

# Incidence de l'abattage sur la structure spatiale et la diversité résiduelle de l'Unité Forestière d'Aménagement (UFA) Jua-Ikie du Nord Congo

**Titre abrégé :** Incidence de l'abattage sur le peuplement forestier

**Pierre MBETE<sup>(1,2)</sup>, Chauvelin DOUH<sup>(1,2)</sup>, AYESEA-LECKOUNDZOU<sup>(1,2)</sup>, Espoir Dauset MAKITA<sup>(1,2)</sup> & Félix KOUBOUANA<sup>(1,2)</sup>**

## Abstract

L'étude a été menée au nord de la République du Congo, plus précisément dans l'Unité Forestière d'Aménagement (UFA) de Jua-Ikié. Un échantillon de quatre parcelles de 50 hectares fut considéré avec un taux de sondage de 2,54% par rapport à la superficie totale de l'UFA. Les techniques d'abattage étaient mises en œuvre pour évaluer la qualité d'abattage, les superficies des trouées d'abattage ainsi que le peuplement forestier résiduel endommagé. Globalement, 43 souches d'arbres abattus étaient contrôlées pour évaluer la qualité d'abattage conformément aux normes d'Exploitation Forestière à Impact Réduit (EFIR). Les résultats indiquent que 28 souches obéissaient relativement bien aux normes EFIR, tandis que 15 souches n'en répondaient point. Les trouées d'abattage affichent une corrélation entre la superficie totale impactée avec celle des houppiers. Toutefois, celle-ci se différencie entre elles par la superficie endommagée. Les tiges d'avenir endommagées et les surfaces des trouées montrent que, plus la trouée est grande, plus les dégâts sur le peuplement résiduel sont relativement importants. En fonction des classes de diamètre, les trois premières classes de 20 à 49 cm ont présenté une forte densité de tiges détruites (44,51%). Par contre, les classes de 50 à 119 cm ont affiché une densité relativement élevée de tiges abimées (55,49%). L'indice de Shannon affiche une meilleure diversité des essences impactées des différentes parcelles échantillonnées. L'étude suggère des efforts additionnels afin d'améliorer la qualité d'abattage dans les concessions forestières.

**Mots clés :** superficie impactée, tiges endommagées, peuplement forestier résiduel, exploitation forestière à impact réduit, République du Congo.

## Résumé

**Titre :** Impact of felling of the trees on the spatial structure and residual diversity of the Jua-Ikie Forest Management Unit of the North Congo

**Titre abrégé :** Incidence de l'abattage sur le peuplement forestier

The study was carried out in the north of the Republic of Congo, specifically in Forest Management Unit (UFA) of Jua-Ikié. A sample of four 50-ha plots was considered with a survey rate of 2.54% compared to the total UFA area. Felling techniques were used to evaluate the quality of felling, the areas of felling gaps thus the damaged forest stand. Overall, 43 stumps of felled trees were monitored for observed the felling quality in accordance with the reduced impact logging standards. The results indicate that 28 strains were compliant with EFIR standards, while 15 strains did not respond. Felling gaps displays a correlation between the total impacted area and that of the trees crown. Nonetheless, this is differentiated between them by the damaged area. The damaged stems of future and the gaps areas show that, the bigger the gap, the more the damage on the residual stand are relatively important. According to the diameter classes, the first three classes of 20 to 49 cm showed a high density of destroyed stems (44.51%). On the other hand, classes of 50 to 119 cm showed a high density of damaged stems (55.49%). The Shannon index displays a better diversity of the species impacted by the different plots sampled. The study suggests additional efforts to improve felling quality in logging concessions.

**Key-words :** impacted areas, damaged stems, residual forest stand, reduced impact felling, Republic of Congo.

<sup>(1)</sup> Université Marien NGOUABI, BP. 69, Brazzaville, République du Congo

<sup>(2)</sup> Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Laboratoire de Géomatique et d'Ecologie Tropicale Appliquée (LGETA)

Auteur correspondant : **Chauvelin Douh**

E-mail : [douhch382@gmail.com](mailto:douhch382@gmail.com) / [chauvelin.douh@alumni.uliege.be](mailto:chauvelin.douh@alumni.uliege.be)

Tel : (+242) 06 683 73 06

## 1. Introduction

Les forêts denses humides d'Afrique centrale s'étendent sur près de 180 millions d'hectares (Hansen et al. 2013 ; de Wasseige et al. 2014). Elles fournissent des ressources fondamentales (aliments, combustibles, produits forestiers non ligneux...) à plus de 60 millions de personnes qui y vivent ou résident à proximité (Nasi et al. 2011), tout en leur procurant divers services sociaux et culturels. Ces forêts contribuent aussi indirectement à alimenter 40 millions de personnes qui vivent dans les centres urbains proches de ces domaines forestiers (de Wasseige et al. 2014). Enfin, grâce à l'exploitation du bois d'œuvre, elles sont considérées comme un pourvoyeur important d'emplois via l'exploitation forestière (Hansen et al. 2013).

L'exploitation forestière se traduit par les dégâts importants sur le peuplement forestier. Son impact se matérialise sur le couvert végétal par l'ouverture des trouées occasionnant des blessures plus ou moins mortelles sur les jeunes tiges au cours des opérations d'abattage et de débardage (Mbete 2014). Toutefois, ces dégâts sont directement liés aux modes et à l'intensité des opérations d'exploitation. Ils peuvent conduire aux perturbations et modifications importantes dans la composition floristique de la forêt avec un appauvrissement en essences de grande valeur commerciale (Durrieu de Madron et al. 1998). La diminution progressive du stock commercial, rend l'exploitation relativement difficile dans la mesure où cette dernière est généralement focalisée sur quelques espèces héliophiles dépourvues de graines dormantes dans

la banque du sol pouvant assurer la régénération naturelle (Lescures et al. 1989 ; Bertault 1992 ; Douh et al. 2018).

De par le rythme croissant de déforestation, de nombreux pays forestiers se sont donnés comme priorité d'atteindre l'objectif « 2000 » de l'OIBT (faire en sorte que les bois tropicaux faisant l'objet de commerce international soient issus de forêts durablement aménagées).

Les efforts consentis pour la mise en place de ces aménagements sont étroitement inhérents à l'utilisation des techniques d'Exploitation Forestière à Impact Réduit (EFIR), destinées à réduire d'au moins à 50%, les perturbations et dommages sur le peuplement forestier (Sist et al. 1998). Ces techniques sont considérées aujourd'hui comme des outils majeurs dans le processus de gestion durable des forêts tropicales.

L'exploitation forestière à faible impact correspond naturellement aux mesures ayant un rapport avec la réduction des impacts négatifs pour l'homme et son environnement afin d'optimiser la récolte. Dans le cadre de la gestion durable des forêts, la mise en œuvre de ces techniques occupe une place prépondérante pour les entreprises désirant évoluer vers la certification (Mbete 2014). Ainsi, l'exploitation forestière ne doit plus se contenter de préserver un niveau compatible avec une gestion à long terme des ressources en bois d'œuvre, elle doit également assurer le maintien des autres fonctions de l'écosystème forestier : protection des sols, préservation de la biodiversité, respect des droits des populations locales (Sist et al. 1998). Au regard des dégâts causés par l'exploitation forestière, on pourrait se poser la question suivante : l'opération d'abattage dans les Unités Forestières d'Aménagement des forêts denses humides du Nord de la République du Congo pourraient engendrer des dégâts immenses sur les jeunes tiges d'avenir au sein des peuplements forestiers résiduels ?

La présente étude se propose de contribuer à une gestion durable de l'Unité Forestière d'Aménagement de Jua-Ikié *via* l'opération d'abattage du bois d'œuvre. Pour y parvenir, l'étude vise plus spécifiquement à :

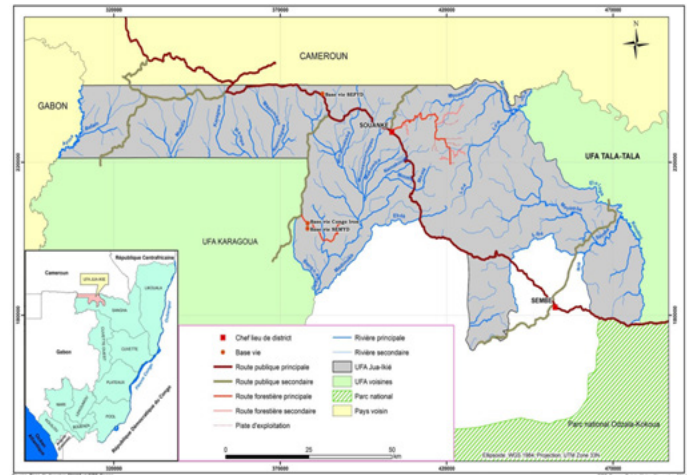
- analyser la qualité d'abattage ;
- évaluer les superficies des trouées d'abattage ;
- évaluer le peuplement forestier résiduel endommagé par l'abattage.

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Description du site d'étude

#### 2.1.1 Situation géographique

Située dans le département administratif de la Sangha et les Sous-préfectures de Souanké et Sembé, l'UFA Jua-Ikié couvre une superficie de 547.026 ha de forêts. Le massif forestier Jua-Ikié est mitoyen du Parc National d'Odzala Kokoua notamment dans la partie Sud-Est, à l'Est avec l'UFA Tala-Tala. Au Nord par le Cameroun, au Nord-Ouest par le Gabon, et au Sud-Ouest par l'UFA Karagoua (Figure 1) (SEFYD 2016).



**Figure 1** : Localisation géographique de l'Unité Forestière d'Aménagement. Geographical location of the Forest Management Unit.

#### 2.1.2. Végétation et activités de la concession forestière

Selon Koubouana (2015), l'analyse des images satellites avait déterminé trois (3) grands types d'occupation du sol dont : Les formations forestières sur sol ferme (81,93%) ; les formations sur sols hydromorphes (16,39%) et les espaces non forestiers (1,68%). Au sein de l'UFA Jua-Ikié, les activités suivantes sont exercées : l'exploitation du bois d'œuvre, la transformation et la commercialisation des bois et produits dérivés du bois. Bien qu'elle soit créée en 2005, elle a véritablement démarré l'exploitation en 2008 tout en respectant progressivement les normes d'exploitation forestière en République du Congo. Les essences les plus prisées sont : le Sapelli, l'Okan, le Padouk, le Tali et bien d'autres.

#### 1.1.3. Présentation de la première Unité Forestière de Production (UFP-1)

Le tableau 1 montre les superficies des Assiettes Annuelles de Coupe (AAC) et les volumes bruts annuels ( $m^3/an$ ) de la première Unité Forestière de Production (UFP1) inscrits dans le plan de gestion de la concession forestière (SEFYD 2017).

La présente étude a été réalisée dans l'UFP1 et plus précisément dans l'AAC-2 de l'année 2018. Elle couvre une superficie de 8.865 ha pour un volume brut prévisionnel de  $174.483 m^3$  (Figure 2).

**Tableau 1** : Superficies des AAC et volumes annuels bruts de l'UFP1. Areas of the AAC and Gross annual volume.

Assiette Annuelle de Coupe (AAC)	Année	Superficie (ha)	Volume annuel brut ( $m^3/an$ )
AAC-1	2017	7 405	174 023,45
AAC-2	2018	8 865	174 483,00
AAC-3	2019	9 842	165 217,36
AAC-4	2020	11 095	159 907,63
AAC-5	2021	10 689	157 402,65

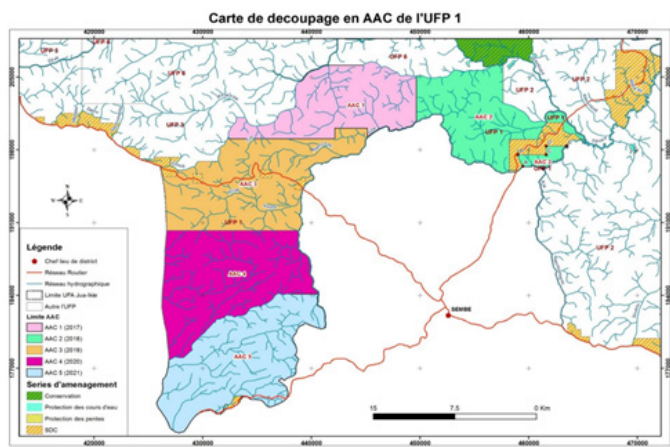


Figure 2 : Découpage de l'UFP-1 en AAC (SEFYD 2017). Cutting of UFP-1 in ACC.

2.1.4. Délimitation de la zone d'étude

L'échantillonnage s'est focalisé sur 4 parcelles de 50 hectares (1000 m x 500 m) chacune est représentée par les lettres : E2, E4, F2, F4, et une demie parcelle de 25 ha (500 m x 500 m) représentée par la lettre (E6), soit un taux d'échantillonnage de 2,54%. Les parcelles étaient choisies en fonction de leur accès relativement facile (Figure 3).

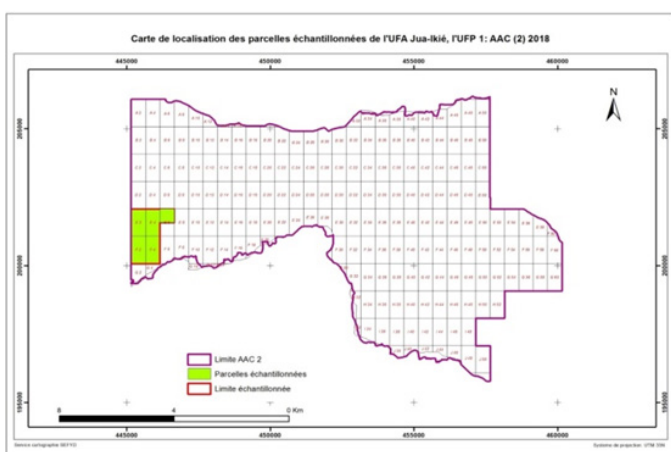


Figure 3 : Présentation des parcelles échantillonnées dans l'AAC-2. Presentation of the plots sampled in AAC-2.

1.1. Analyse de la qualité d'abattage

Pour analyser la qualité d'abattage, le contrôle de quarante-trois (43) souches d'arbres abattus au sein des parcelles échantillonnées selon les normes d'exploitation forestière à impact réduit fut effectué (OIBT 2006). Un suivi était observé pendant la réalisation des opérations d'abattage parmi lesquelles :

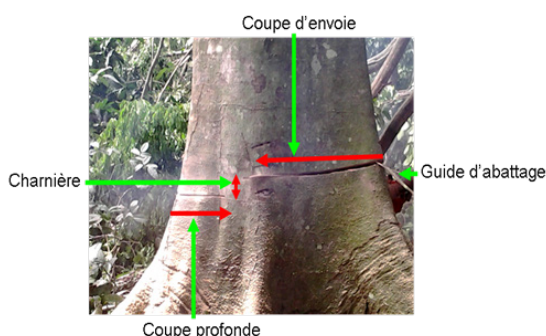


Figure 4 : Différentes techniques d'abattage d'un arbre. Different techniques of felling a tree.

l'abattage, la coupe profonde, la coupe de la charnière et la coupe d'envoi (OIBT 2006) (Figure 4). Les souches des pieds abattus étaient observées selon les directives de l'abattage contrôlé selon la norme EFIR (Figure 5).

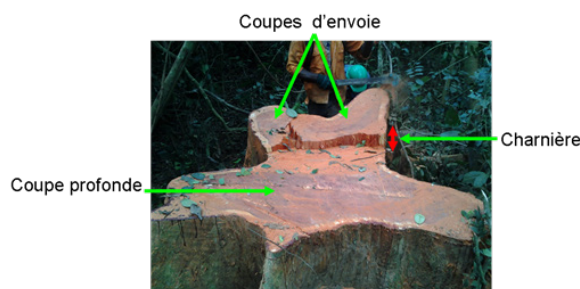


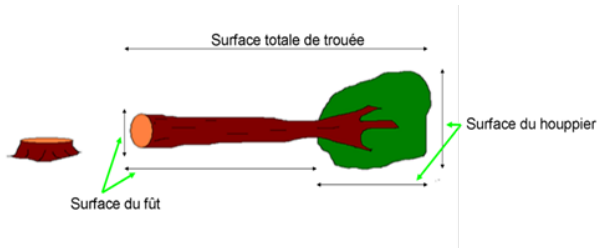
Figure 5 : Souche de Padouk abattue selon la norme EFIR. Padouk strain slaughtered according to the EFIR standard.

1.2. Evaluation des superficies des trouées d'abattage

Pour évaluer les superficies des trouées d'abattage, 112 arbres abattus ont été dénombrés (Tableau 2). Ces arbres abattus ont également fait l'objet d'une identification botanique et les surfaces des trouées d'abattage ont été mesurées (Figure 6).

Tableau 2 : Répartition des arbres abattus par effectif. Distribution of trees felled by size.			
Nom commercial	Nom scientifique	Famille	Nombre d'arbres abattus
Acajou	<i>Kaya anthotheca</i> (Welw) C. DC.	Meliaceae	3
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K. Schum.	Sterculioideae	4
Azobé	<i>Lophira alata</i> Banks ex P. gaertn	Ochnaceae	3
Doussié	<i>Azela bipendensis</i> Harms	Fabaceae-Caesalpinioideae	4
Okan	<i>Cylocodiscus gabonensis</i> Harms	Fabaceae-Mimosoideae	29
Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	Fabaceae-Faboideae	11
Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i> (Sprague) Sprague	Meliaceae	41
Sipo	<i>Entandrophragma utile</i> (Dawe et sprague) Sprague	Meliaceae	3
Tali	<i>Erythrophloeum ivorenensis</i> A. Chev.	Fabaceae-Caesalpinioideae	14
<b>Total</b>			<b>112</b>





**Figure 6 :** Illustration de mesure des trouées d'abattage (Mbate 2014). Illustration of measurement of the felling gaps.

**2.4. Evaluation du peuplement forestier résiduel endommagé par l'abattage**

L'impact de l'abattage sur le peuplement résiduel a été évalué sur base des arbres restants en bordure et dans les trouées d'abattage. Un inventaire des tiges d'avenir de diamètre ≥ 20 cm et mesurées avec le ruban dendrométrique à hauteur de poitrine (1,30 m) fut réalisé. Sur ces tiges d'avenir, une évaluation de l'état de santé a été opérée pour déterminer les types de dégâts. Les types de dégâts des tiges impactées par l'abattage ont été classés comme suit : écorcés, ébranchés, écrasés, déracinés et cassés (Mbate 2014). Ensuite, le statut vital des tiges impactées par l'abattage est reparti de la manière suivante : tiges abimées, pour les tiges ayant subies des faibles dommages de types "écorcés et ébranchés" ; tiges détruites, pour les dégâts de types (cassés, déracinés et écrasés) (Mbate 2014). Ces types de dégâts répartis par classe de diamètre (cm) correspondent à la notation suivante : **II** pour la classe de diamètre [20-29[ ; **III** pour la classe de diamètre [30-39[ ; **IV** pour la classe de diamètre [40-49[ ; **V** pour la classe de diamètre [50-59[ et **VI** pour la classe de diamètre [60-69[ ; **VII** pour la classe de diamètre [70-79[ ; **VIII** pour la classe de diamètre [80-89[ ; **IX** pour la classe de diamètre [90-99[ ; **X** pour la classe de diamètre [100-109[ ; **XI** pour la classe de diamètre [110-119[ et **XII** pour la classe de diamètre [120-129[.

**2.5. Analyse des données**

Les données ont été analysées à base des tableaux croisés dynamiques à l'aide du logiciel Excel. Ensuite, les cartes ont été élaborées via le logiciel Arc Gis. Le taux d'impact a été évalué

$$T (\%) = \left( \frac{Si}{Sp} \right) 100$$

d'après la méthode de Fosso (2013) :

*T* = Taux d'impact en % ; *Si* = superficie impactée et *Sp* = superficie de la parcelle échantillonnée.

*Si* = nombre de pieds abattus × superficie moyenne impactée par arbre

Pour évaluer s'il existe une corrélation entre la surface totale des trouées et la surface du houppier des arbres abattus, la régression logistique a été utilisée afin de modéliser la probabilité de l'influence de l'une des deux variables.

Pour évaluer la diversité des tiges endommagées, l'indice de diversité de Shannon-Weaver (*H'*) a été utilisé (Shannon et Weaver 1949) :

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \log(p_i)$$

$P_i = N_i / N$  *P<sub>i</sub>* = proportion de l'espèce *i* par rapport au nombre total des individus de toutes les espèces.

*N<sub>i</sub>* = nombre d'individus d'une espèce donnée.

**3. Résultats**

**3.1. Qualité d'abattage**

Sur 43 souches inspectées, 28 souches indiquent que les abatteurs ont appliqué les règles d'abattage contrôlé et 15 souches indiquent la non application d'abattage contrôlé. Toutefois, aucune souche n'a indiqué l'application exacte des normes d'abattage contrôlé.

**3.2. Evaluation des superficies des trouées d'abattage**

Le tableau 3 révèle que 112 pieds d'arbres abattus totalisent une superficie de trouées de 64483,73 m<sup>2</sup> (6,45 ha). La superficie moyenne des trouées est sensiblement de 543,86±916,25 m<sup>2</sup>. Toutefois, on remarque que le Sipo (706,39±938,17 m<sup>2</sup>) impacterait plus en termes de superficie moyenne, suivi du Sapelli (639,93±814,37 m<sup>2</sup>). Par contre, le Doussié (411,47±821,73 m<sup>2</sup>) impacterait moins par rapport à tous les arbres abattus (Tableau 3). Cependant, quel que soit le modèle utilisé, les coefficients de détermination (*R*<sup>2</sup>) varient entre 0,930 et 0,999 (Figure 7). Ce qui semble traduire une dépendance relativement positive entre la surface totale des trouées et la surface du houppier (Figure 7). Toutefois, la corrélation entre la surface totale des trouées et la surface du houppier était relativement très élevée et positive (*r* = 0,996). Cette tendance semble s'expliquer par le fait que plus le taux de prélèvement est élevé, plus le taux d'impact serait important (Figure 7).

**Tableau 3 :** Superficies totales et moyennes des arbres abattus. Total and average areas of felled trees.

Nom commercial	Effectif	Surface moyenne des trouées fûts (m <sup>2</sup> )	Surface moyenne des trouées houppiers (m <sup>2</sup> )	Surface totale des trouées (m <sup>2</sup> )	Surface moyenne des trouées (m <sup>2</sup> )
Acajou	3	17,02±19,06	468,09±612,14	1 455,33	485,11±622,06
Ayous	4	26,63±29,09	489,53±710,24	2 064,64	516,16±917,44
Azobé	3	21,93±25,81	528,38±833,08	1 672,86	557,62±701,11
Doussié	4	23,91±28,52	387,55±594,17	1 645,88	411,47±821,73
Okan	29	16,81±18,40	570,78±902,22	16 840,01	580,69±744,33
Padouk	11	22,09±25,02	482,78±503,10	5 553,57	504,87±714,56
Sapelli	41	22,47±29,15	616,75±932,12	26 237,13	639,93±814,37
Sipo	3	22,02±26,12	659,7±701,31	2 119,17	706,39±938,17
Tali	14	16,49±22,07	476,02±779,01	6 895,14	492,51±723,28
Total/ Moyenne	112	21,04±24,10	519,95±921,25	7 164,86	543,86±916,25

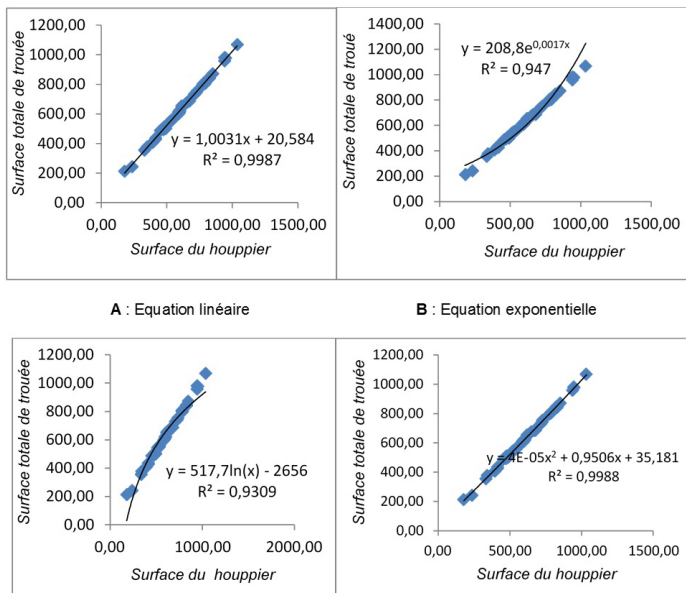


Figure 7 : Corrélation entre surface totale des trouées et surface du houppier. Correlation between total area of gaps and crown area.

3.3. Evaluation du peuplement forestier résiduel endommagé par l’abattage

Le tableau 4 illustre les proportions des types de dégâts qui se répartissent de la manière suivante : 33,10 % écorcés ; 23,82 % cassés ; 22,40% ébranchés ; 11,84 % déracinés et 8,84 % écrasés. La classe de diamètre II présente le pourcentage le plus élevé de tiges impactées (25,82 %), suivi de la classe III qui présente 15,41 % de tiges endommagées. Par contre, la classe de diamètre VI présente le pourcentage le plus faible des tiges impactées (0,29 %). Toutefois, la figure 8, démontre que les 3 premières classes de diamètre II, III et IV (20 à 49 cm) présentent un pourcentage relativement élevé de tiges détruites (44,51 %).

Par contre, les classes de diamètre V...VI (50 à 119 cm) présentent un pourcentage relativement élevé de tiges abimées (55,49 %). Aussi, l’indice de Shannon affiche des valeurs de 1,41 ; 1,38 ; 1,36 ; 1,29 et 1,16, respectivement pour les parcelles G4, E2, E4, G2 et E6 (Figure 9). Ce qui confirme une meilleure diversité écologique des essences impactées (Figure 9).

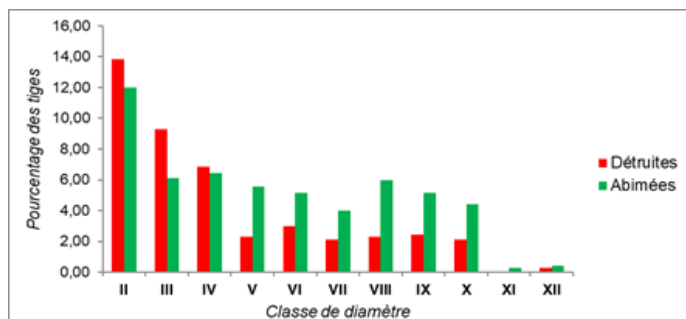


Figure 8 : Statut vital des tiges impactées en fonction de classes de diamètre. Vital status of impacted stems based on diameter classes.

**Tableau 4 :** Types de dégâts des tiges impactées par classe de diamètre. Types of stems damage impacted by diameter class.

Classes de diamètre (cm)	Types de dégâts					Total	Pourcentage (%)
	Ecorcés	Ebranchés	Ecrasés	Déracinés	Cassés		
II	56	28	34	30	33	181	25,82
III	30	13	10	19	36	108	15,41
IV	28	17	10	14	24	93	13,27
V	19	20	3	6	7	55	7,85
VI	22	14	2	3	16	57	8,13
VII	15	13	3	3	9	43	6,13
VIII	25	17	0	2	14	58	8,27
IX	17	19	0	4	13	53	7,56
X	16	15	0	2	13	46	6,56
XI	1	1	0	0	0	2	0,29
XII	3	0	0	0	2	5	0,71
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>157</b>	<b>62</b>	<b>83</b>	<b>167</b>	<b>701</b>	<b>100</b>

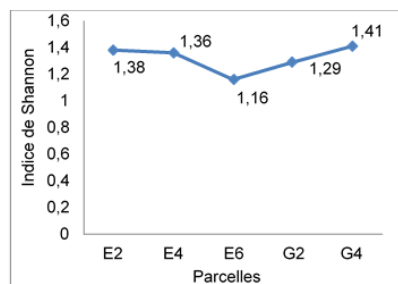


Figure 9 : Evolution de l’indice de Shannon au niveau de chaque parcelle. Evolution of the Shannon index at the level of each plot.

4. Discussion

L’étude a mis en évidence l’incidence de l’abattage sur la structure spatiale et la diversité résiduelle de l’UFA Jua-ikie du Nord Congo.

4.1. Minimiser les dégâts d’abattage pour assurer la régénération des plantules d’espèces commerciales

L’abattage directionnel est mentionné dans la littérature comme un moyen susceptible de limiter les dégâts sur les jeunes tiges. Il permet de présenter la bille aux débardeurs de manière à réduire au maximum l’endommagement d’une ou plusieurs tiges d’avenir (Mekok 1995). Selon Bertault et Sist (1995), environ 30 % des arbres tombent dans la direction préconisée.

L’analyse de la qualité d’abattage de la présente étude, tend à déduire que les abatteurs ne semblent pas réaliser l’abattage contrôlé.

L’inobservation à cette règle pourrait compromettre la régénération des tiges d’avenir qui pourraient efficacement contribuer à la reconstitution des populations d’essences commerciales (Durrieu de Madron et Forni 1998). Selon

les normes en forêts d'Afrique centrale, les taux de reconstitution à l'issue d'une rotation doivent atteindre une valeur minimale ; à défaut, le diamètre minimum d'exploitation doit être ajusté. L'étude réalisée dans le cadre du projet Aménagement Pilote et Intégré (API) a démontré que dans 86% des cas, la direction de chute d'arbres diffère sensiblement de 30 degrés de la direction présumée. L'écart n'excède 100 degrés que dans 6 % des cas où il peut être soit attribué au déséquilibre du houppier (deux cas) soit à un contrefort insuffisamment scié (quatre cas) (Durrieu de Madron et al. 1998). Toutefois, l'abattage traditionnel avec charnière, ne semble donc pas adapté, d'autant plus qu'il ne pourrait permettre d'orienter la chute des arbres dans la direction préconisée avec le maximum d'exactitude. Ce qui tend à traduire que de nombreux arbres présentent des houppiers déséquilibrés, des fûts penchés ou des contreforts importants et pourraient généralement atteindre des hauteurs relativement plus élevées (Durrieu de Madron et al. 1998).

Toutefois, Sist et al (1998) constatent qu'il serait relativement difficile de limiter de manière significative l'impact des arbres abattus sur le peuplement forestier. De même, Verissimo (1995), Jonkers et al (2000), Webb (1997) et Whitmore (1997) soulignent qu'il est relativement difficile de limiter l'impact de l'abattage sur le peuplement restant. Ainsi, pour tenter de limiter l'impact de l'abattage sur le peuplement forestier, il serait judicieux de limiter le nombre d'arbres abattus par hectare. C'est dans cette optique que PCI OAB/OIBT (2005) recommande le prélèvement de 2 à 3 pieds à l'hectare. Aussi, dans le cadre du code régional de l'exploitation forestière à faible impact en forêts denses humides d'Afrique centrale, FAO (2003) précise que le prélèvement oscille entre 1 à 3 pieds à l'hectare pour minimiser l'impact de l'exploitation forestière et plus spécifiquement l'abattage des arbres sur les jeunes tiges d'avenir.

Dans l'AAC-2 de la présente étude, le nombre d'arbres prélevés serait de 1 à 2 tiges/ha, ce qui tend à correspondre relativement aux normes fixées (FAO 2003 ; PCI OAB/OIBT 2005). L'observation stricte du nombre de pieds à prélever par hectare s'avère une mesure relativement efficace pour minimiser les dégâts d'abattage des arbres sur les tiges d'avenir afin d'assurer la régénération et la pérennité des espèces commerciales (Dupuy 1998).

#### **4.2. Les superficies des trouées d'abattage varient d'un peuplement forestier à l'autre**

Selon Jardin (1995), pour le prélèvement d'un arbre par hectare, le taux de dégâts serait estimé à 1,6% et la surface moyenne de la trouée d'abattage avoisine 523,90 m<sup>2</sup>. De même, Mbete (2014), estime que la surface moyenne de trouées d'abattage et le taux d'impact sur le peuplement restant seraient respectivement de 347,75 m<sup>2</sup> et 2,30% dans l'unité forestière d'aménagement de Mokabi. En forêt dense humide de l'UFA Ngombé, les travaux de Oreyila (2015) révèlent qu'avec un prélèvement de 1 tige/ha, le taux d'impact serait de 2,90% sur le peuplement. Toutefois,

Fosso (2013) démontre que, pour un prélèvement de 1 ou 2 tige/ha, le taux de dégât serait sensiblement de 5,21%.

Dans la présente étude, avec un prélèvement de 1 tige/ha, le taux de dégât est estimé à 2,87%. Cette tendance tend à confirmer que le taux de dégât est relativement fonction du taux de prélèvement. La corrélation entre la surface totale des trouées et la surface du houppier a tenté de vérifier cette hypothèse. D'après De Chaterlperron et Commerçon (1986), en forêt semi-décidue de la République Centrafricaine, pour une exploitation de 3 ou 4 tige/ha, la surface moyenne des trouées dues à l'abattage serait de 350 m<sup>2</sup> par pied exploité, affectant 13% de la surface forestière. Bien que ne réfutant pas cette tendance générale, la surface des trouées pourrait varier soit d'un peuplement forestier à un autre, soit d'une espèce à l'autre. Par exemple, pour un pied d'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) de diamètre compris entre 1,3 et 1,4 m, la surface de dégâts serait de 65 m<sup>2</sup> à 360 m<sup>2</sup> (Mbete 2014).

Cette tendance tend également à confirmer les observations de Kouadio (2009) en forêt semi-décidue du Sud Est Cameroun, qui estime la surface moyenne d'une trouée d'abattage sensiblement à 300 m<sup>2</sup>. Cette hypothèse est observée dans la présente étude dont la surface moyenne des trouées d'abatage serait de 543,86±916,25 m<sup>2</sup>. Plusieurs auteurs (Durrieu de Madron, et al. 1998 ; Sist et al. 1998 ; Mbete et al. 2018) démontrent que l'essence qui aurait la surface moyenne de trouée la plus grande serait celle munie d'un houppier relativement étalé. Dans la présente étude, le Sipo (*Entandrophragma utile*) aurait la surface moyenne la plus élevée par rapport aux autres essences (706,39±938,17 m<sup>2</sup>). De même, Mbete (2014) estime que le Sipo aurait la surface moyenne de la même espèce à 683,34 m<sup>2</sup>.

Dans la présente étude, il en résulte que le Sipo entraînerait l'ouverture de la canopée beaucoup plus que d'autres essences observées. Parmi les modèles testés dans la présente étude, il apparaît que le modèle linéaire pourrait être conseillé dans les prochaines études. Les résultats corroborent avec les travaux de Mirko Meoli (2005) dans la concession forestière de la Congolaise Industrielle des Bois (CIB). L'auteur démontre que pour 100% d'impacts causés par la chute d'arbres, le houppier occuperait 90 à 97%, alors que le fût ne pourrait occuper que 3 à 10% selon le type d'essence. D'autres auteurs (Bertault et Sist 1995 ; Durrieu de Madron et al. 1998), ont également montré que la surface moyenne d'une trouée dépendrait de la grandeur du houppier. Les mêmes observations ont été faites par Pardé et Bouchon (1988).

Cette tendance pourrait s'expliquer par le fait que les lianes relieraient chaque arbre aux houppiers de trois à neuf autres arbres et que l'abattage d'arbres riches en lianes pourrait engendrer des trouées deux fois plus grandes que celles créées par la chute d'arbres sans lianes (Vidal et al. 1997).



### 4.3. Impact d'abattage sur les tiges d'avenir

Les résultats révèlent que 701 tiges d'avenir ont été endommagées avec 112 pieds abattus, soit une moyenne de 6,26 tiges endommagées pour 1 arbre abattu (Tableau 5).

**Tableau 5 :** Effets des dégâts d'abattage sur le peuplement forestier résiduel. Effects of logging damage on the residual forest stand.

Sources	Nombre de pieds abattus	Nombre de tiges d'avenir endommagées	Moyenne de tiges d'avenir impactées par arbre	Diamètre d'inventaire des tiges impactées
Jardin, 1995	187	408	2,2	≥ 20 cm
OIBT, 2006	31	652	21	≥ 20 cm
Fosso, 2013	86	1273	14,8	≥ 10 cm
Présente étude	112	701	6,26	≥ 20 cm

Les travaux de Fosso (2013) sur les tiges impactées révèlent que 66,06% des tiges seraient détruites contre 33,94% des tiges abimées. Toutefois, les résultats de l'auteur affichent un effectif relativement élevé des tiges détruites.

Dans la présente étude, les résultats révèlent un pourcentage des tiges abimées de 54,67% contre 45,33% des tiges détruites. On pourrait cependant déduire que cette différence s'explique par le fait que Fosso (2013) avait quantifié les tiges d'avenir impactées à partir de 10 cm de diamètre au plus. En effet, ces classes de diamètre de 10 à environ 30 cm présentent souvent une forte densité résiduelle et que ces tiges auraient plus de probabilité d'être détruites lors de la chute d'un arbre à cause de leur fragilité. Ce qui n'est pas le cas de la présente étude où la quantification des tiges impactées a été retenue à partir d'un diamètre supérieur ou égal à 20 cm. Toutefois, on pourrait déduire que les dégâts sur le peuplement résiduel varient en fonction des classes de diamètre, et que les tiges de faibles diamètres seraient plus endommagées à cause de leur fragilité. Par contre, les tiges de gros diamètres résisteraient relativement bien aux dégâts.

### 5. Conclusion

La gestion durable des ressources forestières est actuellement au centre des préoccupations de nombreuses organisations nationales et internationales. S'il est communément admis que l'adoption de pratique d'abattage selon les normes EFIR n'est pas le seul critère pour s'engager vers la certification des concessions forestières, elle constitue néanmoins une des conditions fondamentales. Toutefois, l'abattage contrôlé devrait veiller à minimiser les dégâts d'abattage sur les arbres environnants. La planification des programmes de formation et d'évaluation des abatteurs serait impérativement notable. Il s'agira également de mettre un accent particulier sur le reboisement et/ou l'enrichissement des trouées d'abattage à l'instar des travaux de Doucet et al. (2009 ; 2016) dans quelques concessions forestières d'Afrique centrale. Aussi, la mise en réserve des semenciers possédant les graines dormantes

et l'application des techniques d'appui à la régénération naturelle serait envisageable pour minimiser les dégâts causés par l'abattage des essences de bois d'œuvre.

### 6. Références bibliographiques

- Bertault J.G., 1992. Etude de l'effet du feu en forêt semi-décidue de Côte d'Ivoire au sein d'un dispositif d'expérimentation sylvicole. Thèse, Université de Nancy, France, 260 p.
- Bertault J.G. & Sist P., 1995. Impact de l'exploitation naturelle. Bois et Forêts des Tropiques 245, 5-20.
- De Chatelperron G. & Commerçon R., 1986. Mise en exploitation du dispositif de recherche en forêt naturelle dans les forêts de Boukoko et La Lolé en République Centrafricaine. Projet F.A.C. A.R.R.F. C.T.F.T, 58 p.
- De Wasseige C., Flynn J., Louppe D., Hiol Hiol F. & Mayaux P., 2014. Les forêts du Bassin du Congo – Etat des forêts 2013. Neufchâteau, Belgique : Weyrich.
- Doucet J.-L., Daïnou K., Ligot G., Ouédraogo D.Y., Bourland N., Ward S.E., Tekam P., Lagoute P. & Fayolle A., 2016. Enrichment of Central African logged forests with high-value tree species : testing a new approach to regenerating degraded forests. International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management. 10.1080/21513732.2016.1168868.
- Doucet J.-L., Kouadio J.Y., Monticelli D. & Lejeune P., 2009. Enrichment of logging gaps with moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) in a Central African rain forest. Forest Ecology and Management. 258 : 2407-2415.
- Douh C., Gorel A.P., Daïnou K., Fonteyn D., Bustillo E., Obsomer L., Bourdouxhe A., Morin-Rivat J., Forni E., Gourlet-Fleury S., Loumeto J.J. & Doucet J.-L., 2018. Banque de graines du sol et déterminants de la germination du tali, *Erythrophleum suaveolens* (Guill. & Perr.) Brenan. Bois et Forêts des Tropiques. 338, 43-55.
- Dupuy B., 1998. Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine. Projet FORAFRI, 328 p.
- Durrieu de Madron L., Forni E., Karsenty A., Loffeier E. & Pierre J.M., 1998. Le projet d'aménagement Pilote intégré de Dimako (Cameroun) (1992-1996). Projet FORAFRI, 160 p.
- FAO., 2003. Code régional modèle d'Exploitation à Faible Impact dans les forêts denses tropicales humides d'Afrique. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, 152 p.
- Fosso C.L., 2013. Evaluation des dégâts causés par l'exploitation forestière sur les tiges d'avenir : cas de l'UFA 10 060, AAC 2-4 de la SCTB. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur des Eaux, Forêts et chasse. Faculté d'Agronomie et des Sciences Agricoles, Université de Dschang, Cameroun, 101 p.
- Jardin J.L., 1995. Etude des dégâts d'exploitation en forêt sempervirente. *Projet Aménagement Pilote Intégré de Dimako*. Douala-Cameroun. 10 p.
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova S.A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V.,

- Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O. & Townshend J.R.G., 2013. High-resolution global maps of 21 st-century forest cover change. *Science*. 342, 850-853.
- Jonkers W.B.J. & Van Leersum G.J.R., 2000. Logging in south Cameroon : current methods and opportunities for improvement. *International forestry Review*. 2, 11-16.
- Kouadio Y.L., 2009. Mesures sylvicoles en vue d'améliorer la gestion des populations d'essences forestières commerciales de l'Est du Cameroun. PhD Dissertation, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgique, 266 p.
- Koubouana F., 2015. Etude écologique de l'Unité Forestière d'Aménagement (UFA) de Jua-Ikie du Nord Congo 2016. 116 p.
- Lescures J.P., De Foresta H. & Riéra B., 1989. Concepts communs à l'analyse des processus de dynamique et de successions. *Bois et Forêts des Tropiques*. 219, 57-60.
- Mbete P., 2014. Évaluation de l'incidence des opérations d'exploitation forestière sur la végétation et la faune dans l'unité forestière d'aménagement de Mokabi. Thèse de Doctorat Unique. Faculté des Sciences et Techniques. Université Marien NGOUABI. Congo Brazzaville. 217 p.
- Mbete P., Ayessa Leckoundzou. & Oko C.S., 2018. Evaluation of the Controlled Felling and Estimation of the Areas Impacted by the Timber Harvesting Operation at the Ngoua II Forest Exploitation Unit (UFE) in Southern Congo. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*. 5, 40-51.
- Mekok M., 1995. Etude des prix de revient du m<sup>3</sup> de bois au départ du chantier d'exploitation forestière et de l'incidence de la planification des pistes de débardage sur la pratique actuelle de l'exploitation. Rapport technique A.P.I. Dimako, 49 p.
- Mirko Meoli., 2005. Impact de l'exploitation sur l'écosystème forestier dans les concessions de la Congolaise Industrielle des Bois (CIB) 79 p.
- Nasi R., Taber A. & Vliet N.V., 2011. Empty forests, empty stomachs? Bushmeat and livelihoods in the Congo and Amazon Basins. *International forestry Review*. 13, 355-368.
- OIBT., 2006., Projet régional d'exploitation forestière à impact réduit dans les pays du bassin du Congo. Gabon. 33 p.
- Oreyila M.R., 2015. Suivi et évaluation des impacts des opérations d'exploitation forestière en forêt dense naturelle : cas de l'UFA Ngombe. Mémoire de fin de formation en vue de l'obtention du diplôme de Licence en Sciences et Techniques Forestières, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et de Foresterie (ENSAF), Université Marien NGOUABI (UMNG). 66 p.
- Pardé J. & Bouchon J., 1988. Dendrométrie. Nancy, France, E.N.G.R.E.F., 328 p.
- PCI OAB-OIBT., 2005. Gestion durable des forêts tropicales naturelles d'Afrique. Série Développement de politiques 72 p.
- Shannon C.E. & Weaver V., 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press : Urbana.
- SEFYD., 2016. Plan d'aménagement de l'Unité Forestière d'Aménagement Jua-Ikie du Nord Congo. 321 p.
- SEFYD., 2017. Plan de gestion de l'Unité Forestière de production n°1 de l'UFA Jua-Ikié. Congo Brazzaville. 79 p.
- Sist P., Dykstra D. & Fimbel R., 1998. Reduced impact logging guidelines for lowland and hill dipterocarp forest in Indonesia. CIFOR occasional paper n°15. Directives pour l'application des techniques d'Exploitation à Faible Impact (EFI) au Gabon : objectifs principaux et enjeux. Séminaire FORAFRI de Libreville-Session 4 : exploitation, aménagement, gestion, 26 pp.
- Verissimo A., 1995. Extraction of a high-value resource in Amazonia: the case of mahogany. *Forest Ecology and Management*. 72, 39-60.
- Vidal E., Johns J. & Gerwing J.J., 1997. Vine management for reduced impact logging in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 98, 105-114.
- Webb E.L., 1997. Canopy removal and residual stand damage during controlled selective logging in lowland swamp forest of northeast Costa Rica. *Forest Ecology and Management*. 95, 117-129.
- Whitmore T.C., 1997. Tropical forest disturbance, disappearance end species loss. *In*: Laurance, W.F., Bierregaard, R.O. (Eds.), *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 3-12.