



Étude de la régénération naturelle de cinq espèces semencières dans la Réserve de Biosphère de Luki en République Démocratique du Congo

Tolérant K. LUBALEGA^{1, 2, 3 *}; Isabelle ISUNGU^{4a}; Énoch MUPWALA^{4b}; Alphonse MABANGA⁴, Damase P. KHASA¹; Jean-Claude RUEL¹; Hugo MAYIGU³; Emmanuel Matangwa³; Emmanuel DISHIKI³

¹Université Laval. Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique. Département de sciences du bois et de la forêt (Centre d'étude de la forêt). Québec G1V 0A6 (Canada). E-mail : tlubalega@yahoo.fr, tolerant.lubalega-kimbamba.1@ulaval.ca

²Institut National pour l'Étude et la Recherche agronomiques (INERA/Luki). Antenne de Gestion et Conservation des ressources naturelles. Province du Kongo central. Luki (RDC)

³Université de Kikwit. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. BP 76 Kikwit (RDC)

^{4a}Université de Kinshasa. Faculté des Sciences. Département de Biologie. BP 190 Kinshasa XI (RDC)

^{4b}Université de Kinshasa. Département de Gestion des Ressources Naturelles. BP 117. Kinshasa XI (RDC)

⁵Université Président KASA-VUBU. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Gestion des Ressources Naturelles. BP 314 Boma (RDC).

Reçu le 24 mai 2018, accepté le 20 août 2018

RESUME

La Réserve de Biosphère de Luki, dernier relique de la forêt dense de Mayombe, est soumise à des pressions croissantes dues aux activités anthropiques. Sa pérennité dépend entre autres, de ses aptitudes à la régénération naturelle. Cette étude a été initiée afin de dresser un portrait de régénération naturelle installée sous le couvert de semenciers de cinq espèces forestières : *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) Brenan, *Pentaclethra machrophylla* Benth., *Pentaclethra eetveldeana* De Wild. et T. Durand, *Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC. et *Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague. Le suivi de la régénération a été réalisé dans 200 placettes circulaires entre juillet 2015 et juillet 2016. Les paramètres structuraux étudiés comprennent le diamètre à hauteur de poitrine (Dhp), la densité à l'hectare et la surface terrière. Leur variation a été établit à l'aide du modèle linéaire général grâce au logiciel SPSS avec les analyses de variance multivariées (MANOVA). Les résultats obtenus ont révélé une régénération insuffisante sous les semenciers d'*Entandrophragma angolense* et *Entandrophragma utile*. Le nombre de tiges à l'hectare de la régénération installée a varié respectivement entre 9 et 14 pour les espèces du genre *Entandrophragma*. Il a varié entre 1295 et 1390 tiges pour *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* et *Pentaclethra eetveldeana*. La même tendance a été observée au niveau de la surface terrière qui a varié entre 0,002 et 0,004 m²/ha pour *Entandrophragma angolense* et *Entandrophragma utile*. Les espèces *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* et *Pentaclethra eetveldeana* ont présenté des surfaces terrières variant entre 14,8 et 18,5 m²/ha. L'influence du semencier dans la variation de la densité de semis/ha installée et la distance a été observée. Les facteurs écologiques (vents, pluies, pentes, lumière, etc.) et les activités anthropiques contribuent à la limitation de la régénération forestière naturelle sous *E. angolense* et *E. utile*.

Mots clés : Semencier, régénération naturelle installée, semis, forêt de Mayombe, Réserve de Biosphère de Luki.

ABSTRACT

Study of the natural regeneration of five seed species in the Luki Biosphere Reserve in the Democratic Republic of Congo. The Luki Biosphere Reserve, the last relic of the Mayombe dense forest, is under increasing pressure from human activities. Its durability depends among other things, its ability to natural regeneration. This study was initiated to provide a portrait of natural regeneration under the cover of seed trees of five forest species: *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) Brenan, *Pentaclethra machrophylla* Benth., *Pentaclethra*

eetveldeana De Wild. and T. Durand, *Entandrophragma angolense* (Welw.) C.DC. and *Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague. Regeneration monitoring was conducted in 200 circular plots between July 2015 and July 2016. Structural parameters studied include breast height diameter (DbH), density per hectare, and basal area. Their variation was established using the general linear model using the SPSS software with multivariate analysis of variance (MANOVA). The results obtained revealed insufficient regeneration under the seeds of *Entandrophragma angolense* and *Entandrophragma utile*. The number of stems per hectare of installed regeneration ranged between 9 and 14, respectively, for *Entandrophragma* species. It varied between 1295 and 1390 stems for *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* and *Pentaclethra eetveldeana*. The same trend was observed at the basal area, which varied between 0.002 and 0.004 m²/ha for *Entandrophragma angolense* and *Entandrophragma utile*. The species *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* and *Pentaclethra eetveldeana* had basal areas ranging from 14.8 to 18.5 m²/ ha. The influence of the seed in the variation in seedling density/ha installed and distance was observed. Ecological factors (wind, rain, slope, light, etc.) and anthropogenic activities contribute to the limitation of natural forest regeneration under *E. angolense* and *E. utile*.

Key words: Seed plant, natural regeneration installed, seedlings, Mayombe Forest, Luki Biosphere Reserve.

1. INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo avec ses 155,5 millions d'hectares des forêts naturelles, abrite environ 10 % de la forêt tropicale mondiale (WRI, 2010 ; Mpoyi *et al.*, 2013 ; Lubalega, 2016), soit 67 % du territoire national (OSFAC, 2010 ; De Wasseige *et al.*, 2009). Ces forêts fournissent les biens et services indispensables à la survie des populations locales et au développement du pays (White et Edwards, 2001 ; Nasi *et al.*, 2011 ; Pérot et Vallet, 2012 ; Grossiord *et al.*, 2015).

La situation socio-économique actuelle caractérisée par une croissance démographique, un taux de chômage galopant et un délabrement du tissu économique, oblige la population à se tourner principalement vers les ressources naturelles pour la survie. On assiste ainsi à la dégradation des habitats, voire même à la disparition locale de certaines espèces végétales (Douglas *et al.*, 2004 ; Almanach, 2014 ; Nyange, 2014 ; Mananga, 2016). C'est dans ce contexte que se situe l'étude de la régénération naturelle de quelques espèces semencières dans la Réserve de Biosphère de Luki en République Démocratique du Congo. Cinq espèces ont été observées parmi la grande diversité végétale que regorge la Réserve de Biosphère de Luki. Ce choix se justifie par la nécessité d'usage d'essences forestières à valeur commerciale et celles qui sont fixatrices d'azote dans les différentes combinaisons sylvicoles, apisyvicoles et agroforestières pour le reboisement sous forme de plantations forestières. Les cinq espèces forestières choisies sont : *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) Brenan ; *Pentaclethra machrophylla* (Benth.); *Pentaclethra eetveldeana* De Wild. et T. Durand, *Entandrophragma angolense* (Welw.) C. DC. et *Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague.

Ces essences de forêts denses semi-sempervirentes dans et autour de la Réserve de Biosphère de Luki font l'objet d'une exploitation illicite par des exploitants artisanaux des bois et des carbonisateurs pour alimenter les marchés de Kinzau-Mvute, de Kinshasa et parfois d'Angola (Bernard et Gélinas, 2014). Ces essences sont très convoitées par les opérateurs forestiers du fait de leur valeur commerciale élevée à l'exportation. Leur bois est utilisé dans l'ébénisterie, la menuiserie, la décoration, les constructions nautiques, etc. (Muteeba, 2000 ; Mujuni, 2008). L'exploitation de cette ressource par la population locale qui habite cette contrée se définit dans une stratégie globale de commerce et de subsistance, causant ainsi la déforestation et donc la réduction de la biodiversité (FAO, 2010 ; Bernard et Gélinas, 2014). Du fait que la gestion durable des essences forestières nécessite une bonne connaissance de leurs caractéristiques écologiques et dynamiques, il est utile d'étudier la régénération naturelle de cinq essences en vue d'envisager les possibilités de régénération naturelle assistée, à une échelle permettant la reconstitution dans et autour de la Réserve de Biosphère de Luki. Depuis la création de la Réserve de Biosphère de Luki, ces espèces d'importance économique n'ont pas fait l'objet de recherches approfondies ni d'une évaluation détaillée sur leur établissement (White et Edwards, 2001) et leur régénération naturelle. Peu d'études font état de la régénération naturelle dans la forêt de Mayombe et les environs (Humblot, 1946 ; Donis et Maudoux, 1954 ; Lubini, 1984 ; Dupuy, 1998 ; Bernard et Gélinas, 2014 ; Lubalega et Mananga, 2018).

L'objectif de l'étude était de dresser un portrait de régénération naturelle installée sous le couvert de semenciers de cinq espèces forestières : *Piptadeniastrum africanum* (Hook.f.) Brenan, *Pentaclethra machrophylla*, *Pentaclethra*

eetveldeana, *Entandrophragma angolense* et *Entandrophragma utile*. Cette étude fournit une base de données pour orienter les décideurs et gestionnaires dans la conservation et l'aménagement de la Réserve de Biosphère de Luki.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Sites d'étude

L'étude a été réalisée dans la Réserve de Biosphère de Luki. Celle-ci s'étend entre 5°35' et 5°45' de latitude Sud et entre 13°07' et 13°15' de longitude Est ; l'altitude varie entre 150 et à plus de 500 m. Le climat est du type AW₅ selon la classification de Köppen avec 5 mois de saison sèche, de mi-mai à mi-octobre. Les précipitations annuelles moyennes oscillent entre 1150 et 1500 mm avec une température moyenne annuelle qui varie entre 25 et 30 °C (Lubalega et Mananga, 2018). Les sols sont ferrallitiques (oxisols) caractérisés par la présence d'oxydes de fer et d'aluminium (Tutula, 1968 ; Mukendi, 1973 ; Hubau, 2013).

Trois espèces forestières de la famille des Fabaceae (*Piptadeniastrum africanum*; *Pentaclethra machrophylla* et *Pentaclethra eetveldeana*) et deux espèces de la famille des Meliaceae (*Entandrophragma angolense*; *Entandrophragma utile*) ont été sélectionnées au sein de la forêt primaire mixte de la Réserve de Biosphère de Luki (RBL), comme semenciers, et ont fait l'objet d'étude de la régénération naturelle par un échantillonnage en futaie (Lejeune et Verrue, 2002).

Le plan d'échantillonnage aléatoire et la carte du site d'étude sont présentés dans la figure 1. Ces essences forestières présentent un potentiel de régénération naturelle important qui pourrait être valorisé dans les améliorations des peuplements forestiers naturels par enrichissement (régénération naturelle assistée avec des espèces fixatrices d'azote et à valeur commerciale).

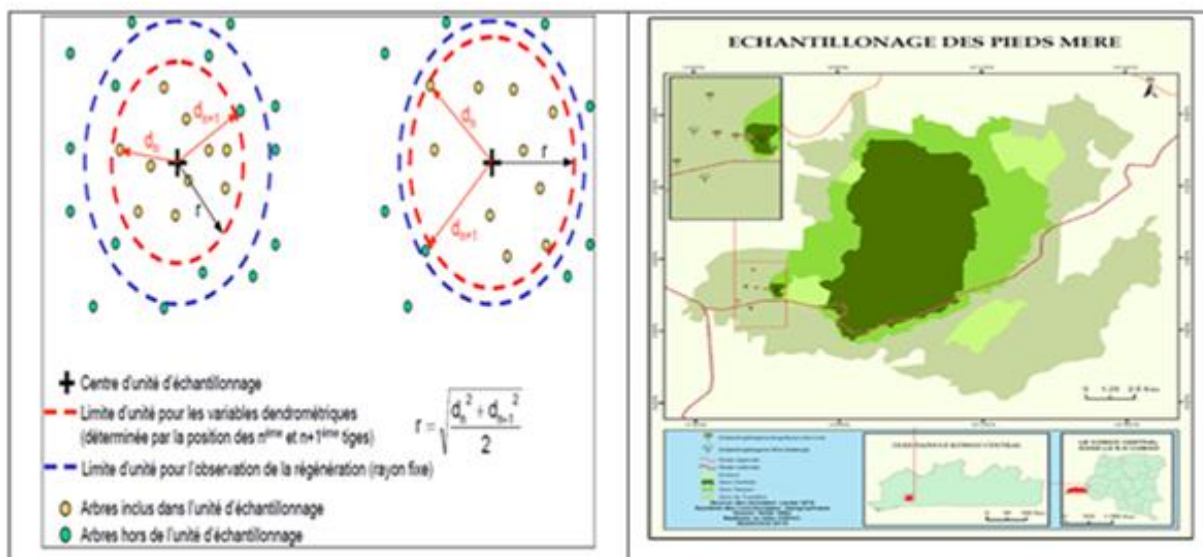


Figure 1. Dispositif d'échantillonnage d'inventaire en futaie adapté de Lejeune et Verrue (2002) et carte du site d'étude

Pour chaque espèce, cinq tiges semencières ont été sélectionnées dans la forêt primaire mixte de la Réserve de Biosphère de Luki. Au tour du semencier, 5 espèces x 10 arbres /espèce x quatre placettes circulaires d'inventaire de régénération naturelle ont été établies en progression distante de 5, 10, 15 et 20 m de rayon selon la méthode de Lejeune et Verrue (2002). Au total, 200 placettes ont été inventoriées entre juillet 2015 et juillet 2016.

Chaque placette a fait l'objet d'un échantillonnage en plein de tous les sujets ligneux ayant un diamètre à hauteur de poitrine (Dhp) d'au moins supérieur à 10 cm de Dhp. Ces arbres et arbustes ont été mesurés, identifiés à l'Herbarium de l'INERA-Luki. Les mesures de la hauteur totale de chaque arbre (m) à l'aide d'une règle graduée adaptée pour cette fin, de la circonférence (cm) à 1,30 m qui a été prise à l'aide du ruban gradué au millimètre près, ont été effectuées.

La mesure de Dhp a servi pour le calcul de la surface terrière (m²/ha). Le dénombrement de tiges d'arbres dans chaque placette a permis d'en déterminer la densité/ha. Le nombre d'espèces et leur fréquence sur les différentes unités expérimentales ont permis de calculer les indices de diversité et d'équitabilité.

2.2. Traitement et analyse des données

Les cinq parcelles circulaires établies sous les semenciers d'espèces étudiées, ont fait l'objet des tests F et multivariés à l'aide du modèle linéaire général dans le cadre d'analyse de variance multivariée (MANOVA) sur les différentes mesures dendrométriques effectuées dans les placettes d'inventaires. Le test de la plus petite différence significative a permis de comparer les moyennes de mesures dendrométriques de cinq espèces semencières à l'aide du logiciel SPSS. La régression linéaire simple a permis de mettre en valeur la réponse de la densité/ha en fonction de la distribution des semis sous le semencier. L'homogénéité des variances des résidus avec une

tendance normale a permis leur utilisation sans une quelconque transformation. Les données d'inventaire des individus du sous-bois ont été traitées avec les logiciels Excel 2010 et SPSS. La comparaison de la richesse et de la diversité spécifiques à l'aide de l'indice de Shannon sous les placettes de semenciers a permis d'évaluer la composition et l'influence de la variation de la distance des semenciers sur la régénération naturelle installée des tiges (plants) inventoriées. Cette approche a été complétée par le recours au modèle linéaire général.

3. RESULTATS

3.1. Caractéristiques dendrométriques et floristiques de la régénération sous les semenciers

Le dénombrement de tiges à l'hectare, la section transversale des arbres, le nombre d'espèces et leur fréquence exprimée par l'indice de Shannon sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques dendrométriques et floristiques de la régénération sous les semenciers dans la Réserve de Biosphère de Luki

Semenciers	Paramètres dendrométriques			Paramètres floristiques		
	Densité (tiges/ha)	ST (m ² /ha)	R/ha	Familles/ha	H'	J'
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	1295,0	14,8	205,0	85,0	3,7	0,6
<i>Pentaclethra machrophylla</i>	1390,0	18,5	300,0	125,0	4,0	0,6
<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	1300,0	16,0	220,0	85,0	3,8	0,6
<i>Entandrophragma angolense</i>	14,0	0,004	17,0	22,0	2,2	0,3
<i>Entandrophragma utile</i>	9,0	0,002	11,0	22,0	1,3	0,1
Moyenne	801,6	9,8	150,6	67,8	3,0	0,4

Légende : ST (Section transversale de l'arbre), R/ha (Nombre d'individus/ha), H' (Indice de Shannon) et J' (Indice d'équitabilité de Pielou)

L'analyse du tableau 1 indique une grande variabilité dans les placettes d'inventaires sous les semenciers de cinq espèces forestières choisies pour tous les paramètres dendrométriques et floristiques étudiés. Une faible régénération naturelle de semis dans les placettes d'inventaires sous le couvert de semenciers d'*Entandrophragma angolense* et d'*Entandrophragma utile* a été observée. Leurs régénérats ont présenté une densité inférieure (9 à 14 tiges/ha) à celle des espèces *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* et *Pentaclethra eetveldeana* (1295 à 1390 tiges/ha).

La même tendance est observée pour la surface terrière qui a varié entre 0,002 et 0,004 m²/ha pour *Entandrophragma angolense* et *Entandrophragma utile*. Les espèces *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* et *Pentaclethra eetveldeana* ont présenté des surfaces terrières supérieures dont les valeurs ont varié entre 14,8 et 18,5 m²/ha. La richesse et la diversité spécifiques ont confirmé la tendance observée dans d'autres paramètres dendrométriques.

Les indices de Shannon (H') et d'équitabilité de Pielou (J') ont révélé une abondance de semis pour *Piptadeniastrum africanum*, *Pentaclethra machrophylla* et *Pentaclethra eetveldeana*, avec une répartition équitable de semis d'espèces forestières observées.

3.2. Analyse comparative des paramètres dendrométriques d'espèces inventoriées

Les tests multivariés (Pilai, Wils, Hotelling et Roy) réalisés à l'aide du modèle linéaire général dans le cadre d'analyse de variance multivariée (MANOVA) sur les différentes mesures dendrométriques effectuées dans les placettes d'inventaires ont révélé un effet significatif sur le Dhp, la ST (m²/ha) et la hauteur des arbres (m). Aucun effet significatif n'a été observé sur la densité/ha et la distance entre les placettes.

Tableau 2. Analyse comparative des paramètres dendrométriques d'espèces inventoriées

Source de variation	df	Dhp (cm)		ST (m ² /ha)		Hauteur (m)		Densité/ha		Distance entre placettes	
		F	P(>F)	F	P(>F)	F	P(>F)	F	P(>F)	F	P(>F)
Espèces	75	2,50***	<3 ⁻¹	2,54***	<3 ⁻¹	5,60***	<3 ⁻¹	0,92	>0,05	1,19	>0,14

L'analyse de variance de la régression linéaire simple a montré une différence significative entre les paramètres étudiés (p<0,000). La figure 2 présente la réponse de la densité/ha en fonction de la distance par rapport aux semenciers choisis.

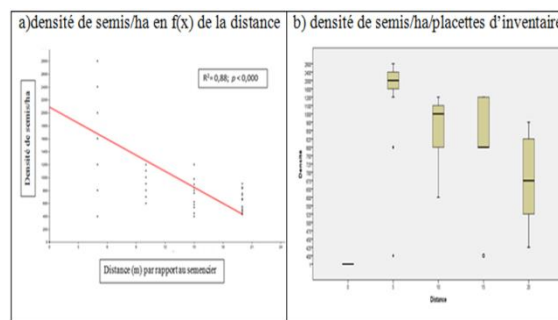


Figure 2. Réponse de la densité/ha (régénération de semis) en fonction de la distance par rapport aux semenciers.

Il ressort de la figure 2, une grande variabilité de la densité/ha représentant la régénération des semis sous couvert de semenciers. La distance de semis par rapport au semencier, à elle seule explique 88 % de variation de la régénération de semis (densité/ha) sous le couvert du semencier d'espèces choisies. Plus on s'éloigne du semencier, moins de semis sont dénombrés (densité/ha ou régénération). Le mode de dispersion de diaspores par type de semencier pourrait être le facteur environnemental limitant la régénération sous le couvert d'*Entandrophragma utile* qui est une espèce anémochore.

3.3. Variation de la composition et structure des placettes d'inventaires en relation avec le type de semencier

La figure 3 met en relation la composition des différentes placettes circulaires et les mesures de diamètre des différentes placettes.

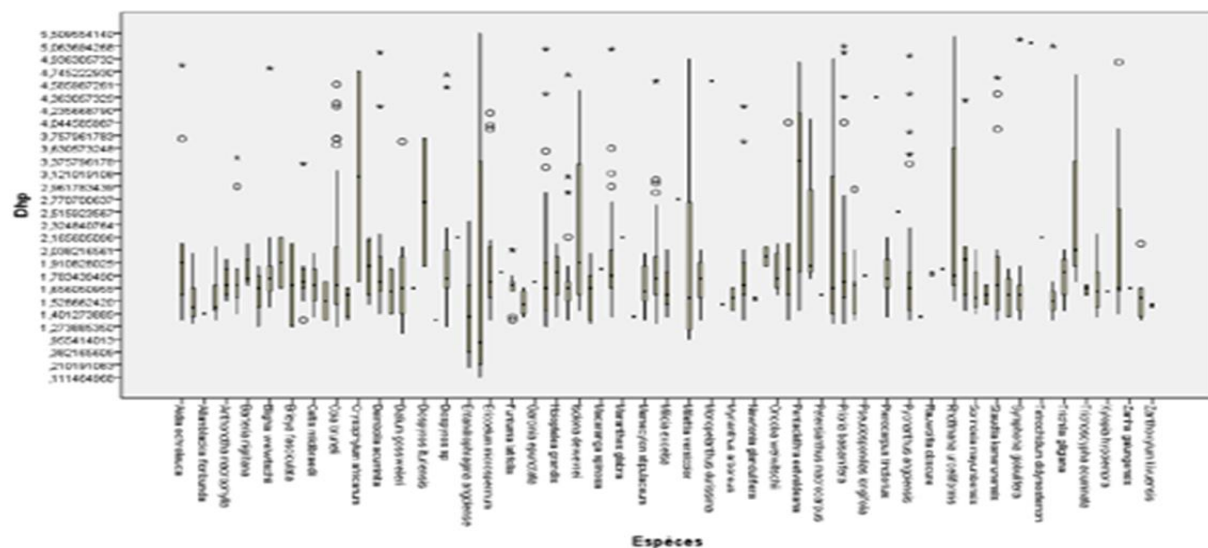


Figure 3. Structures et composition des différentes placettes d'inventaires

Les régénérats d'espèces qui ont atteint 5 cm de Dhp ont été observés au niveau d'*Entandrophragma utile*, suivis de *Ricinodendron heudotii* (Baill.) Pierre ex Heckel, et de *Millettia versicolor*. L'espèce qui revient au plus bas de la classe de Dhp est *Entandrophragma utile*.

La classe de Dhp la plus abondante en termes de dénombrement de tiges ou individus est comprise entre 1 et 3 cm. La figure 4 présente la structure axiale de différentes placettes d'inventaires.

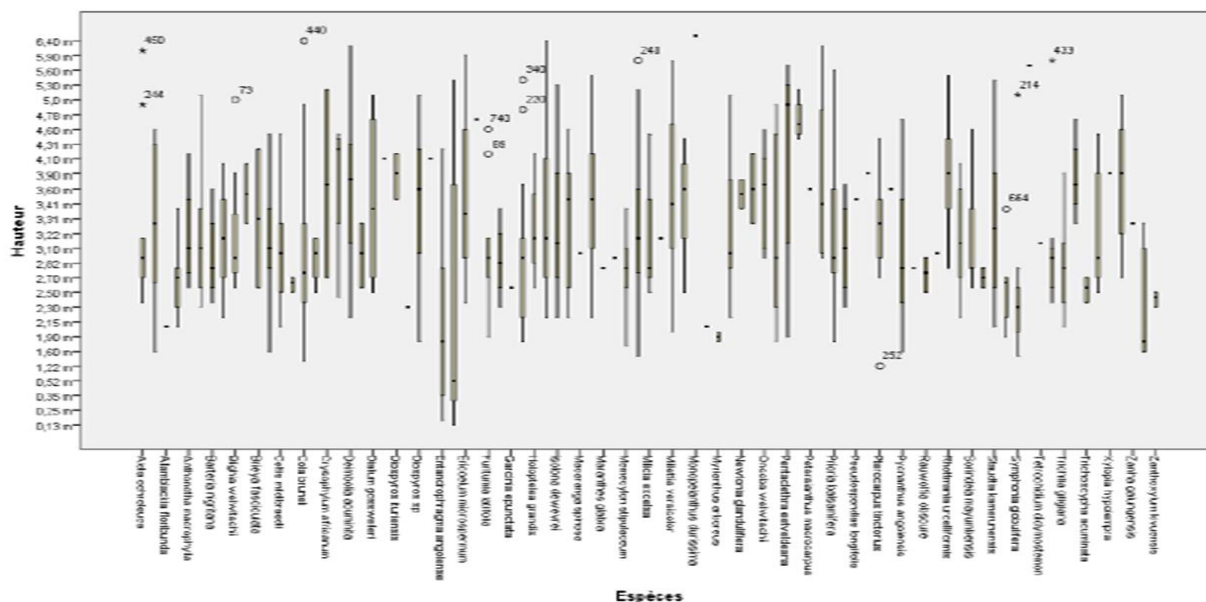


Figure 4. Structure verticale des différentes espèces des placettes d'inventaires

Les différentes espèces sous le couvert de semenciers ont présenté une variabilité importante en hauteur totale. Celle-ci a varié entre 0,25 m et 6,40 m de haut. La hauteur la plus élevée a été enregistrée chez *Hylodendron gabunense*, *Deimbolia acuminata*, *Piptadeniastrum africanum* et la hauteur la plus faible a été observée chez *Entandrophragma utile*.

4. DISCUSSION

Une variabilité dans l'établissement de la régénération naturelle installée sous le couvert des cinq espèces semencières étudiées a été observée. La densité de semis à l'hectare sous les semenciers de *Piptadeniastrum africanum*, de *Pentaclethra machrophylla* et de *Pentaclethra eetveldeana* a été importante et suffisante pour assurer la pérennité de la forêt de Mayombe. Ces résultats corroborent avec ceux obtenus par Humblet (1946) ; Donis et Maudoux (1954) ; Dupuy (1998) et qui mettent en évidence la réponse de la densité/ha de régénérats en fonction de la distance du semencier. Le nombre de tiges de semis de la régénération installée a été insuffisant au niveau des semenciers d'*Entandrophragma utile*. Cette faible présence d'individus de ces essences nécessite une régénération assistée et soutenue. Plusieurs facteurs environnementaux influencent la dispersion de

semis de la régénération naturelle (le vent, la pluie, la pente, le couvert végétal ou la canopée, le sol, la faune, etc.) (Dupuy, 1998). Le mode de dispersion de diaspores par type de semencier pourrait être le facteur environnemental limitant la régénération sous le couvert d'*Entandrophragma utile* qui est une espèce anémochore.

Les régénérats (*Microdesmis puberula*, etc.) ont été abondants sous les pieds mère de l'*Entandrophragma angolense* et *E. utile*. Ces résultats convergent avec ceux de Lubini (1984) et confirment ceux d'Alexandre (1982) ; Lubini, (1997) sur les aspects de la régénération naturelle en forêts denses tropicales. Les facteurs environnementaux pourraient expliquer ces résultats et constituent les facteurs limitant le processus de régénération naturelle dans le Mayombe. Les diaspores entraînées par le vent doivent aller en quête de grand espace selon la vitesse et la direction du vent. Les capsules d'*Entandrophragma* en tombant ont des difficultés de s'enfouir dans le sol parce qu'elles sont lourdes et tombent sur une couche de litière au-dessus du sol dont l'épaisseur est de plus de 5 cm. Pendant que les graines traînent dans le sol à la recherche des conditions favorables à la germination, elles sont attaquées par les insectes et perdent leur pouvoir germinatif, c'est ce qui affecte aussi la régénération naturelle à la Réserve de Biosphère de

Luki. Les graines d'*E. utile* et d'*E. angolense* sont résistantes au dessèchement mais ont une durée de vie latente relativement courte, de quelques semaines (Alexandre, 1982). Ce système de dispersion des graines (anémochorie) entraîne des pertes énormes mais permet inversement aux graines de s'installer dans un biotope non prévu. Cette anémochorie associée à la lourdeur de capsules entrave la dispersion des graines par le vent à une distance n'excédant pas 100 m. Mais à la fin de la saison sèche, période correspondant à la maturité des graines, les forts courants ascendants qui précèdent fréquemment les orages peuvent entraîner la dispersion des semences à des distances considérables. Les jeunes plants de *E. angolense* et d'*E. utile* tirent cependant bénéfice d'un ombrage léger et diffus au début de leur vie, *E. utile* est sans doute le plus héliophile et *E. angolense* le plus sciophile. Il existe donc une sorte d'opposition entre les besoins du jeune plant et ceux des individus plus âgés. Les conditions favorables à la régénération naturelle sont minimales, ce qui explique, partiellement, la rareté de plantules de ces espèces. Elles ne possèdent pas de graines capables de survivre dans le sol, ni de plantules résistantes à l'ombrage ; le point de départ de leur régénération est donc toujours une graine apportée de l'extérieur au moment de l'ouverture de la végétation. D'autre part, le vent ne disperse généralement les graines qu'à une faible distance, il s'agit d'un potentiel de proximité ou de voisinage.

5. CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'étude de la régénération naturelle installée sous leur couvert a révélé une insuffisance de régénérats sous les semenciers d'*E. angolense* et d'*E. utile*. Une situation inverse est observée au niveau des semenciers des Fabaceae. Dans le contexte de gestion durable des écosystèmes forestiers et de changement climatique actuel, les approches sylvicoles appropriées doivent être appliquées pour éviter la perte de spécimen semencier d'*E. utile* existant (cas du grand Kalungi). La régénération naturelle installée sous *P. africanum*, *P. machrophylla*, *P. eetveldeana*, *E. angolense* et d'*E. utile*, a montré l'influence du semencier dans la variation de la densité de semis/ha installée et la distance. Les facteurs environnementaux (vents, pluies, pentes, lumière) et anthropiques (carbonisation, etc.), contribuent à la limitation de la régénération forestière naturelle sous *E. angolense* et *E. utile*. Ces résultats constituent une base de données pour orienter les décideurs et gestionnaires dans la conservation et l'aménagement de la Réserve de Biosphère de Luki. Les études ultérieures sont nécessaires dans le sens du suivi de flux dynamique de la régénération naturelle des différentes essences forestières au sein de la forêt primaire en vue d'élargir les

connaissances sur leur sylvigénèse et leur réponse au changement climatique en cours.

Remerciements

Les auteurs remercient l'INERA et les Agents de la Réserve de Biosphère de Luki qui ont mis leurs compétences à profit et facilité la mise en œuvre des inventaires sur le terrain.

Références

- Alexandre D. Y., 1982. Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire. *Caridollea*, 37, 579-588.
- Almanach, 2014. *Éco CONGO : L'arbre dans les systèmes de culture en RDC*. 3 p.
- Bernard A. & Gélinas N., 2014. A step prior to REDD+ implementation: Asocioeconomic study. *Journal of Forestry Research*, Volume 2014, Article ID 563021, 10 p.
- De Wasseige C., Devers D., de Marken P., Eba'a Atyi R., Nasi R. & Mayaux P., eds. 2009. *Les forêts du bassin du Congo : État des forêts 2008*. Office de publication de l'Union européenne, Luxembourg.
- Donis C. et Maudoux E., 1954. *Sur l'uniformisation par le Haut, INEAC Publ. INEAC, Série scientifique, n°51*, 77 p.
- Douglas GB., Mackay AD., Budding PJ. & Potter JF., 2004. Introduction of native plants beneath exotic trees planted to stabilise pastoral land. In: *Proceedings of the 13th international soil conservation organization conference*. Brisbane, Australia, 4 p.
- Dupuy B., 1998. *Bases pour une sylviculture en forêts dense tropicale humide africaine*. Série FORAFRI, Document n° 4, CIRAD, 67 p.
- FAO., 2010. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2009*. Organisation mondiale pour l'agriculture et l'alimentation. Rome, 149 p.
- Grossiord C., Gessler A., Granier A. & Bonal D., 2015. Les forêts tempérées face aux conséquences du changement climatique : est-il primordial de favoriser une plus forte diversité d'arbres dans les peuplements forestiers ? *Rev. For. Fr.*, LXVII - 2-2015, *AgroParisTech.*, 99-110.
- Hubau W., 2013. *Exploring charcoal as a natural archive for palaeofire and vegetation history of the Mayumbe, Democratic Republic of the Congo*. PhD Dissertation, Ghent University, 224 p.
- Humblet P., 1946. Aménagement des forêts climatiques du Mayumbe. *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 37 (1), 15-87.
- Lejeune P. et Verrue V., 2002. *Les inventaires par échantillonnage en futaie feuillue : une alternative aux inventaires complets*. Note technique de foresterie de Gembloux n°8. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux, unité de gestion et économie forestière. B-5030 Gembloux. 14 p.

- Lubalega T.K., 2016. *Évolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi-village, sur le plateau des Bateke, en République Démocratique du Congo*. Thèse de doctorat, faculté de foresterie, géographie et géomatique. Département de sciences du bois et de la forêt, Université Laval, QUEBEC, Canada, 151 p.
- Lubalega T.K. & Mananga P.M., 2018. Évaluation de la biodiversité spécifique ligneuse des cultures agricoles sous couvert arboré à Patu, dans le Mayombe, en République Démocratique du Congo (RDC), *CongoSciences*, 6 (2), 1-8.
- Lubini A., 1984. *La végétation de la Réserve de biosphère de Luki (Bas-Zaïre) : Département de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme MAB (Zaïre)*, 52 p.
- Lubini A., 1997. *La végétation de la Réserve de Biosphère de Luki au Mayumbe (Zaïre)*. *Opera Botanica. Belgica*, vol. 10, Meise, Jardin Botanique National de Belgique, 155 p.
- Mananga P., 2016. *Contraintes et opportunités à l'intégration de l'arbre dans les exploitations paysannes de Patu au Kongo-central/ R.D.Congo*. Mémoire DEA, Faculté d'agronomie et des sciences Agricoles, département de Foresterie, Université de DSCHANG, Cameroun, 92 p.
- Mpoyi A.M., Nyamwoga F.B., Kabamba F.M. & Assembe-Mvondo S., 2013. *Le contexte de la REDD+ en République Démocratique du Congo : Causes, agents et institutions*. Document Occasionnel 84. CIFOR, Bogor, Indonésie. 83 p.
- Mujuni D.B., 2008. *Entandrophragma utile* (Dawe & Sprague) Sprague. In: *Loupe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale)*. Wageningen, Netherlands.
- Mukendi MW., 1973. *Étude dans les blocs sylvo-bananiers de la Station forestière de l'INERA-Luki et du chantier forestier de l'état au Km 28 (Mayombe)*. M.S. thesis, Université nationale du Zaïre, Kinshasa.
- Muteeba T., 2000. *An assessment of regeneration of Entandrophragma angolense in the exploited areas of Mugoye Forest Reserve, Kalangala District*. B.Sc. Forestry Project Report, Faculty of Forestry and Nature Conservation, Makerere University, Kampala, Uganda, 81 p.
- Nasi R., Putz F.E., Pacheco P., Wunder S. & Anta S., 2011. *Sustainable Forest Management and Carbon in Tropical Latin America: The Case for REDD+ Forests 2: 200-217*.
- Nyange M. N., 2014. *Participation des communautés locales et gestion durable des forêts : cas de la Réserve de la Biosphère de Luki en République Démocratique du Congo*. Thèse de doctorat, Faculté de foresterie, géographie et géomatique. Département de sciences du bois et de la forêt, Université Laval, Québec, Canada, 227 p.
- OSFAC (Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale), 2010. *Forêts d'Afrique centrale évaluées par télédétection FACET. Étendue et perte du couvert forestier en République démocratique du Congo de 2000 à 2010*. Publié par l'Université d'État du Dakota du Sud, Brookings, Dakota du Sud, États-Unis d'Amérique.
- Pérot T. et Vallet P., 2012. Des forêts mélangées, une stratégie pour produire du bois face aux enjeux énergétiques et climatiques ? *Sciences Eaux et Territoires, cahier spécial ; n° II*, 6-11.
- Tutula P., 1968. *L'enrichissement de la forêt du Mayumbe en Terminalia superba Engl. Et Diels par le sylvo-banancier*. M.S. Thesis, Université Lovanium de Kinshasa, Kinshasa.
- White L. & Edwards A., 2001. *Conservation en forêt pluviale africaine : Méthodes de recherche*. The Wildlife Conservation Society, New York, USA. Première édition française, 455 p.
- WRI, 2010. *Atlas forestier interactif de la République du Congo. Version 1.0 : Document de synthèse*. Washington, D.C. World resources institute, 56 p.