo\\_x.jsp](https://fra/inde/www.fao.org/forestry/fo_x.jsp). Consulté le 19 octobre 2025 à 20h12.
  41. Picard, N. & Gourlet-Fleury S. (2008). Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le Bassin du Congo. Rapport du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) : Libreville, Gabon. 259 pages.
  42. Schnell, R. (1970). Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux : les problèmes généraux. *Tome 1. Les flores. Les structures*. Paris. Edited by Gauthier-Villars, *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)* 25-3 ; 424-425 Pages.
  43. Sepulchre F., Dainou K., Doucet J.-L. (2008) Étude de la vulnérabilité. NATURE +, chemin du Potisseau 124, BE-5100 Wépion ([fred.sepulchre@gmail.com](mailto:fred.sepulchre@gmail.com)) (2) Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Laboratoire de Foresterie des Régions tropicales et subtropicales, passage des déportés 2, BE-5030 Gembloux ([fortrop@fsagx.ac.be](mailto:fortrop@fsagx.ac.be)) 51 pages.
  44. Tchatat M., Ndoumbè Nkengl M., Claude Abena, J. C., Foahoml B. (2016). Volumes de bois autorisés à l'exploitation au Cameroun : détermination des valeurs maximales de dépassement Cameroun *Bois et Forêts des Tropiques* 2008, N° 295 (1) Gestion Forestière 351 Institut de la recherche agricole pour le développement. Programme Forêt et bois. BP 2067, Yaoundé Cameroun. Ministère des Forêts et de la Faune Direction des forêts. 46 pages.
  45. Xavier, M. (2014) Gestion et conservation des forêts : quel rôle joue la diversité des essences ? *Mission Agrobiosciences-INRAE. Revue SESAME, numéro 16 Sesame 2024*. <https://revue-sesame-inrae.fr/> 64 pages