



UNIVERSITE DE LUBUMBASHI

FACULTE DES SCIENCES

AGRONOMIQUES

Décanat

République Démocratique du Congo – 2 Route Kasapa, Campus de la Kasapa, BP 1825
Lubumbashi – Haut-Katanga
agronomie.unilu@gmail.com

Etablissement du Niveau d'Emissions de Référence
(NERF) et du Monitoring Rapportage et Vérification
(MRV) dans la zone d'intervention du projet (ZIP)

Miombo au Sud-Est de la
République Démocratique du Congo

Janvier 2020



Table des matières

1. Introduction au NERF-MRV dans la zone d'intervention du Projet <i>Miombo</i> au Sud-Est de la RD. Congo _____	3
1.1. Contexte du NERF-MRV _____	3
1.2. Objectifs de l'établissement du NERF-MRV du projet <i>Miombo</i> _____	3
2. Approches méthodologiques pour le NERF-MRV dans la ZIP au sud-est de la RD. Congo _____	5
2.1. Présentation de la zone d'intervention du projet <i>Miombo</i> _____	5
2.2. Présentation des données collectées _____	6
2.2.1. Stratification des Classes de Végétation des Forêts <i>Miombo</i> _____	6
2.2.1.1. Données historiques et données d'activités _____	7
2.2.1.1.1. Données historiques _____	7
2.2.1.1.2. Données d'activités _____	8
2.2.2. Processus MRV: Installation des placettes permanentes _____	8
2.2.3. Données des densités de bois des essences forestières dans la ZIP _____	9
2.3. Traitement des données collectées pour l'estimation NERF dans la ZIP du projet <i>Miombo</i> _____	10
2.3.1. Application de l'équation Allométrique (4) de Chave <i>et al.</i> , 2014 _____	10
2.3.2. Estimation du NERF dans la ZIP du projet <i>Miombo</i> au sud-est de la RDC _____	11
3. Présentation des Résultats _____	12
3.1. Caractérisation de la structure de la végétation recensée dans placettes MRV _____	12
3.2. Etablissement du Niveau de Référence carbone dans la zone d'intervention du projet <i>Miombo</i> (ZIP) au sud-est de la RD. Congo _____	13
3.3. Monitoring Rapportage et Vérification dans la ZIP <i>Miombo</i> du Haut-Katanga _____	16
4. Difficultés rencontrées _____	17
5. Conclusion et suggestions _____	18
6. Références Bibliographiques _____	19

1. Introduction au NERF-MRV dans la zone d'intervention du Projet *Miombo* au Sud-Est de la RD. Congo

1.1. Contexte du NERF-MRV

La République Démocratique du Congo a reçu, avec l'appui de la FAO, un financement du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) pour mettre en œuvre le projet intitulé : « **Gestion communautaire des forêts *Miombo* dans le Sud-Est du Katanga** », en abrégé « **Projet *Miombo*** ».

Le projet vise :

- (i) à promouvoir la gestion durable et la restauration des écosystèmes forestiers de *Miombo* afin de réduire les émissions de carbone issues de la déforestation et la dégradation des forêts ; et
- (ii) à améliorer la durabilité des moyens d'existence des communautés locales par le biais de la commercialisation de bois de feu et des produits forestiers non-ligneux (PFNL) récoltés provenant de forêts gérées durablement.

Pour ce faire, le projet a été structuré en trois composantes techniques interdépendantes à savoir : le développement de systèmes de gestion durable des forêts communautaires ; le renforcement du cadre juridique; et la gestion des connaissances.

Grâce à son expertise dans la recherche et la formation, l'éducation des adultes, les inventaires forestiers, les inventaires multi ressources, le processus REDD+ et le changement climatique, la FSA-UNILU joue un rôle clé dans la mise en œuvre de la troisième composante, focalisée sur la gestion des connaissances relativement au protocole d'accord n°087/2018. A ce titre, la FSA facilitera l'adoption et l'extension des meilleures pratiques et des leçons apprises auprès des communautés locales. Signalons par la suite que la troisième composante permettra, également, d'adapter les modèles développés aux différents contextes écologiques, culturels et économiques.

Dans le cadre du protocole d'accord 087/2018 signé avec la FAO, la FSA devrait établir le Niveau d'Emissions de Référence du Carbone pour permettre la mise en place d'un système de Monitoring du couvert végétal dans toute l'aire du projet *Miombo*.

1.2. Objectifs de l'établissement du NERF-MRV du projet *Miombo*

L'établissement du NERF-MRV dans l'aire du projet *Miombo* devrait être en adéquation avec le concept national NERF soumis à la convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) dans sa version révisée de Janvier 2018.

L'objectif principal consiste à estimer la quantité de carbone dans l'aire du projet dans le but de renforcer la résilience des communautés locales (CL) et être capable de mener les négociations de paiement basé sur le résultat (PBR) de la REDD+.

De manière spécifique, ce document vise à :

- Construire la Base-line Carbone (NERF, 2018). Pour ce faire, les données d'activités (DA) seront nécessaires pour caractériser les tendances en rapport avec la détection des changements.
- Mettre sur pieds une méthodologie MRV pour le besoin des concessions forestières des communautés locales. Cette méthodologie devra être souple de manière à ce que les CL puissent s'approprier du processus MRV. Il s'agit des activités comme le mesurage des ressources. La manière de rapporter l'information au niveau des cellules spécialisées pour entreprendre une procédure de quantification de carbone dans les 5 réservoirs identifiés par le GIEC. Ce sont : la biomasse aérienne, la biomasse souterraine, la litière, le bois mort et le carbone organique sur sol (SNSF, 2014). Toutefois, dans le cadre de ce projet seul le carbone de la biomasse aérienne est considéré.
- Initier, sur le long terme, les membres des CL aux processus MRV et les procédures des négociations des paiements durables (ICESDF, 2015). Ce dernier objectif va largement contribuer à la pérennisation des acquis du projet après financement FEM.

2. Approches méthodologiques pour le NERF-MRV dans la ZIP au sud-est de la RD. Congo

2.1. Présentation de la zone d'intervention du projet *Miombo*

Le projet Miombo est exécuté dans trois territoires de la province du Haut-Katanga à savoir : Kasenga, Kambove et Kipushi (figure 1) distribués sur trois axes : axe Kinsevere-Kasenga, axe Kasumbalesa-Kipushi et axe Likasi-Kambove (tableau 1).

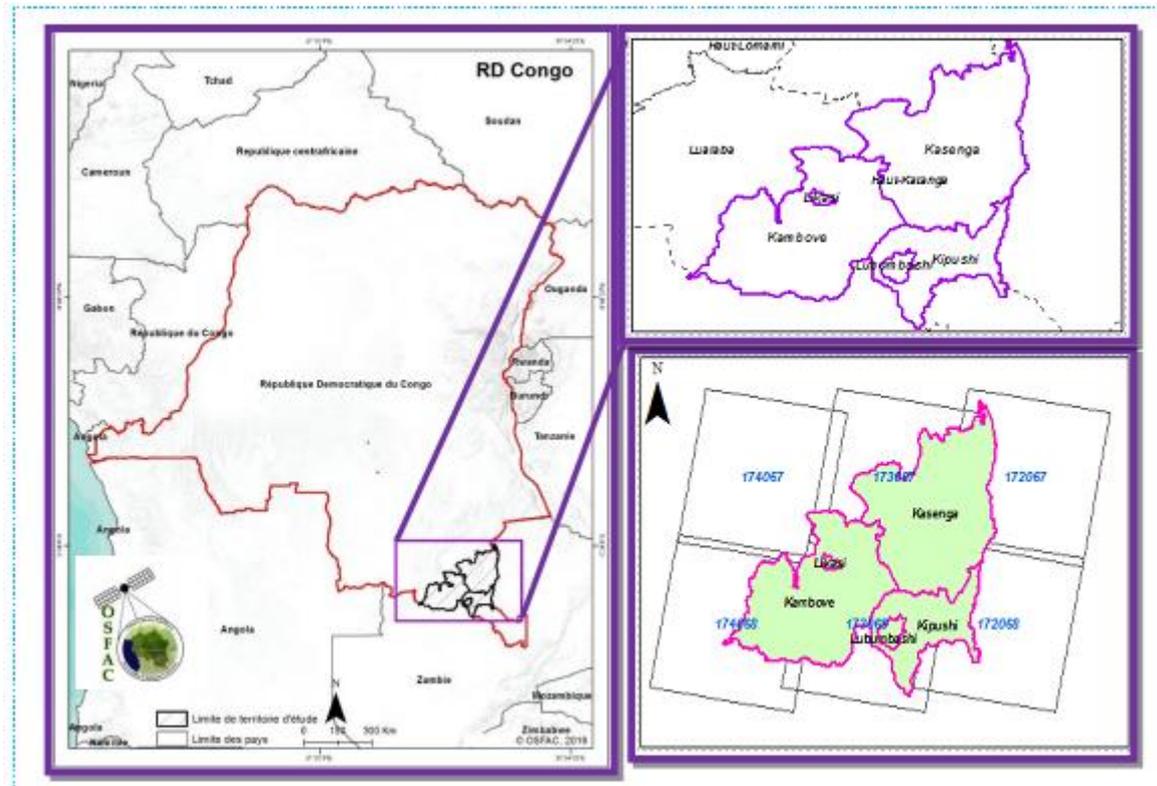


Figure 1: carte de la zone d'intervention du projet *Miombo* (ZIP) au sud-est de la RDC (tiré du rapport OSFAC, 2019).

Tableau 1: Quelques villages de la ZIP de foresterie communautaire, avec leurs superficies et leurs repartitions suivants les axes routiers au sud-est de la RD Congo

N°	Villages	Superficies (ha)	Axes
1	Kyalubamba	3702	Kasenga-Kinsevere
2	Kisununu	2990	Rwashi-Kasenga
3	Milando	12902	Likasi
4	Kitafya	57405	Kasenga
5	HewaBora	8775	Likasi
6	Kibundu	18981	Kasenga
7	Makondo	4263	Likasi
8	Mwawa	6958	Kasumbalesa
Etc.			

Le climat du Haut-Katanga est à rattacher à celui de Lubumbashi. Selon la classification de Köppen, le climat de Lubumbashi est de type tempéré chaud, caractérisé par une véritable saison sèche (5-6 voire 7 mois) (Cw) et une température moyenne annuelle avoisinant 20°C (Kottek *et al.*, 2006). Les précipitations moyennes annuelles à Lubumbashi s’élèvent à 1242 mm (figure 1.3), et les cinq mois de saison des pluies s’étendent de novembre à mars (Malaisse, 1997). Les mois d’avril et d’octobre sont des périodes de transition entre la saison sèche et la saison humide (Frost, 1996). A Lubumbashi, nous remarquons depuis quelques décennies une forte variabilité spatio-temporelle des pluies due probablement à la perturbation de l’environnement.

La végétation est en majorité dominée par la forêt du type Miombo caractérisée par l’abondance des trois genres : *Brachystegia*, *Julbernardia* et *Isoberlinia*. Cette végétation évolue sur des latosols zonaux (Schmitz, 1971, Baert *et al.*, 2009) et son paysage est naturellement ponctué par des termitières d’une part et d’un réseau important des forêts galeries (Mushitu) et des forêts denses sèches (Muhulu) d’autres parts. Ces trois types de variantes forestières fonctionnent très différemment et portent une végétation très différente de celle du Miombo (Muledi 2017, Cuma *et al.*, 2019). Le sol des termitières est argileux (Mujinya *et al.*, 2011).

2.2. Présentation des données collectées

L’établissement du niveau de référence Carbone (NERF) et du Monitoring Rapportage et Vérification (MRV) dans la zone du projet *Miombo* a nécessité deux catégories de données. Il s’agit de : la stratification des classes de végétation, des données historiques et données d’activités d’une part et d’autre part des données de la dynamique de végétation devant être recueillies dans les placettes permanentes et les densités de bois des essences forestières du *Miombo*.

2.2.1. Stratification des Classes de Végétation des Forêts *Miombo*

La stratification des classes de végétation a été exécutée par l'Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Central (OSFAC) dans le cadre de son protocole d'accord signé avec la FAO. Elle est une étape cruciale dans le NERF. Elle permet d'estimer la superficie actuelle réellement occupée par la forêt au sein de la zone du projet.

En se référant à la définition des classes d'occupation du sol selon l'esprit du Système National de Surveillance des Forêts en R.D.C (SNSF), les experts de l'OSFAC ont pu détecter 5 classes d'occupation du sol (tableau 2). Il ressort de ce tableau que la forêt occupe environ 53,1% de la superficie totale des classes d'occupation du sol.

Un deuxième type de données important est la caractérisation de la végétation dans les classes d'occupation (COS) du sol définies par l'OSFAC. Cette caractérisation devrait ressortir les variables biophysiques (dhp, densité de peuplement, hauteur moyenne, etc.)

Tableau 2: Qualification et quantification des classes d'occupation du sol dans la zone du projet *Miombo* au Sud-Est de la RDC. Source : Rapport OSFAC (Juillet 2019) du PA signé avec la FAO

N°	Classes d'occupation du sol	Pixel Count	area (ha)	%
1	Plan d'eau	535916	48232,44	0,86
2	Zone anthropique	3960219	356419,71	6,33
3	Zone Savanicole	24889794	2240081,46	39,75
4	Forêt Claire dégradée	19401054	1 746 094,86	30,99
5	Forêt claire non dégradée	13823272	1 244 094,48	22,08
Total		62610255	5634922,95	100

2.2.1. Données historiques et données d'activités

Les données historiques et celles d'activités ont été produites par la Division de Géomatique de la Direction des Inventaires et Aménagement Forestier (DIAF) du ministère de l'environnement et Développement Durable (MEDD).

2.2.1.1. Données historiques

Les données historiques ont été obtenues à partir de l'analyse diachronique des cartes d'occupation de sol dans la ZIP. Deux cartes ont été analysées : celle d'une année de référence 2000 et celle de suivi 2018.

Les statistiques produites sur lesdites cartes montrent que la superficie forestière actuelle s'élève à 3 917 581,389 ha, et celle de non forêt est de 1 391 290,20 ha. Cette étude a montré que la forêt a perdu 459 876,37 ha de sa superficie, soit environ 11,2% de sa superficie en 18 ans. Cependant cette perte de la superficie n'est pas équitablement répartie sur toute la ZIP.

Une étude pour désagréger les superficies de forêt dans chaque concession forestière de communauté locale est importante.

2.2.1.2. Données d'activités

Les données d'activités sont principalement les moteurs de déforestation. Les experts de la DIAF ont pu identifier six (6) moteurs de déforestation dans la ZIP (tableau 3). Ces moteurs sont assez souvent les mêmes que celles identifiées pour l'ensemble de la RD Congo (agriculture itinérante, production de charbon de bois, urbanisation, extension du réseau routier) (Ickowitz *et al.* 2015 ; Li *et al.* 2015 ; Munyemba & Bogaert 2014 ; Potapov *et al.* 2013 ; Zhuravleva *et al.* 2013 ; Anonymous, 2012). En outre, il existe des facteurs plus spécifiques au Katanga, comme le développement des activités minières (Dupin *et al.* 2013 ; Shutcha *et al.*, 2010).

Tableau 3: Pondération des moteurs de déforestation pour les deux axes (crédit DIAF-MEDD, 2019), adapté du rapport de la DIAF

N°	Moteur de déforestation	Axe Likasi-Kasumbalesa	Axe Lubumbashi - Kasomeno	Nombre de points	%
1	Carbonisation	23	28	51	42,1
2	Agriculture	19	25	44	36,4
3	Habitation/urbanisation	10	5	15	12,4
4	Chemin de fer	1		1	0,8
5	Mines	2	4	6	5,0
6	Bois de chauffe	4		4	3,3
Total				121	100

Il ressort de ce tableau que les plus grands moteurs de déforestation sont la carbonisation (42,1%) et l'agriculture (36,4%) le long de tous les axes visités. Le moteur à faible impact a été causé par le « chemin de fer » avec 0,8 %. Les principales causes sous-jacentes perçues par les deux enquêtes qualitatives sont: la croissance démographique, les aspects institutionnels (décisions politiques, guerres civiles, mauvaise gouvernance), la création d'infrastructures et l'urbanisation et enfin les aspects socio-économiques (crise, chômage, pauvreté).

2.2.2. Processus MRV: Installation des placettes permanentes

Pour assurer le processus Monitoring Rapportage et Vérification (MRV) dans la ZIP, la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi a installé les placettes permanentes dans la ZIP. A cet effet, ces placettes constituent des points d'observation (Points Of Measures, POM) pour le suivi de la dynamique de végétation, c'est-à-dire détecter les changements naturels ou d'origine anthropique qui vont intervenir au sein du couvert végétal.

Ainsi donc, 16 placettes de 2500 m² ont été installées dans les trois villages, pour un total de 12 ha. Ces placettes ont été installées sur trois axes principaux en partant de Lubumbashi à savoir: Lubumbashi – Kasomeno, Lubumbashi – Likasi et Lubumbashi – Kasumbalesa. Le tableau suivant montre la localisation des placettes par axe et les caractéristiques structurales des végétations qu’elles portent.

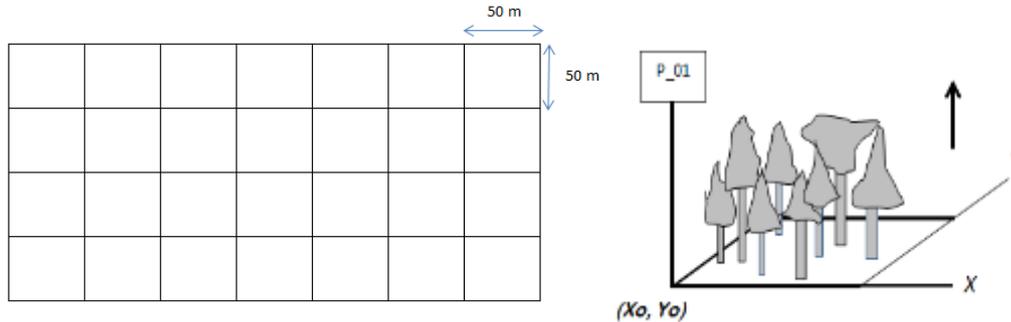


Figure 2: à gauche : extrait d’un plan des placettes permanentes de 50x50 m. A droite : Délimitation de la placette permanente (numéro P_01) telle qu’elle apparaît dans une unité de végétation.

En accord avec Picard & Gourlet-Fleury (2008), les placettes permanentes installées dans la ZIP doivent permettre une meilleure estimation : (i) des paramètres de structure du peuplement: densité, surface terrière, volume/biomasse, structure des diamètres, hauteur des arbres (totale ou biologique), richesse et diversité floristiques ; et (ii) des paramètres démographique de la dynamique du peuplement forestier à savoir la croissance, le recrutement, la mortalité et dans une certaine mesure la régénération forestière. A partir de l’analyse des paramètres de dynamique forestière, il sera possible d’appuyer le processus MRV basé sur l’évolution du couvert forestier.

Tableau 4: Localisation des placettes permanentes installées dans l’aire du projet *Miombo* au sud-est de la RDC.

Villages	Nombre des placettes de 2500 m ²	Altitude (m)	Coordonnées géographiques	
			Longitude	Latitude
Kete	16			
Katanga	16			
Kikonke	16			

2.2.3. Données des densités de bois des essences forestières dans la ZIP

L’utilisation de la formule de Chave retenue par la NERF national nécessite trois variables dendrométriques : la densité de bois (WD), le dhp et la hauteur. La hauteur et le dhp ont été

mesurés principalement lors la prise des données dans les placettes permanentes¹ de suivi MRV des trois CFCL (Kete, Kikonke, et Katanga).

Les densités de bois doivent être extraites de la base de données mondiales « Global Wood Density database » (Chave *et al.*, 2005; Chave *et al.*, 2009) en suivant les procédures prévues par le NERF national².

Dans le *Miombo* du Haut-Katanga, la densité de bois des 82 essences forestières varie entre 0,400 et 0,92 voire à 1,1 avec une moyenne autour de 0,646 kg/m³ (Muledi, 2017). Cette moyenne peut varier en fonction des approches d’investigation, de la composition floristique, des conditions environnementales (Muller-Landau, 2004; Maniatis *et al.*, 2011). Par exemple, les densités de bois des 19 espèces les plus abondantes du *Miombo* du Haut-Katanga varient entre 0,521 pour *Albizia antunesiana* (kapeta nzovu) à 0,830 pour *Pericopsis angolensis* (Mubanga), avec moyenne proche de 0,68 (Muledi *et al.*, 2020).

Selon le NERF national, quand l’arbre est identifié au niveau de l’espèce, on lui attribue la densité de bois moyenne de l’espèce dans la table. Quand l’arbre est identifié au genre, on lui attribue la densité de bois moyenne du genre. Quand l’arbre est identifié à la famille ou n’est pas identifié, on lui attribue la densité de bois moyenne des individus inventoriés dans la section d’occupation du sol auquel il appartient (Chave *et al.*, 2005).

2.3. Traitement des données collectées pour l’estimation NERF dans la ZIP du projet *Miombo*

2.3.1. Application de l’équation Allométrique (4) de Chave *et al.*, 2014

Dans le cadre du NERF national l’estimation de la biomasse dans le réservoir aérien (AGB) sera faite à l’aide de l’équation allométrique (4) pantropicale de Chave ci-après:

$$\text{AGB} = 0,067 \times (\rho \times \text{dhp}^2 \times \text{H})^{0,976} \quad (4)$$

Dans le cadre du présent document, toutes les données collectées pendant les activités de terrain vont permettre d’estimer la quantité de carbone uniquement dans un seul réservoir : la biomasse aérienne.

Par ailleurs, l’application de l’équation de Chave requiert trois types des variables :

- La densité de bois (ρ). Cette une variable directement reliée à la durée de vie, et qui influence évidemment le stockage du carbone par unité de volume de tige (Chave *et al.*, 2009).

¹ Au sens du présent document « Placettes permanentes = Points of Measures, POM)

² Voir document NERF national soumis à la CCNUCC en janvier 2018.

- La hauteur des arbres (H) : variable impliqué dans la capture et la compétition pour la lumière (Falster & Westoby, 2003). Au cas où les hauteurs des arbres n'ont pas été mesurées directement, NERF propose d'utiliser le modèle allométrique (H-dhp) du type Weibull (Feldpausch *et al.*, 2012).

$$H = a * \left(1 - e^{-\left(\frac{dhp}{b}\right)^c}\right) \quad (2)$$

Avec a, b et c les paramètres du modèle.

- Le diamètre à hauteur de la poitrine (dhp). C'est un diamètre mesuré par convention à 1,3 m du collet de l'arbre.

Dans le cadre du présent document, nous calculons le niveau de référence Carbone en prenant en compte tout d'abord les données en rapport avec les superficies des terres occupées par la forêt dans la ZIP.

2.3.2. Estimation du NERF dans la ZIP du projet *Miombo* au sud-est de la RDC

La prise en compte de ces trois variables (ρ , H et dhp) avec la densité moyenne (obtenue à partir des POM) conduit à l'estimation de la biomasse totale du réservoir aérien. La conversion de la biomasse totale en carbone se fera à partir d'un coefficient de conversion des biomasses qui est de 0,47 comme défini par le NERF au niveau national.

Nota Bene: En l'absence des données de caractérisation de la végétation, l'estimation de la biomasse a été réalisée avec seules les données obtenues des placettes permanentes.

3. Présentation des Résultats

3.1. Caractérisation de la structure de la végétation recensée dans placettes MRV

L'analyse de la végétation au sein des placettes a montré des situations bien différentes entre les axes.

Les placettes de Kete sont majoritairement dominées par *Brachystegia spiciformis*, *Pterocarpus angolensis* et *P. tinctorius*. La densité moyenne de peuplement est estimée à $298 \pm 89,2$ arbres/ha (CV=29,9%). Dans cette forêt, la densité varie entre 184 et 484 arbres/ha. Le dhp moyen revient à $26,3 \pm 8,9$ cm (CV=31,4%). Dans la canopée supérieure la moyenne de dhp calculée sur les 5 plus gros est égale à 85,5 cm. La hauteur maximale a été estimée à 26 m. Un total des 10 termitières ont été recensées dans les 4 ha des placettes permanentes à Kete.

La forêt de Kikonke est jeune, majoritairement dominée par les plantes appartenant aux espèces suivantes: *Uapaca nitida*, *U. kirkiana*, *Julbernardia paniculata* sur des sols relativement profond d'une part. Les espèces comme *Brachystegia boehmii*, *Parinari curatellifolia* et *Anisophyllea boehmii* apparaissent fréquemment sur des sols latéritiques d'autres parts. Le dhp moyen calculé sur les placettes installées est égal à $16,5 \pm 5,7$ cm (CV=17,4%). Dans la canopée supérieure la moyenne de dhp calculée sur les 5 plus gros est égale à 32,9 cm. Ceci montre que cette forêt est encore très jeune. La hauteur maximale des arbres ne dépasse pas les 10 m. Un total des 7 termitières ont été recensées dans les 4 ha des placettes permanentes à Kikonke.

La forêt du village Katanga est dominée par les *Pterocarpus angolensis*, *P. tinctorius* et les *Brachystegia spiciformis*. Le dhp moyen calculé sur les placettes installées est égal à $26,2 \pm 9,3$ cm (CV=35,5%). Dans la canopée supérieure la moyenne de dhp calculée sur les 5 plus gros est égale à 94,0 cm. La hauteur des arbres atteint un maximum de 24 m. Un total des 13 termitières ont été recensées dans les 4 ha des placettes permanentes au Village Katanga.

3.2. Etablissement du Niveau de Référence carbone dans la zone d'intervention du projet *Miombo* (ZIP) au sud-est de la RD. Congo

3.2.1. Estimation du NERF selon les axes

a) Notions de forêt dégradée et non dégradée pour la végétation du Haut-Katanga

La forêt claire peut être définie comme une formation végétale mixte avec une strate herbacée peu dense sous un peuplement forestier de 15 à 20 m de hauteur. Les arbres y ont les cimes jointives, les plus souvent étalées en parasol mais les feuillages sont légers, de sorte que l'ensemble est clair, voire lumineux. Sous strate dominante, la végétation arbustive est claire ou parfois inexistante. On y rencontre quelques *Baphia*, *Pterocarpus* et les *Combretum*. La strate herbacée souvent graminnée, par contre, est un tapis continu qui cache le sol dès la reprise des pluies pour disparaître avec l'incendie (Chidumayo, 1997). La densité de peuplement des forêts claires non dégradées peut atteindre les 450 arbres/ha (dhp \geq 10cm), avec une surface terrière variant autour de 20 – 22 m²/ha (Malaisse 1993).

Au vu de cette définition, une forêt claire dégradée peut être considérée comme présentant les caractéristiques suivantes :

- Densité de peuplement inférieure à 200 arbres/ha au cas où les arbres sont comptabilisés à partir de 10 cm de dhp.
- Le dhp moyen est inférieure à 20 cm,
- La hauteur moyenne des arbres est inférieure à 15 m
- La surface terrière moyenne est inférieure à 20 m²/ha
- Enfin, une forêt peut être considérée comme perturbée si les valeurs moyennes des variables biophysiques (dhp, hauteur, surface terrière, densité de peuplement, etc.) présente un coefficient de variation (CV) autour de 45%.

Le tableau ci-après montre de manière sommaire la densité de peuplement des arbres des trois types de végétations dans lesquelles nous avons installé les placettes permanentes.

Tableau 5: Caractéristiques des variables biophysiques relevées sur les placettes installées dans les trois villages de l'aire du projet *Miombo*

Villages	Nbre des placettes de 2500 m ²	Richesses floristique	Densité (n/ha)	dhp (cm)		Hauteur moyenne (m)	Hauteur totale (m)
				max	moyen		
Kete	16	52	298	85,5	28,3	17,8	26
Katanga	16	42	397	94	26,2	11,5	24
Kikonke	16	22	156	32,9	16,5	6,4	10

L'examen du tableau montre que la forêt de Kete est plus diversifiée. Toutes les variables biophysiques sont plus élevées à Kete que dans les deux autres groupes des placettes (Katanga et Kikonke). Selon la définition de la forêt basée sur la notion des variables biophysiques, la végétation de Kikonke est une forêt dégradée (dhp < 20 cm; Ht < 10 m et densité de peuplement < 200 arbres par ha)

b) Estimation du NERF dans les forêts dégradées et non dégradées

b.1. Estimation des superficies de forêt dans la ZIP

Selon le rapport de l'OSFAC, la forêt dégradée occupe une superficie totale de 1 746 094, 86 ha tandis que la forêt claire non dégradée 1 244 094,48 ha. On voit clairement que la superficie dégradée est plus importante que celle non dégradée. La densité de bois moyenne pour les arbres du *Miombo* tourne autour de 0,662.

Tableau 6: Cartographie des classes d'occupation du sol dans la zone du projet *Miombo* au Sud-Est de la RDC. Source : Rapport OSFAC (Juillet 2019) du PA signé avec la FAO

N°	Classes d'occupation du sol	Pixel Count	area (ha)	%
1	Plan d'eau	535916	48232,44	0,86
2	Zone anthropique	3960219	356419,71	6,33
3	Zone Savanicole	24889794	2240081,46	39,75
4	Forêt Claire dégradée	19 401 054	1 746 094,86	30,99
5	Forêt claire non dégradée	13 823 272	1 244 094,48	22,08
Total		62 610 255	5 634 922,95	100,00

b.2. Estimation de la biomasse (AGB) dans les trois dispositifs des placettes permanentes

L'estimation de la biomasse (AGB) dans la zone du projet a été réalisée sur une base grossière à partir des valeurs moyennes des variables biophysiques mesurées dans les placettes permanentes installées dans les trois villages de la zone du projet. Ainsi les résultats montrent des différences entre les AGB des placettes permanentes. Les placettes de Kete ont une grande biomasse et que les placettes de Kikonke ont une plus faible biomasse de l'ordre de 10 tonnes. Ceci montre clairement le fait que la forêt de Kikonke est très jeune.

L'AGB des forêts considérées comme non (ou moins) dégradée est de 145,6 tonnes par ha. Il s'agit des forêts de Kikonke et Katanga.

Tableau 7: Caractéristiques dendrométriques des placettes installées dans les villages de la zone du Projet *Miombo*

N°	Villages	n/ha	dhp moyen	Ht	WD	AGB moyen	AGB / ha	AGB tonnes/ha
1	Kete	302	23,3	24,8	0,662	482,20983	145627,37	145,6
2	Katanga	243	21,2	18,5	0,662	301,25875	73205,88	73,2
3	Kikonke	156	16,5	6,4	0,662	65,54397	10224,86	10,2

Dans ce tableau, nous pouvons dire que les placettes de Kete sont moins dégradées. Celles de Katanga pourraient correspondre à une forêt dégradée. Tandis que la forêt de Kikonke est une forêt jeune en pleine régénération.

3.2.2. Extrapolation du NERF carbone sur l'ensemble de la ZIP

Si nous considérons que la forêt de Kikonke est une forêt dégradée au vu des valeurs de ses variables biophysiques (voir point 3.2.1), nous pouvons extrapoler la biomasse de Kikonke à la superficie de la forêt dégradée calculée par l'OSFAC. Le même raisonnement est valable aussi pour la superficie des forêts non (ou moins) dégradées.

Par ailleurs, la conversion de la biomasse totale en carbone se fera à partir d'un coefficient de conversion des biomasses qui est de 0,47 comme défini par le NERF au niveau national.

Le résultat des calculs montre que la quantité de Carbone est estimée autour de 160 millions de carbone dans la zone d'intervention du projet. La forêt moins dégradée apporte environ 73,6% du carbone dans la zone du projet.

Tableau 8: Quantification du niveau de référence carbone par rapport aux deux variantes de forêts claires d'occupation du sol dans la zone d'intérêt du projet *Miombo*. Source des données : Rapport OSFAC (Juillet 2019) du PA signé avec la FAO

N°	Classes d'occupation du sol	area (ha)	AGB tonnes totales	NERF_C (tonnes)	%
1	Forêt Claire non dégradée	1 746 094,86	254 279 202	119 511 225,05	73,63
2	Forêt claire dégradée	1 244 094,48	91 075 031,2	42 805 264,67	26,37
Total				162 316 489,72	100,0

3.3. Monitoring Rapportage et Vérification dans la ZIP *Miombo* du Haut-Katanga

La déclinaison du concept MRV dans la zone d'intervention du projet *Miombo* nécessite l'obtention (i) des données d'activités, (ii) des données historiques et (iii) des données de végétation des placettes permanentes. Les données d'activités sont entre autres les moteurs de déforestation. Six moteurs de déforestation ont été identifiés lors du passage des experts de la DIAF au Haut-Katanga. Il s'agit de Carbonisation, Agriculture, Habitation/Urbanisation, Chemin de fer, Mines et Bois de chauffe (Voir le rapport DIAF du PA n°055/2019).

En outre, l'analyse diachronique des cartes de végétation prenant en compte les données d'activité a montré que la superficie forestière est passée de 5 308 871,59 ha à 3 917 581,38 ha entre 2000 et 2018 respectivement (DAIF-MEDD, 2019). Ceci correspond à une perte annuelle de 77 293,9 ha. En convertissant cette superficie de forêt perdue en équivalent carbone, on arrive à une perte d'environ 8 455 952,7 tonnes de biomasse, soit 3 974 297,75 tonnes de Carbone. Cette quantité de Carbone est celle de carbone émis dans l'atmosphère annuellement.

Le tableau suivant montre la répartition des émissions par moteur de déforestation. Il s'agit dans ce cas des émissions annuelles de C enregistrées durant la période de 2000 à 2018.

Le calcul des émissions naturelles dues à la dynamique de peuplement forestier (due à la mortalité naturelle) sera déterminé au fur et à mesure du suivi des placettes permanentes.

Le résultat du tableau xx montre que la Carbonisation a eu un impact de premier plan, suivi de l'agriculture. Le chemin de fer est le moteur qui impacte le moins la structure paysagère et la dynamique de la végétation forestière dans la ZIP.

Tableau 9: Estimation des moteurs de déforestation dans la ZIP et pondération de l'influence (%) dans la structure et la dynamique de peuplement forestier. Source : Rapport DIAF-MEDD PA n°055/2019 signé avec la FAO (DIAF-MEDD, 2019)

N°	Moteur de déforestation	Nombre de points	%	émissions de C en 18 ans	émissions annuelles
1	Carbonisation	51	42,15	1 675 117,23	93062,07
2	Agriculture	44	36,36	1 445 199,18	80288,84
3	Habitation/urbanisation	15	12,40	492 681,54	27371,20
4	Chemin de fer	1	0,83	32 845,44	1824,75
5	Mines	6	4,96	197 072,62	10948,48
6	Bois de chauffe	4	3,31	131 381,74	7298,99
Total		121	100	3974297,75	200 794,3

4. Difficultés rencontrées

Poser les bases du MRV et l'établissement du niveau des émissions de référence du Carbone a nécessité l'obtention des données. Les partenaires impliqués dans cette activité ont été OSFAC (Observatoire Satellital des Forêts d'Afrique Centrale), la DIAF (Direction des Inventaires et Aménagement Forestier) et la Faculté des Sciences agronomiques de l'Université de Lubumbashi.

Chaque partenaire devrait produire une base de données nécessaire pour rendre possible la détermination du NERF et MRV. Les difficultés rencontrées par l'UNILU dans la rédaction du NERF et MRV ont été les suivantes :

- Le retard dans l'exécution des missions de l'OSFAC et DIAF. En effet, ces deux partenaires sont arrivés à Lubumbashi avec environ 4 mois de retard chacun. L'effet cumulatif de ce retard a entraîné également un retard dans la mise à jour de leurs rapports conformément aux commentaires faits par l'UNILU. La version finale du rapport de la DIAF a été rendue au 25 février 2020. Cependant l'OSFAC n'a pas encore rendu la version finale de son rapport.
- La stratification des classes d'occupation des sols a été faite de manière très agrégée (ou grossière). Une telle approche n'a pas permis de calculer finement la quantité de carbone disponible dans chaque concession forestière de communauté locale (CFCL). Suite à cela, une estimation grossière de la quantité de carbone dans la ZIP a été faite dans le but de jeter les bases et donner une idée de l'existant. Et pourtant, les données désagrégées devraient alimenter la réflexion pour soutenir le plan simple de gestion individuel adapté à chaque CFCL.
- Le manque des données de structure de végétation dans les concessions forestières des communautés locales, pourtant indispensables pour l'estimation de la biomasse et son extrapolation à l'ensemble de la ZIP.
- Les indices de végétation (NDVI) trouvent leur utilité dans l'estimation de la biomasse également n'ont pourtant pas été calculés. Une analyse statistique allait être faite pour comparer les biomasses estimées par les deux méthodes afin de consolider l'approche méthodologique.
- Au jour d'aujourd'hui, un défis majeur demeure le manque de couverture de la ZIP par un système d'informations à référence spatiale (SIRF) autonome et reproductible, SIRF pourtant obligatoire afin de consolider le NERF.

5. Conclusion et suggestions

La détermination du niveau de référence des émissions de forêt (NERF) et le lancement du processus Monitoring Rapportage et Vérification (MRV) a été faite pour la Zone d'Intervention du Projet (ZIP) Miombo au sud-est de la RD Congo. Les estimations grossières ont montré que la biomasse dans la ZIP avoisinait les 162 316 489,72 tonnes de carbone (à partir des superficies de forêts faites par l'OSFAC). Sur une période de 18 ans, la forêt a perdu environ 11% de sa superficie totale (voir rapport DIAF). Le calcul des émissions annuelles de Carbone dans la ZIP s'élèvent à une moyenne de 200 794,3 tonnes de C.

Au vu de ces résultats, nous suggérons ce qui suit :

- ✓ En 2020 : L'UNILU se propose de refaire la stratification des classes d'occupation des sols (COS) dans le but de désagréger les unités de végétations en les rapportant à chaque CFCL de la ZIP. Il s'agira également de calculer les NDVI de toutes les unités de végétations qui seront identifiées lors de cette activité. Par ailleurs un travail important de caractérisation des variables biophysiques (indispensables pour le NERF) sera fait suivant un échantillonnage stratifié et aléatoire. Cet échantillonnage sera fait selon les forêts dégradées, moins dégradées, jeunes forêts en régénération, etc. De plus, l'UNILU est dans un processus de production des équations allométriques pour les forêts claires du Haut-Katanga. Une fois que ces équations seront disponibles, elles pourront être utilisées en remplacement de l'équation allométrique (4) de Chave.
- ✓ Pour être capables de détecter les changements dans l'occupation du sol des forêts Miombo / Sud Est du Katanga, il serait important de faire de travail sur base d'au moins trois périodes : 2000 (année de référence), 2010 (année intermédiaire) et 2018 (situation actuelle). C'est donc à ce prix que nous pouvons être à mesure de modéliser le carbone en rapport avec les données historiques et données d'activités.
- ✓ Pour parvenir à détecter les changements dans l'utilisation du sol des forêts Miombo / Sud Est du Katanga, les entités d'utilisation du sol qui représentent les éléments moteurs de la déforestation seront interprétées directement sur base des entités d'occupation du sol pour les trois dates de 2000, 2010 et 2018. Cette approche repose sur le lien étroit existant entre l'utilisation du sol et les données historiques ainsi que les données d'activités, et ce n'est qu'à cette condition que le carbone peut être strictement modélisé en rapport avec les données précitées.
- ✓ Sachant que la ZIP est élargie et que le changement n'est pas équitablement réparti, l'UNILU propose de faire varier l'échelle d'investigation liée à la résolution spatiale, afin de susciter l'émergence des structures d'intérêt qui détermineront les données historiques et d'activités qui constituent une base de la modélisation du carbone.
- ✓ Produire une version finale du NERF de l'aire du projet Miombo à la fin de l'année 2020.

6. Références Bibliographiques

- Baert G, Van Ranst E, Ngongo ML, Kasongo EL, Verdoodt A, Mujinya BB, Mukalay JM (2009) Guide des sols en République Démocratique Du Congo, Tome II: Description et données physico-chimiques de profils types. Lubumbashi, RDC.
- Chave J., Coomes D., Jansen S., Lewis S. L., Swenson N. G., & Zanne A. E. (2009) Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology letters* 12: 351–66.
- Chave, J. , Réjou-Méchain, M. , Búrquez, A. , Chidumayo, E. , Colgan, M.S., Delitti, W.B.C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W.A., Muller-Landau, H.C., Mencuccini, M., Nelson, B.W., Ngomanda, A., Nogueira, E.M., Ortiz-Malavassi, E., Pélissier, R., Ploton, P., Ryan, C.M., Saldarriaga, J.G. et Vieilledent, G. 2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10):3177-3190.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145:87-99.
- Falster, D. S., & M. Westoby. (2003) Plant height and evolutionary games. *Trends in Ecology & Evolution* 18: 337–343.
- Feldpausch, T.R., Rondon, M.A., Fernandes, E.C.M. and Riha, S.J. 2004. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications* 14: 164-176
- Frost P. (1996) The Ecology of Miombo Woodlands. In B. M. Campbell [ed.], *The Miombo in Transition : Woodlands and Welfare in Africa*, CIFOR. 266 p.
- ICESDF (2015) Rapport du Comité intergouvernemental d'experts sur le financement du développement durable. Publication des Nations Unies. New York. 71 p.
- Kottek M., Grieser J. Beck C. Rudolf B. and Rubel F. (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift* 15: 259–263.
- Malaisse F. (1997) *Se nourrir en forêt claire africaine : approche écologique et nutritionnelle*. Les presses agronomiques de Gembloux-CTA. 384 p.
- Maniatis D, Saint André L, Temmerman M, Malhi Y, Beeckman H, 2011. The potential of using xylarium wood samples for wood density calculations: a comparison of approaches for volume measurement. *iForest* 4: 150-159
- Mujinya BB, Mees F, Boeckx P, Bodé S, Baert G, Erens H, Delefortrie S, Verdoodt A, Ngongo M, Van Ranst E (2011) The origin of carbonates in termite mounds of the Lubumbashi area, D. R. Congo. *Geoderma* 165: 95–105.
- Muledi J, Bauman D, Drouet T, Vleminckx J, Jacobs A, Lejoly J, Meerts P, Ngoy Shutcha M (2016) Fine-scale habitats influence tree species assemblage in a miombo forest. *Journal of Plant Ecology*. 1-12 p. doi: 10. 1093/jpe/rtw104. (www.jpe.oxfordjournals.org)

- Muledi J.I. (2017) *Ecologie fonctionnelle et dendroécologie d'une forêt claire de la Plaine de Lubumbashi (Haut-Katanga ; République Démocratique du Congo)*. Thèse de doctorat. Université de Lubumbashi. 399 p.
- Muller-Landau, H.C. (2004) Interspecific and inter-site variation in wood specific gravity of tropical trees. *Biotropica*, 36, 20–32.
- Picard N. & Gourlet-Fleury S. (2008) *Manuel de référence pour l'installation de dispositifs permanents en forêt de production dans le bassin du Congo*. Commission des Forêts d'Afrique Centrale. CIRAD, 00339816, Version-19 Nov 2008. Département Environnements et Sociétés. UPR Dynamique des forêts naturelles. 270p
- Shirima D D., Munishi PKT, Lewis SL, Burgess ND, Marshall AR, Balmford A, Swetnam, R D., Mnkondo Zahabu E(2011) Carbon storage, structure and composition of miombo woodlands in Tanzania's Eastern Arc Mountains. *Afr. J. Ecol.* 49: 332–342.

Annexe.

Liste des espèces d'arbres du Miombo du Haut-Katanga affectés de leurs densités de bois.
Les valeurs des densités de bois surmontées d'un astérisque sont les mesures originales obtenues à partir des échantillons du Miombo du Haut-Katanga. Les

Espèces	Family	Densité de bois
<i>Acacia sieberiana</i> var. <i>woodii</i> (Burt Davy) Keay & Brenan	Fabaceae Mimosoideae	0,788
<i>Azalia quanzensis</i> Welw.	Fabaceae Deterioidea	0,716
<i>Albizia adianthifolia</i> (Schumach.) W. F. Wight	Fabaceae Mimosoideae	0,508
<i>Albizia antunesiana</i> Harms	Fabaceae Mimosoideae	0,521*
<i>Albizia versicolor</i> Welw. ex Oliv.	Fabaceae Mimosoideae	0,644
<i>Allophylus africanus</i> P.Beauv. var. <i>africanus</i>	Sapindaceae	0,45
<i>Anisophyllea boehmii</i> Engl.	Rhizophoraceae	0,73*
<i>Annona senegalensis</i> Pers.	Annonaceae	0,526*
<i>Antidesma rufescens</i> Tul.	Phyllanthaceae	0,55*
<i>Azanza garckeana</i> (F.Hoffm.) Exell et Hillc.	Malvaceae	0,732
<i>Bobgunnia madagascariensis</i> (Desv.) J.H.Kirkbr. & Wiersema	Fabaceae Faboideae	0,769*
<i>Boscia angustifolia</i> var. <i>corymbosa</i> (Gilg) DeWolf	Capparidaceae	0,598*
<i>Brachystegia spiciformis</i> Benth.	Fabaceae Deterioidea	0,652*
<i>Brachystegia taxifolia</i> Harms	Fabaceae Deterioidea	0,606
<i>Brachystegia wangermeeana</i> De Wild.	Fabaceae Deterioidea	0,607*
<i>Bridelia duvigneaudii</i> J.Léonard	Phyllanthaceae	0,662*
<i>Cassia abbreviata</i> Oliv. subsp. <i>abbreviata</i>	Fabaceae Deterioidea	0,603
<i>Combretum adenogonium</i> Steud. ex A.Rich.	Combretaceae	0,678*
<i>Combretum celastroides</i> subsp. <i>laxiflorum</i> (Welw. ex M.A.Lawson) Exell	Combretaceae	0,806
<i>Combretum collinum</i> Fresen. subsp. <i>gazense</i> (Swynn. & Baker f.) Okafor	Combretaceae	0,754*
<i>Combretum molle</i> R.Br. ex G.Don	Combretaceae	0,758
<i>Commiphora edulis</i> subsp. <i>boiviniana</i> (Engl.) J.B.Gillett	Burseraceae	0,646
<i>Commiphora glandulosa</i> Schinz	Burseraceae	0,351*
<i>Craterosiphon quarrei</i> Staner	Thymelaeaceae	0,528*
<i>Dalbergia boehmii</i> Taub.	Fabaceae Faboideae	0,595*
<i>Dalbergia nitidula</i> Welw. ex Bak.	Fabaceae Faboideae	0,787
<i>Dichrostachys cinerea</i> (L.) Wight et Arn. subsp. <i>nyassana</i> (Taub.) Brenan	Fabaceae Mimosoideae	0,99
<i>Diospyros abyssinica</i> (Hiern) F. White subsp. <i>abyssinica</i>	Ebenaceae	0,99
<i>Diospyros lycioides</i> Desf. subsp. <i>sericea</i> (Bernh.) de Winter	Ebenaceae	0,612*
<i>Diospyros mespiliformis</i> Hochst.	Ebenaceae	1,065*
<i>Diplorhynchus condylocarpon</i> (Müll. Arg.) Pichon	Apocynaceae	0,632*
<i>Ekebergia benguelensis</i> Welw. ex DC.	Meliaceae	0,508
<i>Erythrina abyssinica</i> (Hochst.) A. Rich.	Fabaceae Faboideae	0,426

<i>Erythrophleum africanum</i> (Welw.) Harms	Fabaceae Deterioidea	0,853
<i>Euclea racemosa</i> subsp. <i>schimperi</i> (A.DC.) F.White	Ebenaceae	0,633
<i>Euphorbia ingens</i> E.Mey. ex Boiss.	Euphorbiaceae	0,662
<i>Faurea rochetiana</i> (A.Rich.) Chiov. ex Pic. Serm.	Proteaceae	0,725
<i>Ficus ingens</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	0,508
<i>Ficus thonningii</i> Blume	Moraceae	0,432
<i>Garcinia buchananii</i> Baker	Clusiaceae	0,742
<i>Gardenia ternifolia</i> var. <i>jovis-tonantis</i> (Welw.) Aubrév.	Rubiaceae	0,662
<i>Gymnosporia senegalensis</i> (Lam.) Loes.	Celastraceae	0,688*
<i>Haplocoelum foliolosum</i> (Hiern) Bullock subsp. <i>foliolosum</i>	Sapindaceae	0,788
<i>Hexalobus monopetalus</i> (A. Rich.) Engl. et Diels var. <i>monopetalus</i>	Annonaceae	0,552*
<i>Homalium abdessammadii</i> De Wild.	Salicaceae	0,696
<i>Hymenocardia acida</i> Tul.	Phyllanthaceae	0,708*
<i>Hymenodictyon parvifolium</i> var. <i>fimbriolatum</i> (De Wild.) Verdc.	Rubiaceae	0,498*
<i>Julbernardia globiflora</i> (Benth.) Troupin	Fabaceae Deterioidea	0,727*
<i>Julbernardia paniculata</i> (Benth.) Troupin	Fabaceae Deterioidea	0,677*
<i>Lannea discolor</i> (Sond.) Engl.	Anacardiaceae	0,456
<i>Markhamia obtusifolia</i> (Bak.) Sprague	Bignoniaceae	0,595*
<i>Marquesia macroura</i>	Dipterocarpaceae	0,701*
<i>Monotes katangensis</i> De Wild.	Dipterocarpaceae	0,756*
<i>Multidentia crassa</i> (Hiern) Bridson & Verdc. var. <i>crassa</i>	Rubiaceae	0,702*
<i>Ochna puberula</i> N.Robs.	Ochnaceae	0,758
<i>Ochna schweinfurthiana</i> F.Hoffm.	Ochnaceae	0,62
<i>Pappea capensis</i> Eckl. et Zeyh.	Sapindaceae	0,883
<i>Parinari curatellifolia</i> Planch. ex Benth.	Chrysobalanaceae	0,571*
<i>Pericopsis angolensis</i> (Harms) Van Meeuw.	Fabaceae Faboideae	0,83*
<i>Philenoptera katangensis</i> (De Wild.) Schrire	Fabaceae Faboideae	0,72*
<i>Phyllocosmus lemaireanus</i> (De Wild. & T.Durand) T.Durand & H.Durand	Linaceae	0,733*
<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i> Pax var. <i>glabra</i>	Phyllanthaceae	0,635*
<i>Psydrax mutimushii</i> Bridson	Rubiaceae	0,763
<i>Pterocarpus angolensis</i> DC.	Fabaceae Faboideae	0,508*
<i>Pterocarpus tinctorius</i>	Fabaceae Faboideae	0,782*
<i>Rourea orientalis</i> Baill.	Connaraceae	0,662
<i>Salacia rhodesiaca</i> Blakelock	Celastraceae	0,76
<i>Schrebera trichoclada</i> Welw.	Oleaceae	0,801
<i>Securidaca longipedunculata</i> Fresen.	Polygalaceae	0,662
<i>Senna singueana</i> (Delile) Lock	Fabaceae Deterioidea	0,706
<i>Sterculia quinqueloba</i> (Garcke) K.Schum.	Sterculiaceae	0,536
<i>Strychnos cocculoides</i> Bak.	Loganiaceae	0,646
<i>Strychnos innocua</i> Del. subsp. <i>innocua</i>	Loganiaceae	0,657*
<i>Strychnos spinosa</i> Lam.	Loganiaceae	0,646
<i>Syzygium guineense</i> (Willd.) DC. subsp. <i>afromontanum</i> F.White	Myrtaceae	0,61
<i>Uapaca kirkiana</i> Müll. Arg.	Phyllanthaceae	0,577
<i>Uapaca nitida</i> var. <i>longifolia</i> (P.A.Duvign.) Radcl.-Sm.	Phyllanthaceae	0,576*
<i>Uapaca pilosa</i> var. <i>petiolata</i> P.A.Duvign.	Phyllanthaceae	0,575*
<i>Uvariastrum hexaloboides</i> (R.E.Fries) R.E.Fries	Annonaceae	0,61*

<i>Vangueria infausta</i> Burch.	Rubiaceae	0,689
<i>Vangueriopsis lanciflora</i> (Hiern) Robyns	Rubiaceae	0,662
<i>Vitex fischeri</i> Gürke	Lamiaceae Viticoideae	0,565
<i>Vitex madiensis</i> Oliv. subsp. <i>madiensis</i>	Lamiaceae Viticoideae	0,565
<i>Vitex mombassae</i> Vatke	Lamiaceae Viticoideae	0,764*
<i>Vitex payos</i> (Lour.) Merr. var. <i>payos</i>	Lamiaceae Viticoideae	0,633
<i>Zanthoxylum chalybeum</i> Engl.	Rutaceae	0,618
<i>Ziziphus mucronata</i> Willd. subsp. <i>rhodesica</i> R.B.Drumm.	Rhamnaceae	0,758
