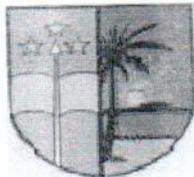


UNIVERSITE DE KISANGANI I
Faculté Des Sciences

**Département d'Ecologie et Gestion
des Ressources Végétales**



B.P. : 2012
KISANGANI

**Dynamique de *Julbernardia seretii* (De Wild.) Troupin
dans la parcelle permanente du bloc nord
de la réserve forestière de Yoko
(Ubundu, Province Orientale, RDC)**

Par

***Jean louis* BAGINYO BABIANGAMA**

Travail de fin d'étude

**Présenté et défendu en vue de l'obtention du
grade de Licencié en Sciences**

Option : Biologie

Orientation : Botanique

Directeur : Prof. Hyppolite NSHIMBA S-M.

Encadreur : C.T. Roger KATUSI L.

Année Académique : 2013-2014

DEDICACE

A toi, notre Père Ely Babiangama Abiba que la mort a aussitôt arraché de notre affection ; que votre âme repose en paix et que la terre de nos ancêtres vous soit douce et légère.

A notre mère Marie Bulo DJakalea ;

A toi notre grand père Matthieu Kagu ;

A toi mon fils Séraphin Ubibakasobee ;

A toi ma future épouse Clémentine Kapinga ;

Nous vous dédions ce travail, fruit de tant de labeur et privation.

REMERCIEMENTS

Dieu tout-puissant, le créateur de l'univers, maître de temps et des circonstances ; qui ne cesse de nous garantir sa bonté, son amour, sa grâce ainsi que sa miséricorde en nous promettant une vie meilleure et pleine de succès et de prospérité.

Au terme de ce travail de fin d'étude universitaire, qu'il nous soit permis d'exprimer notre sincère et reconnaissance envers tous ceux qui ont contribué à notre formation intellectuelle.

Nous exprimons notre profonde et sincère gratitude au professeur Hippolyte Nshimba Seya Wa Malale et au Chef de Travaux Roger Katusi Lomalisa pour avoir, respectivement, dirigé et encadré avec dévouement ce travail en dépit de leurs multiples occupations auxquelles ils devraient consacrer leurs temps.

Les mêmes sentiments s'adressent également à tous les corps académique et scientifique de l'Université de Kisangani, en général et de la Faculté des Sciences en particulier, de nous avoir admis au sein de ladite Faculté.

Nous remercions infiniment notre chère maman Marie Bulo pour tant de sacrifices endurés et dont le sens de responsabilité constitue pour nous, une source d'encouragement.

Nos remerciements s'adressent également à notre grand-père Matthieu Kagu et ses épouses Hélène Kumbasi et Dety Banzongama à travers leurs conseil et soutien qui, nous ont permis de retrouver l'espoir qui s'envolait suite à la mort brutale de notre cher Papa Elie Babiangama.

A nos frères et sœurs Janvier Babiangama et ses épouses : Théthé Bumuwa, Suzanne Abukay et Madelaine Gode ; Elysée Amboko et son époux Boni Ndesotane ; Michel Fala et son épouse Dety Bunangana ; Suzanne Nembila ; Marie Bulo et son époux Mambanya ; Davin Bekiyono, Moïse Atama, Hélène Imama, Angel Awobungama et son époux Jean-Pierre Mbohi ; Lucie Neleke, Patrick Babiangama, Christophe Bakundatane, Denis Abogiya, Freddy Benginda, Denis Bapee, Tina Baya, Benjamin Bambiakutaa, Micheline Kubongu, Christine Nadako, Shay, Olivier Amomaka dont l'esprit fraternel nous a permis une bonne collaboration.

Les mêmes sentiments s'adressent à tous les membres de la famille Babiangama et Kagu, en particulier papa cadet Emmanuel Mwamuno et ses épouses José Basamoya et Elysée Madelemu, tante Imama, Oncle Freddynard Asiane et son épouse Régine Abogiya, mère cadette Clémentine Neyobesu, Tina Imbianiya, Oncle Davin Ndimbolo, grand-père Joseph Bobebo qui nous ont accompagné matériellement, moralement et financièrement dans l'achèvement de cette œuvre.

Nos remerciements vont tout droit à tous nos condisciples de la promotion chacun par son nom. Particulièrement Dieu-merci Opemeatoa et Ladislas Kasereka pour leur soutien logistique.

Nos remerciements s'adressent également à nos compagnons de terrain, avec qui, nous avons bravés la chaleur et l'humidité, au milieu des insectes dans la forêt, nous pensons à Serge Kambale, Timothée Masangu, Béatrice Kaswera et Kambale Mastaki.

Enfin, pour tout et en tout, nous remercions vivement notre future compagne Clémentine Kapinga qui nous soutient et croit en un avenir meilleur que nous voulons partager ensemble.

RESUME

Etude de la dynamique de *Julbernardia seretii* (De Wild.) Troupin dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province Orientale, R.D. Congo).

L'objectif général poursuivi dans le cadre de ce travail est de connaître la structure, l'accroissement diamétrique et la quantité de la biomasse produite 5 ans après la première campagne de mensuration effectuée en 2008 ainsi que le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation.

L'inventaire a été faite dans une parcelle permanente de 9 ha située dans le bloc nord du dispositif permanent de Yoko, à l'intérieur de laquelle tous les individus de *Julbernardia seretii* à $d_{hp} \geq 10$ cm ont été mesurés à 1,30 m du sol ou au dessus de contreforts matérialisée par deux bandes peintes en rouge durant la première campagne en 2008 et positionnés par les coordonnées x, y et la deuxième campagne faite en 2013, consiste à remesurer les mêmes individus et aux mêmes endroits.

Le bilan démographique montre que le taux de recrutement (0,38 %) est inférieur à celui de mortalité (1,79 %), ce qui conduit à une réduction du nombre d'individus dans le peuplement, passant de 104 à 95 individus en 5 ans.

Les accroissements diamétriques moyens sont de $0,38 \pm 0,07$ cm/an avec la valeur maximale de 1,07 cm/an et la minimale de 0,08 cm/an.

La surface terrière totale est passée de 0,9879 m²/ha en 2008 à 1,0844 m²/ha en 2013.

La biomasse totale produite est passée de 14,5897 t/ha en 2008 à 16,2036 t/ha en 2013, soit un gain annuel de 0,4403 t/ha. La quantité de carbone séquestrée est passée de 7,2949 t/ha en 2008 à 8,1018 t/ha en 2013, soit un gain annuel de 0,2202 t/ha.

Après une rotation de 25 ans, l'espèce se reconstitue bien quelque soit le taux de prélèvement utilisé.

Mots clés : Dynamique, reconstitution et évolution du stock de Carbone, *Julbernardia seretii*, parcelle permanente, bloc Nord, Yoko.

SUMMARY

Study of the dynamics of *Julbernardia seretii* (De Wild.) Troupin in the permanent plot in the North of Yoko Forest Reserve (Ubundu, Oriental Province, DR Congo)

The general objective of this work is to know the structure, the diametric growth, and the quantity of biomass produced 5 years after the first campaign of measurement made in 2008, and the regeneration rate of the species after the first exploitation.

The inventory was made in a 9 ha permanent plot, located in the northern bloc of the permanent apparatus of Yoko, within which all the *Julbernardia seretii* individuals with $d_{hp} \geq 10$ cm were measured at 1.30 cm from the ground or above buttresses illustrated by two strips painted in red during the first campaign in 2008 and positioned by two coordinates x , y , and the second campaign, made in 2013, consists in measuring the same individuals at the same locations.

The geographic assessment shows that the recruitment rate (0.38%) is inferior to the mortality rate (1.79%), which leads to reduction of the number of individuals in the population, shifting from 104 to 95 individuals in 5 years.

The average diametric growth is of 0.38 ± 0.07 cm/year with a maximal value of 1.07 cm/year and a minimal value of 0.08 cm/year.

The total ground surface shifted from 0.9879 m²/ha in 2008 to 1.0844 m²/ha in 2013.

The total biomass produced shifted from 14.5897 t/ha in 2008 to 16.2036 t/ha in 2013, that is an annual profit of 0.4403 t/ha. The quantity of carbon sequestered shifted from 7.2949 t/ha in 2008 to 8.1018 t/ha in 2013, that is an annual profit of 0.2202 t/ha.

After a rotation of 25 years, the species regenerates regardless of the exploitation rate.

Key words : Dynamics, regeneration and evolution of the carbon stock, *Julbernardia seretii*, permanent plot, North block, Yoko.

TABLE DES MATIERES

Dédicace

Re mercements

Résumé

Summary

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I : INTRODUCTION	1
1.1. Cadre scientifique du travail	1
1.2. Problématique	2
1.3. Hypothèses	3
1.4. Objectifs	3
1.4.1 Objectif général	3
1.4.2 Objectifs spécifiques	3
1.5. Intérêt du travail	4
1.6. Généralités sur l'espèce <i>Julbernardia seretii</i> (Tailfer, 1989)	4
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES	6
2.1. Milieu d'étude	6
2.1.1. Situation administrative et géographique	6
2.1.2. Facteurs Abiotiques	7
2.2. Facteurs biotiques	8
2.2.1. Végétation	8
2.2.2. Activités anthropiques	8
2.3. Matériel et méthodes	8
2.3.1. Plan du dispositif	8
2.3.2. Protocole de prise des données	10
2.3.3. Analyse des données	10
2.3.4. Traitements statistiques	13
CHAPITRE III : RESULTATS	14
3.1. Taux de recrutement	14
3.2. Taux de mortalité naturelle	14
3.3. Accroissement annuel moyen (AAM)	14
3.3.1. Accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre	15
3.3.2. Accroissement annuel moyen en fonction du statut (dominés, co-dominants et dominants)	15
3.4. Structure diamétrique	16
3.5. Surface terrière	17
3.6. Quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré entre 2008-2013	18

3.6.1. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre	18
3.6.2. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction du statut	19
3.7. Taux de reconstitution	20
CHAPITRE IV : DISCUSSION	23
CHAPITRE V : CONCLUSION ET SUGGESTIONS	26
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	27
ANNEXES	

CHAPITRE PREMIER : INTRODUCTION

1.1. Cadre scientifique du travail

Les forêts constituent l'un des grands trésors biologiques à cause de multiples espèces animales et végétales qu'elles regorgent. Elles occupent une place capitale dans la vie de l'homme en général tant sur le plan local qu'international. Les forêts tropicales présentent environ 47% de la superficie forestière mondiale, soit 1,8 milliards d'hectares réparties inégalement sur les trois continents : 28% en Afrique, 18% en Asie et 53% en Amérique (FAO, 2001).

La forêt congolaise représente une importance à la fois du point de vue de la biodiversité et de la lutte contre le changement climatique, qui regorge des nombreuses espèces végétales et animales avec un taux élevé d'endémisme (Boyemba, 2006). Elle est également sollicitée sur le plan local à travers les nombreuses fonctions vitales pour l'homme.

Elle fournit de la nourriture, fruits, noix et viande pour les populations qui vivent à proximité. Elle fournit également des matériaux de construction et des produits médicaux utilisés localement ainsi que du bois pour l'exportation. Une forêt intacte stabilise le sol, réduit l'érosion et produit de l'eau potable. La beauté, la diversité et rarement les espèces vivant dans cette forêt attirent les touristes et scientifiques du monde entier, et sont à l'origine des traductions culturelles uniques des peuples du bloc forestier (Mbumba, 1998).

Le Congo recèle donc une richesse extraordinaire à préserver dans l'intérêt de l'humanité tout entière ; d'où, la nécessité d'une gestion durable des écosystèmes forestiers, la connaissance des essences qui les constituent est d'une importance capitale pour une utilisation rationnelle des ressources naturelles renouvelables en vue d'un développement économique et social de l'homme. En effet, les problèmes forestiers et environnementaux exigent d'être traités désormais en tenant compte des besoins humains, en les intégrant aux problèmes du monde rural. (Mbumba, 1998).

1.2. Problématique

Dans un contexte de changements globaux où les forêts tropicales humides sont au cœur de l'attention (rôle dans le cycle du carbone, réservoir de biodiversité...), les stratégies de gestion à long-terme des forêts nécessitent de mieux comprendre les différents processus de la dynamique forestière. La détermination et la caractérisation des processus fondamentaux de la dynamique forestière (mortalité, recrutement, croissance) sont cruciales pour la modélisation et la gestion des peuplements forestiers. En particulier, il est primordial de caractériser et de modéliser la croissance au niveau des arbres et du peuplement. (Madelaine, 2009).

En République Démocratique du Congo (RDC), les forêts sont menacées par des exploitations illégales qui ne se soumettent pas au respect des normes d'exploitation à impact réduit (NEIR) qui portent sur l'environnement forestier ainsi que sur les diamètres minimum d'exploitation (DME) fixés par l'administration forestière. Or, la connaissance de la dynamique forestière est nécessaire pour le maintien de la ressource, et passe par la compréhension des mécanismes de son renouvellement (Nyembo, 2012).

En République démocratique du Congo, la connaissance en matière de la dynamique des populations d'arbres est peu connue, alors que le pays vient de s'engager sur la voie de valorisation de ses ressources forestières ; d'où, le plan d'aménagement forestier s'avère très important. La gestion des peuplements en cause exige de pouvoir prédire à long terme le renouvellement et la qualité du stock exploitable. Pour cela, il est nécessaire de mieux cerner les processus écologiques qui déterminent la dynamique de la régénération des espèces (Shaumba, 2009).

L'installation en 2007 du dispositif permanent à Yoko par le programme de relance de la recherche agricole et forestière en République Démocratique du Congo (REAFOR) s'inscrit dans cette démarche de compréhension des processus des structures, accroissements diamétriques et l'évolution de stock de carbone par les différentes espèces des forêts tropicales hétérogènes.

En effet une estimation de l'accroissement moyen a pour conséquence, une sous estimation du temps de passage réel, est donc une augmentation exagérée du pourcentage de reconstitution mais aussi une sous estimation de l'accroissement induirait également une sous estimation du taux de reconstitution (Isetcha, 2013).

1.3. Hypothèses

En tenant compte de l'accroissement diamétrique moyen en fonction des classes de diamètre, des hypothèses suivantes ont été émises, entre autres :

- La surface terrière occupée par les individus de *Julbernardia seretii* en 2008 est significativement différente de celle occupée par les mêmes individus en 2013;
- La quantité de la biomasse produite et celle de carbone séquestré à la première mensuration (2008) sont différentes de celles de la seconde mensuration (2013) ;
- D'après l'administration forestière de la RDC fixant le diamètre minimum d'exploitabilité (DME) à 60 cm et le temps de rotation à 25 ans, on suppose que l'espèce se reconstitue bien pendant le temps imparti après la première exploitation

1.4. Objectifs

1.4.1. Objectif général

L'objectif général poursuivi dans le cadre de ce travail est de connaître la structure, l'accroissement diamétrique et la quantité de la biomasse produite 5 ans après la première campagne de mensuration effectuée en 2008 ainsi que le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation.

1.4.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis :

- Evaluer la variation de la surface terrière entre $t_1 - t_2$ dans la parcelle permanente du bloc nord de Yoko ;
- Evaluer la variation de carbone et de la biomasse $t_1 - t_2$;
- Taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation dans un biotope où cette espèce serait exploitable.

1.5. Intérêt du travail

Le présent travail contribue à la connaissance de l'accroissement diamétrique de *Julbernardia seretii*, de la quantité de la biomasse produite, l'estimation du stock de carbone séquestrée ainsi que la reconstitution de ladite espèce.

1.6. Généralités sur l'espèce *Julbernardia seretii* (Tailfer, 1989)

Nom botanique : *Julbernardia seretii*

Dénomination commerciale : Mubangu, (Andoung)

Les noms vernaculaires : en RDC : Alumbi (Swahili), Boito (Likete), Lilowe (Turumbu), Bokoko (Bambesa), Bomanga Wangombo (Basankusu), Eko, Womango (Mobwasa), Kua (Zande), Mookoro (Kisongola), Mubangu mufike (Luba), Musoke (Kirega), O'mbile (Kikusu), Owaego (Kitetela), Ongowa (Kitetela), Ongowa (Kibudu)

Au Cameroun : Ekop blanc, man ekop

Au Gabon : Andoung, Ebiaraminkoul, Mbangandourgou

Caractères distinctifs

Arbre de première grandeur à fût droit et cylindrique atteignant 1,70 m de diamètre, 20 m de longueur ; pied muni de puissants accotements dressés jusqu'à 3 m. Cime ombelliforme largement étalée, à couvert régulièrement réparti ; écorce gris-clair, d'apparence lisse, dure se desquament tardivement ; le tronc à tranche ocre virant au rouge vineux, épaisse (2 cm) et fibreuse (figure 1.1) ; bois brun rouge-claire, à cernes noirâtres, très dur, utilisé en ébénisterie, menuiserie, décoration et déroulage.

Feuilles composées paripennées de deux à quatre paires des folioles elliptiques de 6 à 20 cm de long, marqués des ponctuations translucides ; Fleurs petites, parfumées, de type cinq, à pétales médians blanc de 1,5 cm réunies en panicules ;

Fruit : gousse plate, oblongue de 12 à 20 cm de long, obtuse au sommet et déhiscence en deux en valves.



Figure 1.1 : Tranche sur le tronc de *Julbernardia seretii*

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

2.1.1. Situation administrative et géographique

Le présent travail a été effectué dans la réserve forestière de Yoko, un site se trouvant dans le massif forestier du bassin du Congo, et plus particulièrement en République Démocratique du Congo à une trentaine de kilomètres de la ville Kisangani située à l'Est du bassin du Congo (Figure 2.1). Elle se trouve dans le groupement Kisesa, collectivité de Bakumu-Mangongo, territoire d'Ubundu, district de la Tshopo dans la province Orientale (Lomba et Ndjele, 1998)

Elle est baignée par la rivière Yoko qui la subdivise en deux parties, bloc Nord avec une superficie de 3370 ha et bloc Sud avec 3605 ha ; soit une superficie totale de 6975 ha. Elle est une propriété privée de l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature conformément à l'ordonnance-loi n°75-023 de juillet 1975 portant création d'une entreprise publique de l'Etat chargée de gérer certaines institutions publiques environnementales telle que modifiée et complétée par l'ordonnance-loi n°78-190 du 5 mai 1988 (Lomba, 2007).

Ce site a été mis en place dans le cadre de deux projets, REAFOR et DYNAFOR, portant sur la dynamique des forêts naturelles. Un centre scientifique a été construit non loin du site d'étude dans le village de PK32 sur la route Ubundu.

La réserve forestière de Yoko est délimitée au nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, au Sud et à l'Est par la rivière Biaro qui forme une boucle en suivant cette direction, à l'Ouest par la voie ferrée et la route reliant Kisangani à Ubundu le long de laquelle s'étend des points kilométriques 21 à 38, elle se situe à 0° 17' latitude N et 25° 17' longitude Est. L'altitude de la zone oscille autour de 400 m (Boyemba, 2006 ; Katusi, 2009).

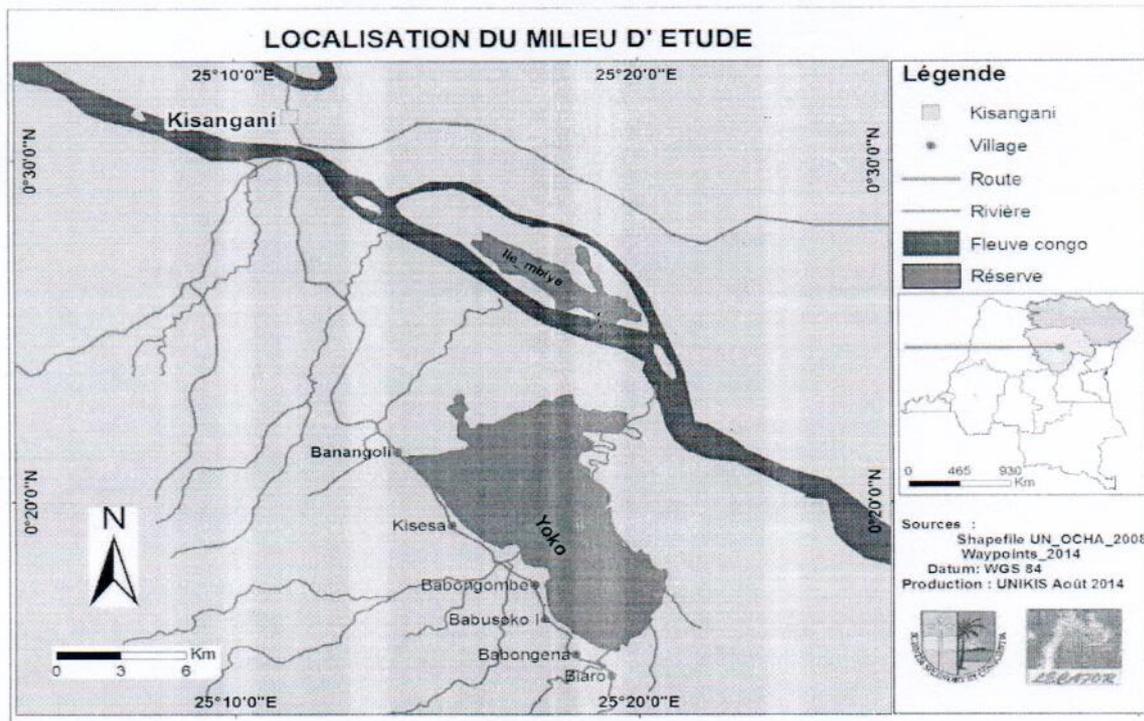


Figure 2.1 : la localisation de la réserve forestière de Yoko
(Source : Laboratoire d'Ecologie et Aménagement Forestier « LECAFOR », 2014).

2.1.2. Facteurs Abiotiques

2.1.2.1. Facteur climatique

Etant à la périphérie de Kisangani, elle jouit globalement du climat équatorial de la ville de Kisangani de type Af de la classification de Köppen (Bultot, 1977 cité par Ifuta, 1993) où il pleut pratiquement tous les mois de l'année.

La moyenne des précipitations est élevée toute l'année, mais leur répartition n'est nullement uniforme : 1728,4 mm (minimum : 1417,5 mm et maximum : 1915,4 mm). La moyenne des précipitations du mois le plus sec oscille autour de 60 mm ; l'humidité relative moyenne annuelle est également élevée, (soit 82 %) (Nshimba, 2008). Du point de vue thermique, les températures moyennes oscillent entre 23,5 °C et 25,3 °C, soit une amplitude thermique annuelle faible de 1,8 °C (Upoki, 2001) et la moyenne des températures du mois le plus froid est supérieure à 18 °C.

2.1.2.2. Sol

Les sols de la Réserve Forestière de Yoko sont de types ferrallitiques rouge-ocre (Kombele, 2004 ; Boyemba, 2007), ou encore appelés ferralsols (classification de la FAO)

soit Oxisols (classification de l'USDA) et sont caractérisés par leur épaisseur considérable et une coloration rouge à jaune, le *pH* acide ($pH < 6$) (Sys, 1960).

2.2. Facteurs biotiques

2.2.1. Végétation

La végétation de la zone du dispositif permanent de 400 ha est essentiellement constituée de deux ensembles : un ensemble regroupant les forêts à *Fabaceae/Caesalpinioideae*, comprenant des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* qui forme un peuplement plus ou moins pur ; et un autre ensemble des forêts à *Scorodophloeus zenkeri* également constitué d'essences héliophiles ou semi-héliophiles issues probablement de l'anthropisation de la zone ; on y rencontre en général les essences telles qu'*Entandrophragma spp*, *Guarea spp*, *Pericopsis elata*, *Strombosia grandifolia*, etc. (Batsielili, 2008).

2.2.2. Activités anthropiques

La Réserve Forestière de Yoko a connu une forte dégradation de sa biodiversité suite à une forte pression anthropique et la guerre qui a sévi dans le pays depuis 1996, ayant empêché les activités de conservation, amplifié le braconnage et l'exploitation illégale de bois d'œuvre ainsi que la pratique de l'agriculture itinérante sur brûlis.

2.3. Matériel et méthodes

2.3.1. Plan du dispositif

Le dispositif de Yoko comprend un dispositif permanent de 400 ha divisé en deux blocs formant un « L ». Le premier bloc, dénommé « bloc nord », constitue la barre verticale de « L », qui est un rectangle orienté au nord-sud avec une superficie de l'ordre de 2000 m x 1000 m et le deuxième bloc, dit « bloc sud », constitue la partie horizontale de « L » qui a une superficie de l'ordre de 1000 m x 2000 m.

Dans ce dispositif, sont installées deux parcelles permanentes de 9 ha chacune, l'une dans le bloc nord et l'autre dans le bloc sud. La récolte de données a été faite sur la parcelle permanente du bloc nord (Figure 2.2).

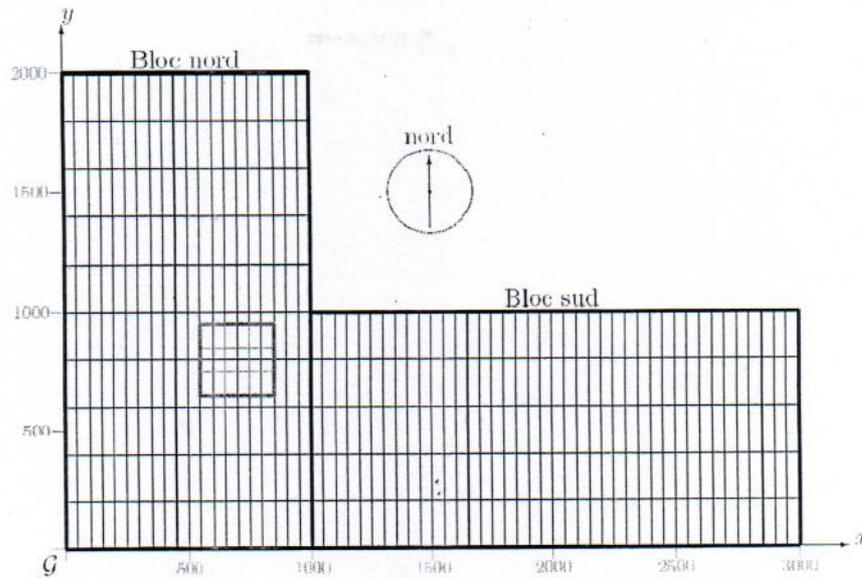


Figure 2.2 : Schéma de la zone d'étude avec des layons existants et la position de la parcelle permanente de 9 ha du bloc nord en rouge (Source Picard et Gourlet-Fleury, 2008)

La parcelle permanente comprend 9 carrés d'un hectare subdivisés chacun en 100 placettes de 10 m x 10 m. (Lomba, 2011 ; Nyembo, 2012). Dans chaque carré, l'inventaire se faisait en directions est-ouest suivant l'axe x et nord-sud suivant l'axe d'y. (Figure 2.3)

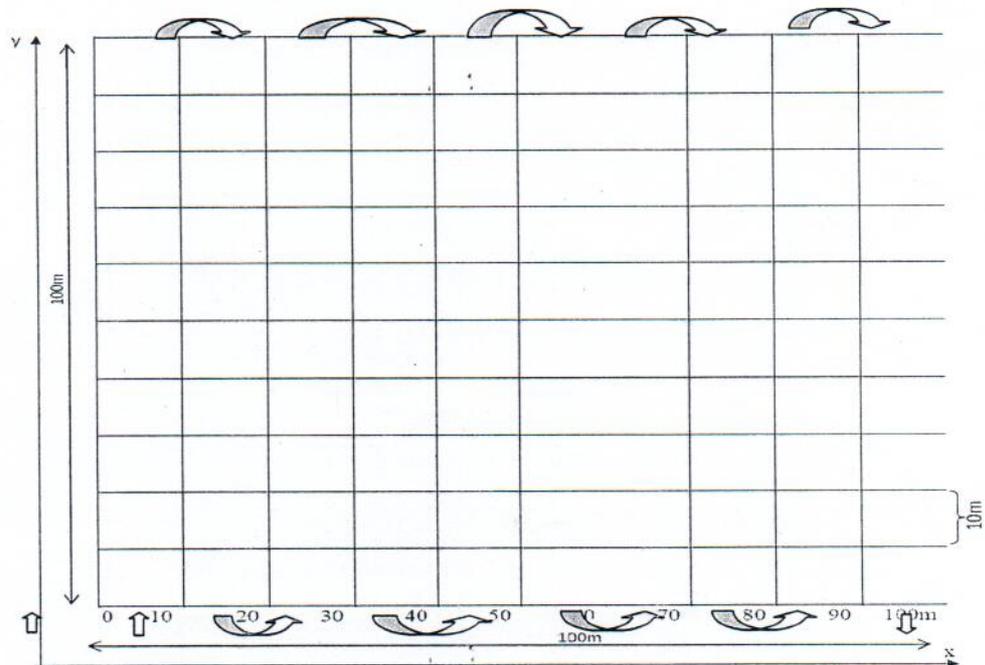


Figure 2.3 : Parcelle de 1 ha subdivisé en 100 placettes de 10 m x 10 m.

2.3.2. Protocole de prise des données

Dans chaque carré, la circonférence de différents individus a été mesurée en 2008 à 1,30 m au dessus du sol et matérialisée par deux traits en peinture rouge durant la première campagne et la seconde campagne faite en 2013, consistait à remesurer la circonférence au même endroit et à la même hauteur. Les tiges non retrouvées ont été considérées comme mortes.

2.3.3. Analyse des données

2.3.3.1. Le taux recrutement

Le recrutement est le passage d'un individu non recensé lors de la campagne d'inventaire précédente vers le diamètre de pré-comptage (dc) qui est de 10 cm (Picard & Gourlet-Fleury, 2008).

Le taux de recrutement (TR) est le rapport entre le nombre d'arbres recrutés entre l'année t_1 et t_2 et le nombre total d'arbres vivants au temps dont le diamètre est supérieur à celui de recrutement (dc), (Bedel & al., 1998, SPIAF, 2007). Il est calculé par la formule:

$$\text{Taux de recrutement annuel (\%)} = 100 \times \left(\frac{N_{t1, t2}}{N_{t1}} \right) / \Delta t$$

Où $N_{t1, t2}$: effectifs des recrutés entre les années t_1 et t_2 ; N_{t1} : effectifs à l'année t_1 et $\Delta t = t_2 - t_1$

2.3.3.2. Le taux de mortalité

Le taux de mortalité (TM) est le rapport de la densité des arbres constatés morts l'année t sur la densité des arbres adultes dont le diamètre de l'année t est supérieur au diamètre de recrutement. Il se calcul par la formule ci-après (Bedel & al., 1998 ; Durrieu de Madron & al., 1998a, SPIAF, 2007) :

$$\text{Taux de mortalité annuel (\%)} = 100 \times \left[1 - \left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{(1/t)} \right]$$

Avec t : durée de la période de calcul, N_0 : effectif de départ, N_t : effectif des survivants de la population de départ après t années. Les arbres recrutés ne sont pas pris en compte.

2.3.3.3. Taux de prélèvement

Le taux de prélèvement est le rapport entre la somme des arbres exploités sur le total des arbres initialement présent avant l'exploitation (SPIAF, 2007).

$$\text{Taux de prélèvement (\%)} = 100 \times \frac{\text{Arbres exploités}}{\text{Total des arbres à dhp} \geq 60 \text{ cm avant exploitation}}$$

2.3.3.4. Accroissement annuel moyen (Δd)

Les circonférences mesurées en 2008 et 2013 sont utilisées pour le calcul des accroissements. Le dbh (diameter at breast height, diamètre à 1,30 m) est calculé à partir de la circonférence. Ainsi, l'Accroissement diamétrique entre deux inventaires est la différence entre le diamètre de l'année t_2 et le diamètre l'année t_1 d'un arbre donné (Favrichon et Gourlet-Fleury, 1998).

$$\Delta d (\text{annuel}) = \frac{(d_{t_2} - d_{t_1})}{t_2 - t_1}$$

Où d = diamètre à la hauteur de poitrine et t = année, avec t_1 et t_2 respectivement l'année initiale et l'année finale de prise des mesures.

En surface terrière, l'accroissement est la différence entre la surface terrière de l'année t_2 et la surface terrière de l'année t_1 pour un peuplement (valeur ramenée à l'hectare). Dans les deux cas, ces accroissements sont représentés par la moyenne et l'écart-type des accroissements calculés par classe de diamètre et/ou par statut social.

2.3.3.5. Surface terrière

La surface terrière est la section de l'arbre mesurée à la hauteur de la poitrine, c'est-à-dire à 1,30 m au-dessus du sol. Elle a comme unité, mètre carré par ha (m^2/ha) et est calculée par la formule suivante :

$$ST = \pi \times (\text{DHP}^2)/4 \text{ (Gounot, 1989)}$$

2.3.3.6. Biomasse aérienne et équations allométriques

Elle correspond à la masse de matière végétale ligneuse sèche par unité de surface. La biomasse aérienne totale en bois se répartit en biomasse aérienne du tronc et biomasse aérienne du houppier (branches). L'estimation de la biomasse aérienne des arbres

s'est faite à partir des équations allométriques en intégrant les paramètres dendrométriques issus de l'inventaire forestier comme indiqué :

1. $d = \exp(-1,499 + 2,148 \cdot \text{LN}(\text{DHP}) + 0,207 \cdot (\text{LN}(\text{DHP}))^2 - 0,0281 \cdot (\text{LN}(\text{DHP}))^3)$; domaine de validité : $5 \text{ cm} < \text{dhp} < 156$ (Chave et al., 2005).

1. $\text{Exp}(-2,289 + 2,649 \cdot \text{LN}(\text{DHP}) - 0,021 \cdot \text{LN}((\text{DHP})^2))$; Domaine de validité : pour les forêts humides (1500 – 4000 mm de pluie) et un diamètre maximum de 148 cm (Timothy et Brown, 2005).

Où **d** : densité de l'arbre et **DHP**: Diamètre à la hauteur de la poitrine. En ce qui concerne l'espèce *Julbernardia seretii*, la densité (d) est égale à 0,69 g/cm³ (Loupe et al., 2008)

2.3.3.7. Le calcul du Stock de carbone (C)

Le calcul du stock de carbone forestier se fait en multipliant la matière sèche de la biomasse aérienne par un facteur de conversion (CF) qui est égal à 0,5. (Thimoty et Brown, 2005).

$$C = \text{Biomasse} \times 0,5 \text{ ou } C = \text{Biomasse}/2$$

2.3.3.8. Indices de reconstitution

La reconstitution des peuplements forestiers et de leur potentiel exploitable est appréciée, pour chaque essence, par l'indice de reconstitution. Cet indice doit être calculé sur des effectifs prélevés. Ils constituent les rapports entre les effectifs exploitables en deuxième exploitation et ceux exploités en première exploitation. On fait alors dans ce cas l'hypothèse qu'une première exploitation a eue lieu immédiatement après l'inventaire.

Les indices de reconstitution obtenu ne chiffrent pas la reconstitution réelle entre la dernière et la prochaine, mais donne une idée du renouvellement de la ressource entre une exploitation qui a eu lieu à la date d'inventaire d'aménagement et une exploitation effectuée, une rotation plus tard.

Le calcul de l'indice de reconstitution se base sur les résultats de l'inventaire d'aménagement (distribution des effectifs par classe de diamètre et par essence de la série de production de la matière ligneuse) et sur une modélisation de l'évolution des peuplements forestiers. Elle est calculée à partir de la formule suivante (SPIAF, 2007) :

$$\% \text{ Re}(t) = \frac{N_0 (1 - \sigma)(1 - \alpha)^t}{N_p} \times 100$$

Avec % Re(t) = pourcentage de reconstitution du nombre de tiges initialement exploitables (\geq DME) au temps t ; N_0 = effectifs qui aura dépassé 60 cm de diamètre (ou diamètre considéré) en 25 ans (arbres d'avenir) ; N_p = nombre de tiges de diamètre supérieur à 60 cm; σ = taux de mortalité annuelle; α = taux de dégâts dus à l'exploitation (10%) ; et t = temps de passage, soit 25 ans.

2.3.4. Traitements statistiques

Les données ont été saisies sur Microsoft Excel et ce dernier, nous a permis d'établir les histogrammes ainsi que les différents tableaux et de calculer la surface terrière, les moyennes et les écart-types de notre échantillon.

Le logiciel R nous a permis d'établir certaines figures et de faire les tests t -Student pour comparer la surface terrière, la biomasse produite et le carbone séquestré entre les deux années (2008 et 2013), d'ANOVA pour comparer la biomasse produite et le carbone séquestré en fonction du statut des arbres (dominant, co-dominant et dominés), non paramétriques de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissement diamétriques en fonction des classes de diamètre et de Khi-carré (χ^2) pour comparer la structure diamétrique entre les deux années (2008 et 2013).

CHAPITRE TROISIEME : RESULTATS

Au total, 104 individus ont été mesurés pendant la campagne de 2008 tandis qu'en 2013, 95 individus survivants seulement ont été mesurés pendant la deuxième campagne.

3.1. Taux de recrutement

Le tableau 3.1 montre qu'après 5 ans, 2 individus ont été recrutés, soit un taux de recrutement de 0,38 %.

Tableau 3.1 : Taux de recrutement des individus de *Julbernardia seretii*

Espèce	Effectif initial	Recruté (5ans)	Taux de recrutement annuel (%)
<i>Julbernardia seretii</i>	104	2	0,38

3.2. Taux de mortalité naturelle

Après 5 ans, le tableau 3.2 montre que, 9 individus sont morts sur un total de 104 individus inventoriés en 2008, soit un taux de mortalité naturelle de 1,79 % en 2013

Tableau 3.2 : Taux de mortalité naturelle des individus de *Julbernardia seretii*

Espèce	Effectif initial	Morts (5ans)	Taux de mortalité naturelle (%)
<i>Julbernardia seretii</i>	104	9	1,79

3.3. Accroissement annuel moyen (AAM)

Après 5 ans, le tableau 3.3 montre que, les accroissements annuels moyens des individus de *Julbernardia seretii* sont de $0,38 \pm 0,07$ cm/an avec un maximum de 1,01 cm/an et un minimum de 0,08 cm/an.

Tableau 3.3 : Accroissement annuel moyen des individus de *Julbernardia seretii*

Espèce	AAM (cm/an)	Maximum	Minimum
<i>Julbernardia seretii</i>	$0,38 \pm 0,07$	1,01	0,08

3.3.1 Accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre

La figure 3.1 montre que, la classe allant de [50-60[cm présente un accroissement annuel moyen le plus élevé, suivie de celle à $d_{hp} \geq 10$ cm tandis que la classe allant de [10-20[cm, présente un accroissement annuel moyen le moins élevé. En utilisant le test de Kruskal-wallis pour comparer les accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($\chi^2 = 8,7$; $dl = 5$ et $p\text{-value} = 0,12 > 0,05$)

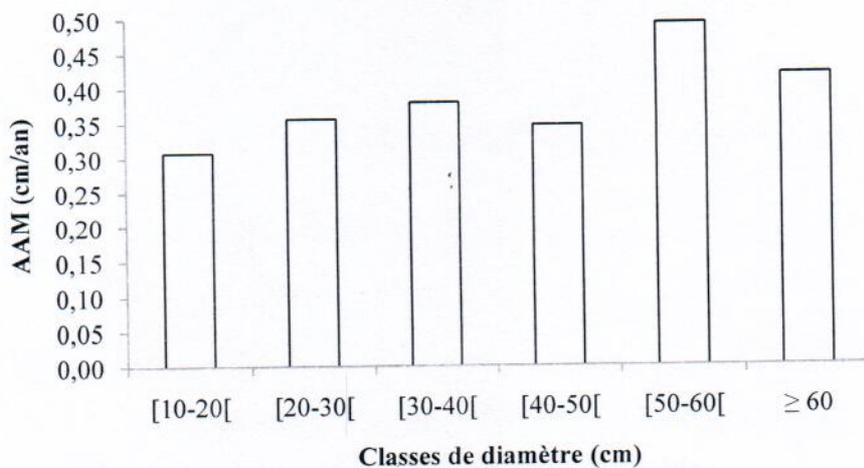


Figure 3.1 : Accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre

3.3.2. Accroissement annuel moyen en fonction du statut (dominés, co-dominants et dominants)

Le tableau 3.4 montre que, les accroissements annuels moyens élevés sont observés chez les dominants avec $0,46 \pm 0,18$ cm/an suivis des co-dominants avec $0,39 \pm 0,22$ cm/an et enfin, les dominés avec $0,33 \pm 0,18$ cm/an. En utilisant le test de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements annuels moyens en fonction du statut, on constate qu'il y a une différence très significative ($\chi^2 = 10,55$; $dl = 5$ et $p\text{-value} = 0,032 < 0,01$).

Tableau 3.4 : Accroissements annuels moyens en fonction du statut

Statut	Accroissement annuel moyen (cm/an)			
	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Dominés	0,33	0,18	1,01	0,08
Co-dominants	0,39	0,22	0,98	0,10
Dominants	0,46	0,18	0,76	0,29

3.4. Structure diamétrique

Figure 3.2 montre que, les deux structures diamétriques sont en « J » inversé, c'est-à-dire que le nombre d'individus diminue avec l'augmentation des classes de diamètre.

Pour répondre aux exigences du test de Khi-carré, les deux structures diamétriques ont été regroupées en 5 classes de diamètre, c'est-à-dire à celles à dhp ≥ 50 cm.

la classe allant de [10-20[cm présente un effectif le plus élevé, suivie de la 2 [20-30[, de la classe 3 [30-40[tandis que les classe 4 [40-50[, 5 [50-60[et la classe 6 ≥ 60 présentent un effectif le moins élevé. En comparant les deux structures diamétriques, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($\chi^2 = 0,5$; dl = 4 et p-value = 0,97 > 0,05)

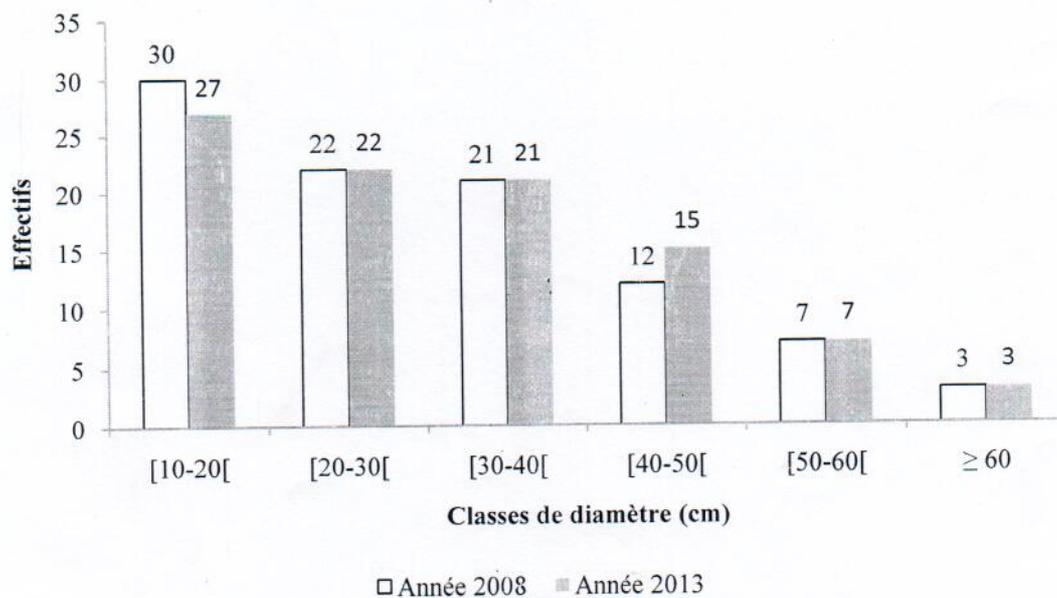


Figure 3.2 : Structure diamétrique des individus entre 2008 et 2013

3.5. Surface terrière

En 2008, la surface terrière totale était de $0,9879 \text{ m}^2/\text{ha}$ ($0,1647 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 0,0672 \text{ m}^2/\text{ha}$) tandis qu'en 2013, elle est de $1,0844 \text{ m}^2/\text{ha}$ ($0,1807 \pm 0,0768 \text{ m}^2/\text{ha}$).

La figure 3.3 montre que, 50 % des individus de différentes classes de diamètre ont des surfaces terrières comprises entre $0,12$ à $0,22 \text{ m}^2/\text{ha}$ pour l'année 2008 tandis qu'elles sont de $0,13$ à $0,24 \text{ m}^2/\text{ha}$ pour l'année 2013.

En utilisant le test de *t*-Student pour comparer les deux valeurs de la surface terrière, on constate qu'il y a de différence significative ($t = 21,5$; $dl = 1$ et $p\text{-value} = 0,03 < 0,05$). C'est-à-dire que, les individus de *Julbernardia seretii* occupent plus le sol en 2013 qu'en 2008.

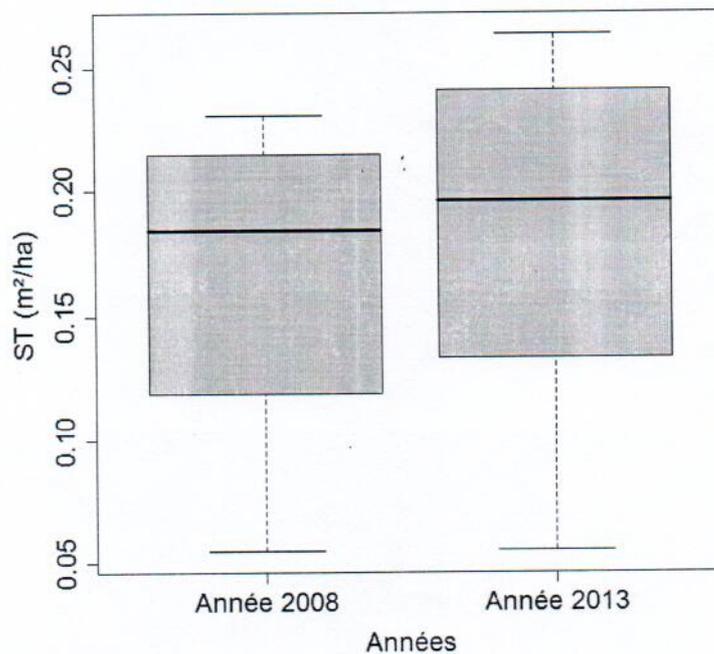


Figure 3.3 : Dispersion des valeurs des surfaces terrières des individus de *Julbernardia seretii* pour les années 2008 et 2013. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50 % des surfaces terrières et la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la surface terrière moyenne ; la barre basse indique la surface terrière minimale, la barre haute indique la surface terrière maximale.

3.6. Quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré entre 2008-2013

Le tableau 3.5 montre que, la biomasse totale produite en 2008 était de 14,5897 t/ha ($2,4316 \pm 1,4459$ t/ha) tandis qu'en 2013, elle est de 16,2036 t/ha ($2,7006 \pm 1,5887$ t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,4403 t/ha. La quantité de carbone séquestré en 2008 était 7,2949 t/ha ($1,2158 \pm 0,7229$ t/ha) tandis qu'en 2013, elle est de 8,1018 t/ha ($1,3503 \pm 0,7943$ t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,2202 t/ha.

En utilisant le test de *t*-Student pour comparer la biomasse et la quantité de carbone séquestré entre l'année 2008 et 2013, on constate qu'il y a une différence significative ($t = 19,1$; $dl = 1$ et $p\text{-value} = 0,033 < 0,05$)

Tableau 3.5 : Evolution de la biomasse et séquestration de carbone entre 2008 et 2013

Année	Biomasse (t/ha)	Δ Biomasse (t/ha)	Carbone (t/ha)	Carbone (Δ t/ha)
2008	14,5897	$2,4316 \pm 1,4459$	7,2949	$1,2158 \pm 0,7229$
2013	16,2036	$2,7006 \pm 1,5887$	8,1018	$1,3503 \pm 0,7943$
Gain annuel	0,4403		0,2202	

3.6.1. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

La figure 3.4 montre que, la classe à $d_{hp} \geq 60$ cm produit et séquestre plus la biomasse et le carbone, suivie de celle de [40-50]cm tandis que celle de [10-20]cm produit et séquestre moins la biomasse et le carbone.

En utilisant le test de Kruskal-Wallis pour comparer la biomasse produite et le carbone séquestré en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il y a une différence hautement significativement ($\chi^2 = 89,3$; $dl = 5$ et $p\text{-value} < 2.2e-16$).

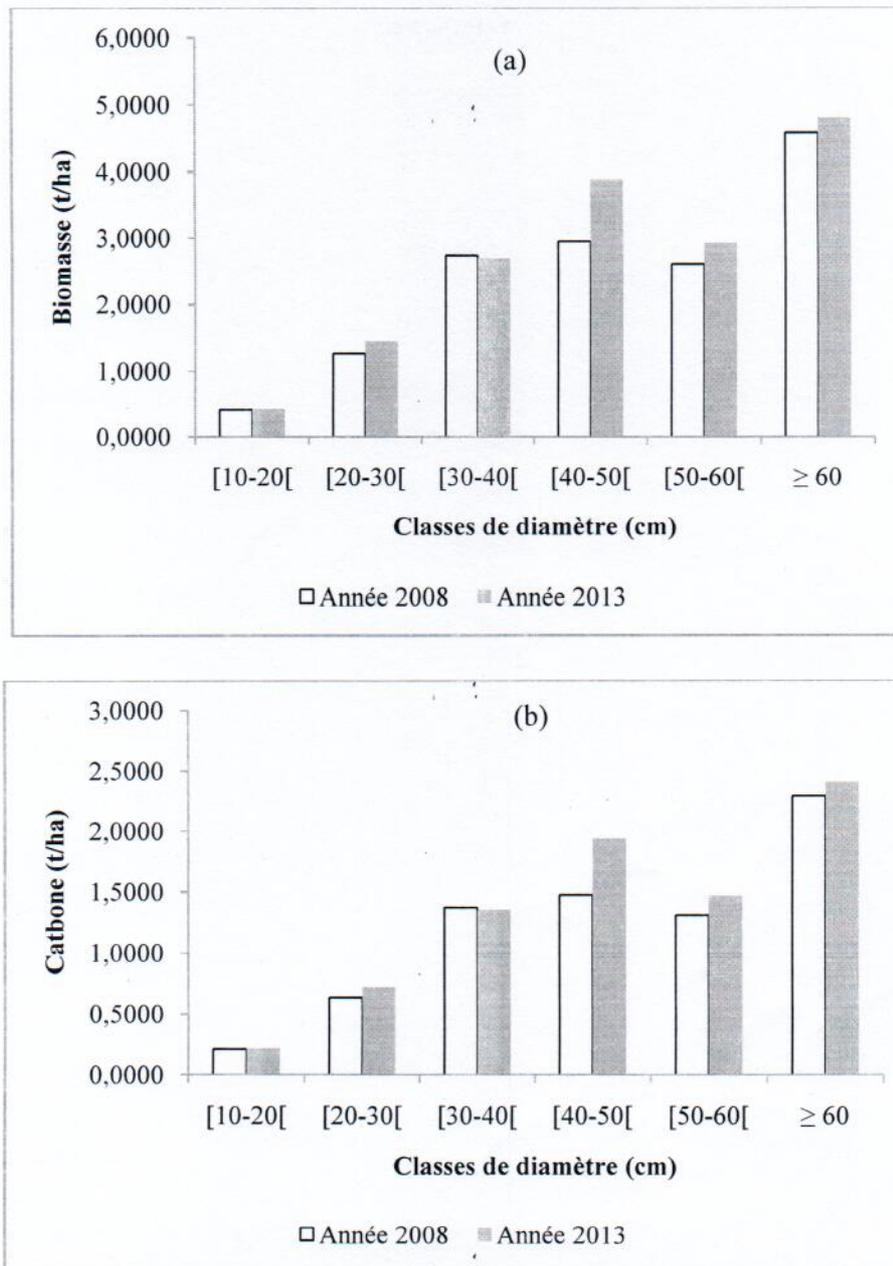


Figure 3.4 : Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre [(a) : production de la biomasse et (b) : séquestration du carbone].

3.6.2. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction du statut

Le tableau 3.6 montre que, les Co-dominants produisent et séquestrent plus la biomasse et le carbone tandis que les dominants et les dominés produisent et séquestrent moins la biomasse et le carbone.

En utilisant le test d'ANOVA pour comparer la quantité de biomasse produite et celle du carbone séquestré en fonction du statut, on constate qu'il y a une différence très significative ($F= 134,9$; $dl = 2$ et $p\text{-value} = 0,001153^*$). C'est-à-dire que, les Co-dominants produisent et séquestrent plus la biomasse et le carbone que les autres catégories.

Tableau 3.6 : Biomasse produite et carbone séquestré en fonction du statut

Années	Statuts	Biomasse (t/ha)	Carbone (t/ha)
2008	Dominés	1,2215	0,6107
	Co-dominants	8,4434	4,2217
	Dominants	4,9249	2,4624
2013	Dominés	1,4685	0,73425
	Co-dominants	9,5147	4,75735
	Dominants	5,2205	2,6102

3.7. Taux de reconstitution

Avec diamètre minimum d'exploitabilité (DME) de 60 cm, le tableau 3.6 montre que, le nombre des tiges exploitables au temps initial (A_0) est de 3 tiges.

Lorsqu'on prélève successivement 50 % (tableau 3.7 a) ; 75 % (tableau 3.7 b) et 100 % (tableau 3.7 c) des tiges exploitables au temps initial (t_0), après 25 ans, le taux de reconstitution serait successivement de 163 % ; 164 % et 164,7 %.

$$(a) \text{ 50 \% de prélèvement ; } \% \text{ Re} = \frac{4,89}{3} \times 100 = 163 \%$$

$$(b) \text{ 75 \% de prélèvement ; } \% \text{ Re} = \frac{4,92}{3} \times 100 = 164\%$$

$$(c) \text{ 100 \% de prélèvement ; } \% \text{ Re} = \frac{4,94}{3} \times 100 = 164,7 \%$$

Tableau 3.7 : Les différents pourcentages du taux de reconstitution 25ans après la première exploitation [(a) : 50 % ; (b) : 75 % et (c) : 100 % de prélèvement ; AAM : accroissement annuel moyen ; An0 : temps initial ; An 25 ans : 25ans après l'exploitation ; NV : nouvel).

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	(a)
Effectifs An 0	27	22	21	15	7	3	
AAM	0,31	0,36	0,38	0,35	0,49	0,42	
Passage (%)	0,77	0,90	0,95	0,88	1,23	1,05	
Maintien (%)	0,23	0,10	0,05	0,12	-0,23	-0,05	
Tiges exploitées	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,5	
Tiges endommagées	2,70	2,20	2,10	1,50	0,70	0,30	
NV effectifs	24,30	19,80	18,90	13,50	6,30	1,20	
Tiges vivantes An 25ans	15,47	12,60	12,03	8,59	4,01	0,76	
Mortalité naturelle	8,83	7,20	6,87	4,91	2,29	0,44	
Maintien An 25 ans	3,56	1,26	0,60	1,03	-0,92	-0,04	
Passage An 25 ans	11,91	11,34	11,43	7,56	4,93	0,80	
Effectifs An 25 ans	27,0	13,2	11,9	12,5	6,6	4,89	

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	(b)
Effectifs An 0	27	22	21	15	7	3	
AAM	0,31	0,36	0,38	0,35	0,49	0,42	
Passage (%)	0,77	0,90	0,95	0,88	1,23	1,05	
Maintien (%)	0,23	0,10	0,05	0,12	-0,23	-0,05	
Tiges exploitées	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,25	
Tiges endommagées	2,70	2,20	2,10	1,50	0,70	0,30	
NV effectifs	24,3	19,8	18,9	13,5	6,3	0,5	
Tiges vivantes An 25 ans	15,5	12,6	12,0	8,6	4,0	0,3	
Mortalité naturelle	8,8	7,2	6,9	4,9	2,3	0,2	
Maintien An 25 ans	3,56	1,26	0,60	1,03	-0,92	-0,01	
Passage An 25 ans	11,91	11,34	11,43	7,56	4,93	0,30	
Effectifs An 25 ans	27,00	13,17	11,95	12,46	6,64	4,92	

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	(c)
Effectifs An 0	27	22	21	15	7	3	
AAM	0,31	0,36	0,38	0,35	0,49	0,42	
Passage (%)	0,77	0,90	0,95	0,88	1,23	1,05	
Maintien (%)	0,23	0,10	0,05	0,12	-0,23	-0,05	
Tiges exploitées	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3	
Tiges endommagées	2,7	2,2	2,1	1,5	0,7	0,3	
NV effectifs	24,3	19,8	18,9	13,5	6,3	-0,3	
Tiges vivantes An 25 ans	15,47	12,60	12,03	8,59	4,01	-0,19	
Mortalité naturelle	8,83	7,20	6,87	4,91	2,29	-0,11	
Maintien An 25 ans	3,56	1,26	0,60	1,03	-0,92	0,01	
Passage An 25 ans	11,91	11,34	11,43	7,56	4,93	-0,20	
Effectifs An 25 ans	27,00	13,17	11,95	12,46	6,64	4,94	

CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSSION

Nous nous sommes intéressés à l'étude de la dynamique forestière, de l'évolution de stock de carbone ainsi que le taux de reconstitution dans une forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de la Yoko. L'inventaire complet des individus de *Julbernardia seretii* à dhp ≥ 10 cm dans le milieu d'étude indique un taux de mortalité de 1,79%, ce taux est proche par rapport aux valeurs de 1-2% généralement signalées (Lejoly, 2000), notamment 1,3%, estimée dans différentes forêts tropicales, précisément en Côte-d'Ivoire et en République centrafricaine (Durrieu de Madron et al., 1998 a).

Le taux de recrutement pour notre espèce est de 0,38% ; ce taux est inférieur au taux observé dans le dispositif de 5 carrés (3,5%) signalé par (Nyembo, 2012) et est aussi relativement faible par rapport aux résultats obtenus en République centrafricaine dans la forêt de Ngoto et de Dja, respectivement de 1,2 et 1,04% (Lejoly, 2000). Néanmoins, dans la région du lac Maï-Ndombe, des valeurs plus élevées (8,62% et 3,91%) sont également enregistrées dans le groupement à *Picralima nitida* et *M. laurentii* (Menga, 2012).

Le bilan démographique montre que le taux de recrutement est inférieur à celui de mortalité, ce qui conduit à une réduction du nombre d'individus dans le peuplement passant de 104 à 95 individus en cinq ans (avec un taux de mortalité de 1,79 %), nous permettant ainsi d'affirmer que le peuplement dans notre milieu d'étude n'est pas en équilibre sur la période de temps considérée. Le taux de mortalité a une tendance à augmenter au cours de la période de suivi, c'est ce qu'aussi avait constaté Madelaine (2009) dans son étude réalisée dans la forêt dense humide sempervirente, dans les Ghâts occidentaux de l'Inde.

Les accroissements diamétriques moyens des individus de *Julbernardia seretii* sont de $0,38 \pm 0,07$ Cm. L'accroissement maximum est de 1,07 cm et l'accroissement minimum annuel étant de 0,08 cm. Isetcha, (2013) quant à lui, à obtenu $0,32 \pm 0,29$ cm/an pour l'espèce *Prioria oxyphylla*. En comparant la valeur d'accroissement de *Julbernardia seretii* avec deux espèces exploitées en RDC, en l'occurrence, *Millettia laurentii* et *Pericopsis elata*, nous constatons que l'accroissement annuel moyen de *Pericopsis elata* dans les plantations de l'I.N.E.R.A.-Yangambi varie entre 0,64 et 0,69 cm/an (Assumani, 2009).

La surface terrière de *Julbernardia seretii* est passée de 0,9879 m²/ha en 2008 à 1,0844 m²/ha en 2013, soit un accroissement de 0,0965 m²/ha. En se référant au point 4.2 et figure 4.2, on constate qu'il y a une différence significative en ce qui concerne la surface terrière entre 2008 et 2013 ($t = 21,5$ et $p\text{-value} < 0,05$). D'où, l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « la surface terrière occupée par les individus de *Julbernardia seretii* en 2008 est significativement différente de celle occupée par les mêmes individus en 2013 »

La biomasse totale produite en 2008 était de 14,5897 t/ha ($2,4316 \pm 1,4459$ t/ha) tandis qu'en 2013, elle est de l'ordre de 16,2036 t/ha ($2,7006 \pm 1,5887$ t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,4403 t/ha par rapport en 2008. La quantité de carbone séquestrée en 2008 était 7,2949 t/ha ($1,2158 \pm 0,7229$ t/ha) tandis qu'en 2013 est de 8,1018 t/ha ($1,3503 \pm 0,7943$ t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,2202 t/ha. En comparant la biomasse produite et le carbone séquestré entre 2008 et 2013, on a constaté qu'il y a une différence significative (Cfr point 3.6 et tableau 4.4) ($t = 19,1$ et $p\text{-value} < 0,05$). D'où, l'hypothèse selon laquelle « la quantité de la biomasse produite et celle de carbone séquestré en 2013 sont significativement différentes de celles de 2008 », est acceptée.

Nyembo (2012) a observé, la quantité de la biomasse des arbres à dhp ≥ 10 cm estimée à 379 t/ha pour l'année 2008 et à 414 t/ha pour l'année 2012. La quantité de la biomasse est élevée chez Nyembo (2012) par rapport à la notre ; cela est lié au nombre élevé d'espèces prises en compte par cet auteur.

La biomasse totale produite par les dominants était de 4,9249 t/ha en 2008 et de 5,2205 t/ha en 2013 tandis que celle des dominés, était de l'ordre de 1,2215 t/ha en 2008 et de 1,4685 t/ha en 2013 et celle produite par les Co-dominants en 2008 était de 8,4434 t/ha et de 9,5147 t/ha en 2013. De même, la quantité de carbone séquestré par les dominants était de 2,4624 t/ha en 2008 et de 2,6102 t/ha en 2013 tandis que pour les dominés, elle était de 0,6107 t/ha en 2008 et de 4,7573 t/ha en 2013. La séquestration de carbone de différents individus dominants varie entre 2,4624 t/ha en 2008 et de 2,6102 t/ha en 2013 ; entre 0,6107 t/ha en 2008 et de 4,7573 t/ha en 2013 pour les dominés et enfin, celle de Co-dominants est de 4,2217 t/ha en 2008 et 1,8332 t/ha en 2013. Cela montre que les Co-dominants produisent plus la biomasse et séquestrent aussi plus le carbone que les autres catégories d'arbres, à savoir les dominants et les dominés (Cfr tableau 3.5)

Selon l'évolution des peuplements avec 3 tiges exploitables au temps initial, si l'on prélève 50% des tiges exploitables au temps initial, 25 ans après exploitation, on aura 4,87 tiges, soit un taux de reconstitution de 162,5 %; 75% des tiges exploitables, on aura 4,92 tiges exploitables, soit un taux de reconstitution de 164 % et enfin, 100% des tiges exploitables, on aura 4,94 tiges exploitables, soit un taux de reconstitution de 164,7%. D'où, l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « d'après l'administration forestière de la RDC fixant le diamètre minimum d'exploitabilité (DME) à 60 cm et le temps de rotation à 25 ans, on suppose que l'espèce se reconstitue bien pendant le temps imparti après la première exploitation » car pour toutes les possibilités du taux de prélèvement qu'on peut utiliser, l'espèce se reconstitue à plus de 100 % après 25 ans.

CHAPITRE CINQUIEME : CONCLUSION ET SUGGESTIONS

La croissance individuelle des arbres est un processus majeur de la dynamique forestière. Sa compréhension est indispensable à la modélisation de la dynamique des populations d'arbres et des forêts.

Les objectifs spécifiques poursuivis dans ce travail étaient de (d') : (i) évaluer la surface terrière occupée par les individus de *Julbernardia seretii* 5 ans après la première mensuration effectuée en 2008 dans la parcelle permanente du bloc nord de Yoko ; (ii) évaluer la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestrée deux ans après la première campagne des mensurations et enfin, calculer le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation.

Après l'analyse, les résultats suivants ont été obtenus :

- Le bilan démographique montre que le taux de recrutement (0,38 %) est inférieur à celui de mortalité (1,79 %), ce qui conduit à une réduction du nombre d'individus dans le peuplement, passant de 104 à 95 individus en 5 ans.
- Les accroissements diamétriques moyens sont de $0,38 \pm 0,07$ cm/an avec la valeur maximale de 1,07 cm/an et la minimale de 0,08 cm/an.
- La surface terrière totale est passée de 0,9879 m²/ha en 2008 à 1,0844 m²/ha en 2013.
- La biomasse totale produite est passée de 14,5897 t/ha en 2008 à 16,2036 t/ha en 2013, soit un gain annuel de 0,4403 t/ha. La quantité de carbone séquestrée est passée de 7,2949 t/ha en 2008 à 8,1018 t/ha en 2013, soit un gain annuel de 0,2202 t/ha.
- Après une rotation de 25 ans, l'espèce se reconstitue bien quelque soit le taux de prélèvement utilisé.

De tout ce qui précède, nous suggérons que des études similaires soient répandues dans toutes les forêts de la République Démocratique du Congo afin de nous permettre d'avoir une idée sur les accroissements diamétriques des différentes essences, la potentialité de chaque espèce dans la production de la biomasse ainsi que la quantité de carbone séquestré ; car disposant de ces banques des données, l'évaluation de taux de puits de carbone de nos forêts pour un développement social et économique futur de la RDC sera conséquente du fait que, les enjeux de réchauffement de la terre sont à la une dans les différents colloques et conférences internationaux sur le changement climatique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Assumani, D., 2009.** Bilan dendrométrique de plantations expérimentales de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen et *Millettia laurentii* De Wild. Installées à Yangambi (R.D.Congo) entre 1938 et 1942. DEA inéd., FS/UNIKIS, 119p.
- Batsielili, A., 2008.** Phénologie et régénération des espèces ligneuses arborées en Afrique tropicale humide : cas d'Afromosia (*Pericopsis elata*) et du Tola (*Prioria balsamifera*) en RDC. Mémoire de stage de fin de cycle. Montpellier, France, 64p.
- Bedel, F., Durrieu de Madron, L., Dupuy B., Favrichon, V., Maitre H.F., BarHen, A., Narboni, Ph., 1998.** Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine. Le dispositif de M'Baiki en République Centrafricaine (1982-1995). CIRAD Forêt, Montpellier. Série FORAFRI, document 1 ; 71p.
- Boyemba, B., 2006.** Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RDC), D.E.A inédit, ULB, Lab. Bot. Syst., 101p.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.-P, Nelson B. W., Ogawa H., Puig H., Riéra B., and Yamakura T., 2005.** Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* (200) 145: pp87-99.
- Durrieu de Madron, L., Favrichon, V., Dupuy, B., Bar Hen, A., Houde, L., Maître, H.F., 1998 a.** Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif d'Irobo, Côte d'Ivoire (1978-1990). Projet FORAFRI, 68p.
- Favrichon, V. et Sylvie, G., 1998.** Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide ; Eléments pour une méthodologie d'analyse des données ; CIRAD-Forêt Campus International de Baillarguet, 15p.

- FAO, 2001.** Evaluation des ressources forestières mondiales. Rapport principal Etude FAO forêt n°140, Rome, 85p.
- Gounot, M., 1969.** Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, pp25.
- Ifuta, N.B., 1993.** Paramètres écologiques et hormonaux durant la croissance et la reproduction d'*Epomops franqueti* (Mammalia : Chiroptera) de la forêt ombrophile équatoriale de Masako (Kisangani-Zaire). Thèse de doctorat, inédite, K.UL., 142p.
- Isetcha, P., 2012.** Structure, accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone des essences de la forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de Yoko : Cas de *Prioria oxyphylla* (Harms) Brettelier dans la parcelle permanente du bloc nord (Ubundu, Province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 35p.
- Kahindo, M-J ., 2011.** Potentiel des produits forestiers autres que le bois d'œuvre dans les formations forestières de la région de Kisangani. Cas de rotins *Eremospatha haullevilleana* de Wild et *Laccosperma secundiflorum*(P.Beauv.) Kuntze de la réserve forestière de yoko (Province Orientale, R.D.Congo). Thèse de Doctorat, FS/UNIKIS, 269p.
- Katusi, L., 2009.** Analyse de la régénération et de la structure spatiale des *Meliaceae* de la réserve forestière de Yoko. Cas de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr. et *Guarea thompsonii* Spragne et Hutch. (Ubundu, Province Orientale, R.D. Congo), DEA inédit, Fac. Sc/Unikis, 102p.
- Kombele, L. 2004.** Diagnostic de la fertilité des sols dans la cuvette centrale congolaise. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire de Sciences agronomiques Gembloux, pp12-25.
- Lejoly J., 2000.** Les recherches sur la biodiversité végétale dans les 6 sites du programme Ecofac entre 1997 et 2000 ; Rapport final de synthèse.
- Lomba, B. L. et Ndjele, M-B., 1998.** Utilisation de la méthode de transept en vue de l'étude de la phytodiversité dans la réserve de Yoko (Ubundu R.D.C.).Annales (11) Fac.Sc./Unikis, pp35- 46.
- Lomba, B. L., 2007.** Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RDC.) DES inédit, Fac. Sc. / Unikis, 60p.

- Lomba B.L. 2011.** Systèmes d'agrégation et structures diamétriques en fonction des tempéraments de quelques essences dans les dispositifs permanents de Yoko et Biaro (Ubundu, province orientale RD. Congo). Thèse inédit, Fac. Sc./Unikis, 261p.
- Louppe, D; Oteng-Amoako, A.A; Brink, M.; Lemmens, R.H.M.J.; Oyen, L.P.A.; Cobbinah, J.R.; Chauvet, M. et Siemonsma, J.S., 2008.** Bois d'oeuvre 1. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7 (1). Prota, 785p.
- Madelaine A.C., 2009.** Dynamique des peuplements forestiers tropicaux hétérogènes : variabilité inter et intraspécifique de la croissance des arbres et trajectoires de développement en forêt dense humide sempervirente. Doctorat d'Écologie Quantitative, Université de Montpellier 2, pp20.
- Menga, M, P. 2011.** Ecologie des peuplements naturels de *Millettia laurentii* De Wild. (Wenge) dans la région du lac Maï-Ndombe, en RD Congo. Thèse, Fac. Sc. / Unikin, 190 p + annexes.
- Mbumba, N., 1998.** Les Ecosystèmes des forêts denses et humides d'Afrique, 187p.
- Nshimba, M. 2008.** Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani (R.D.C) Thèse de doctorat, ULB, Labo. Bot. Syst, 271p.
- Nyembo, K., 2012.** Contribution à l'étude de la dynamique forestière : Accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko (Ubundu, RD. Congo). DEA inédit, Fac. Sci/ Unikis, 46p + annexes.
- Picard, N. & Gourlet-F, S. 2008.** Analyse des données de pré inventaire de Yoko. UPR « Dynamique des forêts naturelles », Libreville, Gabon, 436p.
- Shaumba, K., 2009.** Analyse de la régénération et de la répartition spatiale des Fabaceae (Caesalpinioïdae) de la Yoko. Cas de Tola : *Prioria balsamifera* (Vermoesen) Bretteler, Tshitola: *Prioria oxyphylla* J. Léonard et Divida : *Scorodophloeus zenkeri* Harms, DEA, Fac. Sc. /Unikis, 82p.
- SPIAF, 2007.** Guide opérationnel. Modèle de calcul de la possibilité forestière. MECN, Eaux et Forêt, RDC, 17p.

- Sys, C., 1960.** Carte de sol et de la végétation du Congo Belge et du Rwanda-Burundi. Notice explicative de la carte des sols du Congo et du Rwanda-Burundi. Publ., INEAC, BRUXELLES, 84p.
- Tailfer, Y. 1989.** La Forêt dense d'Afrique centrale - Identification pratique des principaux arbres. Agence de Coopération Culturelle et Technique et CTA, Wageningen, Tomes1, 456p.
- Timothy, P. et Brown S., 2005.** Guide de mesure et de suivi du carbone dans les Forêts et Prairies Herbeuses. Winrock International. Ecosystem Services Unit 1621 N. Kent St, Suite 1200 Arlington, VA 22209, 39p.
- Upoki, A., 2001.** Etude du peuplement de bulbuls (*Pycnonotidae, Passeriformes*) dans la Réserve Forestière de Masako à Kisangani (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, Fac. Sc., UNIKIS, 160p.

Annexe

Liste des individus de *Julberrardia seretii* inventoriés au sein de la parcelle permanente du bloc nord

Légende : Cc2008 : circonférence en centimètre de l'année 2008 ; Cc2013 : circonférence en centimètre de l'année 2012 ; D2008 : diamètre en centimètre de l'année 2008 ; D2012 : diamètre en centimètre de l'année 2012 ; ST : surface terrière ; AAM : accroissement annuel moyen ; B2008 : Biomasse produite en 2008 ; B2012 : Biomasse produite en 2012 ; C2008 : carbone séquestré en 2008 ; C2012 : carbone séquestré en 2012 ; d : dominés ; D : dominants ; Cd : co-dominants

Carré	placeau	Cc2008	Cc2013	D2008	D 2013	ST (m ² /ha) 2008	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Statut	B 2008	B2013	C2008	C2013
1	39	36	40	11,5	12,7	0,00115	0,00142	0,25	d	0,0074	0,0097	0,0037	0,0049
1	33	40,5	45	12,9	14,3	0,00145	0,00179	0,29	D	0,0101	0,0133	0,0050	0,0067
1	69	41,8	44	13,3	14,0	0,00155	0,00171	0,14	d	0,0109	0,0125	0,0055	0,0063
1	24	78	83	24,8	26,4	0,00538	0,00609	0,32	Cd	0,0567	0,0667	0,0284	0,0333
1	87	79	85	25,2	27,1	0,00552	0,00639	0,38	Cd	0,0586	0,0709	0,0293	0,0355
1	11	90,2	95	28,7	30,3	0,00720	0,00798	0,31	Cd	0,0827	0,0946	0,0414	0,0473
1	81	135	137	43,0	43,6	0,01612	0,01660	0,13	Cd	0,2315	0,2402	0,1158	0,1201
1	14	170,1	174	54,2	55,4	0,02560	0,02678	0,2	Cd	0,4112	0,4347	0,2056	0,2174
2	35	34,5	40	11,0	12,7	0,00105	0,00142	0,35	d	0,0066	0,0097	0,0033	0,0049
2	69	49	55	15,6	17,5	0,00212	0,00268	0,38	Cd	0,0167	0,0226	0,0083	0,0113
2	24	61,5	65	19,6	20,7	0,00335	0,00374	0,22	d	0,0304	0,0352	0,0152	0,0176
2	61	66,9	77,5	21,3	24,7	0,00396	0,00531	0,68	d	0,0379	0,0558	0,0190	0,0279
2	74	79,4	87	25,3	27,7	0,00558	0,00670	0,48	d	0,0594	0,0753	0,0297	0,0377
2	76	83,9	90	26,7	28,7	0,00623	0,00717	0,39	d	0,0686	0,0822	0,0343	0,0411
2	22	100	104	31,8	33,1	0,00885	0,00957	0,25	Cd	0,1079	0,1194	0,0540	0,0597
2	43	103	107	32,8	34,1	0,00939	0,01013	0,25	Cd	0,1164	0,1284	0,0582	0,0642
2	45	123,2	128	39,2	40,8	0,01343	0,01449	0,31	Cd	0,1838	0,2025	0,0919	0,1012
2	78	157	169	50,0	53,8	0,02181	0,02527	0,8	D	0,3374	0,4047	0,1687	0,2023
2	39	222	229	70,7	72,9	0,04360	0,04639	0,4	D	0,7834	0,8434	0,3917	0,4217
3	15	32,7	37	10,4	11,8	0,00095	0,00121	0,27	d	0,0057	0,0079	0,0029	0,0040
3	71	34,7	36	11,1	11,5	0,00107	0,00115	0,08	d	0,0067	0,0074	0,0033	0,0037
3	8	35,3	40	11,2	12,7	0,00110	0,00142	0,30	d	0,0070	0,0097	0,0035	0,0049

Carré	placeau	Cc2008	Cc2013	D2008	D 2013	ST (m ² /ha) 2008	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Statut	B 2008	B2013	C2008	C2013
3	53	49,7	52	15,8	16,6	0,00219	0,00239	0,15	Cd	0,0173	0,0195	0,0087	0,0098
3	4	51,6	58	16,4	18,5	0,00236	0,00298	0,41	d	0,0191	0,0261	0,0096	0,0130
3	57	57,1	60	18,2	19,1	0,00288	0,00318	0,18	d	0,0250	0,0285	0,0125	0,0142
3	37	65,5	69,7	20,9	22,2	0,00380	0,00430	0,27	d	0,0359	0,0422	0,0179	0,0211
3	21	67,8	69,4	21,6	22,1	0,00407	0,00426	0,10	Cd	0,0393	0,0418	0,0196	0,0209
3	94	81	84	25,8	26,8	0,00580	0,00624	0,19	d	0,0626	0,0688	0,0313	0,0344
3	10	81,3	87	25,9	27,7	0,00585	0,00670	0,36	Cd	0,0632	0,0753	0,0316	0,0377
3	24	310	316,7	98,7	100,9	0,08501	0,08873	0,4	D	1,7047	1,7894	0,8523	0,8947
3	75	340	346	108,3	110,2	0,10226	0,10591	0,4	D	2,0993	2,1830	1,0497	1,0915
4	34	34,5	36	11,0	11,5	0,00105	0,00115	0,10	d	0,0066	0,0074	0,0033	0,0037
4	18	39,2	43	12,5	13,7	0,00136	0,00164	0,24	d	0,0092	0,0118	0,0046	0,0059
4	28	52,3	55	16,7	17,5	0,00242	0,00268	0,17	d	0,0198	0,0226	0,0099	0,0113
4	69	91	96	29,0	30,6	0,00733	0,00815	0,32	d	0,0846	0,0972	0,0423	0,0486
4	68	100	106	31,8	33,8	0,00885	0,00994	0,38	d	0,1079	0,1253	0,0540	0,0627
5	83	40,6	44,3	12,9	14,1	0,00146	0,00174	0,24	d	0,0101	0,0128	0,0051	0,0064
5	9	46,5	51	14,8	16,2	0,00191	0,00230	0,29	d	0,0145	0,0185	0,0073	0,0093
5	8	65,1	70	20,7	22,3	0,00375	0,00433	0,31	d	0,0353	0,0427	0,0177	0,0214
5	2	70,5	76,6	22,5	24,4	0,00440	0,00519	0,39	d	0,0435	0,0541	0,0218	0,0270
5	77	78,9	82	25,1	26,1	0,00551	0,00595	0,20	d	0,0584	0,0646	0,0292	0,0323
5	18	97,5	105,2	31,1	33,5	0,00841	0,00979	0,49	Cd	0,1011	0,1229	0,0506	0,0615
5	16	102,9	112	32,8	35,7	0,00937	0,01110	0,58	Cd	0,1161	0,1443	0,0581	0,0721
5	11	103,4	114,5	32,9	36,5	0,00946	0,01160	0,71	Cd	0,1176	0,1526	0,0588	0,0763
5	80	103,7	107	33,0	34,1	0,00951	0,01013	0,21	Cd	0,1185	0,1284	0,0592	0,0642
5	10	126	136,5	40,1	43,5	0,01404	0,01648	0,67	Cd	0,1946	0,2380	0,0973	0,1190
5	92	139,1	144	44,3	45,9	0,01712	0,01834	0,31	Cd	0,2496	0,2721	0,1248	0,1361
5	37	139,1	145	44,3	46,2	0,01712	0,01860	0,38	Cd	0,2496	0,2769	0,1248	0,1384
5	38	141,9	147,2	45,2	46,9	0,01781	0,01917	0,34	Cd	0,2623	0,2875	0,1312	0,1437
6	98	72,3	76,2	23,0	24,3	0,00462	0,00514	0,25	Cd	0,0465	0,0533	0,0233	0,0267
6	21	87,9	97,7	28,0	31,1	0,00684	0,00844	0,62	Cd	0,0774	0,1016	0,0387	0,0508

Carré	placeau	Cc2008	Cc2013	D2008	D2013	ST (m ² /ha) 2008	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Statut	B 2008	B2013	C2008	C2013
6	75	100,3	105	31,9	33,4	0,00890	0,00975	0,30	Cd	0,1088	0,1223	0,0544	0,0612
6	21	103,3	107	32,9	34,1	0,00944	0,01013	0,24	Cd	0,1173	0,1284	0,0587	0,0642
6	97	117,3	120	37,4	38,2	0,01217	0,01274	0,17	d	0,1623	0,1719	0,0811	0,0860
6	73	120,5	125	38,4	39,8	0,01285	0,01382	0,29	d	0,1738	0,1907	0,0869	0,0953
6	67	123,2	128	39,2	40,8	0,01343	0,01449	0,31	Cd	0,1838	0,2025	0,0919	0,1012
6	85	131,5	136,7	41,9	43,5	0,01530	0,01653	0,33	Cd	0,2167	0,2389	0,1084	0,1194
6	84	163,5	167	52,1	53,2	0,02365	0,02467	0,2	Cd	0,3730	0,3930	0,1865	0,1965
7	87	36,1	47	11,5	15,0	0,00115	0,00195	0,69	d	0,0074	0,0149	0,0037	0,0075
7	87	51,2	54,6	16,3	17,4	0,00232	0,00264	0,22	d	0,0187	0,0222	0,0094	0,0111
8	6	34,9	37	11,1	11,8	0,00108	0,00121	0,13	d	0,0068	0,0079	0,0034	0,0040
8	27	35,8	39	11,4	12,4	0,00113	0,00135	0,20	d	0,0073	0,0091	0,0036	0,0046
8	45	50,7	54	16,1	17,2	0,00227	0,00258	0,21	d	0,0183	0,0216	0,0091	0,0108
8	17	61,7	64	19,6	20,4	0,00337	0,00362	0,15	d	0,0307	0,0338	0,0153	0,0169
8	89	70,3	76	22,4	24,2	0,00437	0,00511	0,36	Cd	0,0432	0,0530	0,0216	0,0265
8	48	83,7	88	26,7	28,0	0,00620	0,00685	0,27	Cd	0,0681	0,0776	0,0341	0,0388
8	48	89,8	94	28,6	29,9	0,00713	0,00782	0,27	Cd	0,0818	0,0920	0,0409	0,0460
8	7	96,8	101,5	30,8	32,3	0,00829	0,00911	0,30	Cd	0,0993	0,1121	0,0496	0,0561
8	60	108,3	112	34,5	35,7	0,01038	0,01110	0,24	Cd	0,1324	0,1443	0,0662	0,0721
8	72	124,4	127	39,6	40,4	0,01369	0,01427	0,17	Cd	0,1884	0,1985	0,0942	0,0992
8	59	140,2	150,2	44,6	47,8	0,01739	0,01996	0,64	Cd	0,2545	0,3023	0,1273	0,1511
8	28	144,5	149,2	46,0	47,5	0,01847	0,01969	0,30	Cd	0,2745	0,2973	0,1372	0,1487
8	90	152	156	48,4	49,7	0,02044	0,02153	0,25	Cd	0,3114	0,3321	0,1557	0,1661
8	22	160	164	51,0	52,2	0,02265	0,02379	0,3	Cd	0,3536	0,3758	0,1768	0,1879
8	21	160	165	51,0	52,5	0,02265	0,02408	0,3	Cd	0,3536	0,3815	0,1768	0,1908
8	71	160	175,4	51,0	55,9	0,02265	0,02722	1,0	Cd	0,3536	0,4433	0,1768	0,2217
8	69	174	184,2	55,4	58,7	0,02678	0,03002	0,6	Cd	0,4347	0,4997	0,2174	0,2498
9	59	39,4	47,2	12,5	15,0	0,00137	0,00197	0,50	d	0,0094	0,0151	0,0047	0,0076
9	68	44,3	47	14,1	15,0	0,00174	0,00195	0,17	d	0,0128	0,0149	0,0064	0,0075
9	64	46	50	14,6	15,9	0,00187	0,00221	0,25	d	0,0141	0,0176	0,0071	0,0088

Carré	placeau	Cc2008	Cc2013	D2008	D 2013	ST (m ² /ha) 2008	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Statut	B 2008	B2013	C2008	C2013
9	91	47,3	61	15,1	19,4	0,00198	0,00329	0,87	Cd	0,0152	0,0298	0,0076	0,0149
9	100	49,8	54	15,9	17,2	0,00219	0,00258	0,27	d	0,0174	0,0216	0,0087	0,0108
9	25	62,5	78,3	19,9	24,9	0,00346	0,00542	1,01	d	0,0317	0,0573	0,0159	0,0286
9	14	67,5	72	21,5	22,9	0,00403	0,00459	0,29	d	0,0388	0,0460	0,0194	0,0230
9	90	81	86	25,8	27,4	0,00580	0,00654	0,32	d	0,0626	0,0731	0,0313	0,0365
9	67	82,2	92	26,2	29,3	0,00598	0,00749	0,62	Cd	0,0650	0,0870	0,0325	0,0435
9	71	96,5	111,5	30,7	35,5	0,00824	0,01100	0,96	Cd	0,0985	0,1426	0,0492	0,0713
9	6	99,2	104	31,6	33,1	0,00871	0,00957	0,31	Cd	0,1057	0,1194	0,0529	0,0597
9	62	101,5	110,5	32,3	35,2	0,00911	0,01080	0,57	Cd	0,1121	0,1394	0,0561	0,0697
9	92	102,9	106,8	32,8	34,0	0,00937	0,01009	0,25	Cd	0,1161	0,1278	0,0581	0,0639
9	46	121,4	125	38,7	39,8	0,01304	0,01382	0,23	Cd	0,1771	0,1907	0,0885	0,0953
9	95	125,9	130	40,1	41,4	0,01402	0,01495	0,26	Cd	0,1942	0,2105	0,0971	0,1053
9	5	138,3	143,7	44,0	45,8	0,01692	0,01827	0,34	Cd	0,2460	0,2707	0,1230	0,1354
9	38	142,9	150,2	45,5	47,8	0,01806	0,01996	0,46	Cd	0,2670	0,3023	0,1335	0,1511
9	76	32,6	47,2	10,4	15,0	0,00094	0,00197	0,93	Cd	0,0057	0,0151	0,0028	0,0076