

UNIVERSITE DE KISANGANI



B.P: 2012 KISANGANI
FACULTE DE GESTION DES RESSOURCES NATURELLES
RENOUVELABLES

Département : Eaux et Forêts

Dynamique de la population de *Petersianthus macrocarpus* (P. Beauv.) Liben dans la parcelle permanente du bloc nord de Yoko (Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo)

Par

Didier KALIDU AGBAKU

Travail de Fin d'Etudes

Présenté en vue de l'obtention du grade d'ingénieur agronome.

Option : Eaux et Forêts.

Directeur : Dr Roger KATUSI LOMALISA



ANNEE ACADEMIQUE: 2015-2016

16
70-GRNR.

DEDICACE

A toi, Seigneur Jésus Christ contrôleur de souffle de vie et pourvoyeur de nos besoins ;

A mon père Innocent Agbaku et a ma regrettée mère Elisée Ambo pour qui cette terre n'a été
que la souffrance ;

A la tante Rebecca Nembusu et la sœur Monique Isubombi pour tous les sacrifices consentis
et d'avoir fait de nous ce que nous sommes devenus aujourd'hui ;

Au révérent Père qui pour la prière et la formation spirituelle qui nous a permis de marcher
pas comme selon les désirs de la chair mais selon les désirs du Saint-Esprit ;

Didier Kalidu

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis avant toute chose, de rendre grâce à l'Eternel. Plusieurs personnes ont apporté leur contribution à la réalisation de ce mémoire. Pour cette raison, nous avons l'obligation de les remercier pour leur aimable assistance.

Nos sincères remerciements s'adressent aux corps académique et scientifique de l'Université de Kisangani de nous avoir accepté au sein de leur établissement ;

Nous remercions également les autorités de la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables pour leur conseil et la formation qu' ils nous ont assurée aujourd'hui un ingénieur forestier. Il s'agit de : Professeurs Moango et Jean-Pierre Mukandama, les Chef de Travaux Agbema, Assumani, Kahindo et Okangola ainsi que les autres.

Nos sincères remerciements vont tout droit au Docteur Katusi Lomalisa, qui a accepté l'encadrement et la direction de ce travail malgré ses multiples occupations.

Nos remerciements s'adressent à tous les membres de la famille notamment, Charles Agbaku, Augustin Agbaku, Claude Agbaku, Willy Agbaku, Monique Isubombi, Marie Isubombi, Régine Agbaku, que tous ceux qui nous ont soutenus et qui ne sont pas cités, trouvent ici, l'expression de notre profonde gratitude.

Nos sentiments de reconnaissance s'adressent à toute la famille Agbaku pour toute assistance tant matérielle que financière, morale et spirituelle consentie en notre faveur.

Que tous nos amis de lutte avec qui nous avons traversé de moments pénibles, notamment : Rubin Dadua, Jean Claude Assumani, Claude Alio, Héritier Balesiliapame, Louis Madama, Jean-Pierre Kukzabatu, Donatien Kalo, Errol Assani, Marcel Batula, Natalie Mbatayo, Charly Ponze, Rachel Zawadi, Richard Mumbere, Elias Mumbere, Junior Nzale et les autres, qu'ils trouvent notre reconnaissance à travers cette page.

Nous remercions également les amis du complexe Elungu particulièrement ceux du bloc A, notamment : Christophe Kapala, Floribert Mbule, Boase Ilombe, Lambert Bakonda, Alpha Asamba, Docteur Abasi et les autres.

RESUME

Dynamique de la population de *Petersianthus macrocarpus* dans la parcelle permanente du bloc nord de Yoko (Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo).

L'objectif général de cette étude est d'apprécier la dynamique de *P. macrocarpus* dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko.

L'inventaire a été faite dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko, à l'intérieur de laquelle, tous les individus de *P. macrocarpus* à dhp ≥ 10 cm ont été mesurés à 1,30 m du sol et cette mensuration a été matérialisée par deux bandes peintes en rouge durant la première campagne effectuée en 2008 et la seconde campagne faite en 2015, consiste à mesurer de nouveau les mêmes individus et aux mêmes endroits.

Après 7 ans, les accroissements diamétriques annuelle sont de $0,35 \pm 0,34$ cm/an avec la valeur maximale de 2,15 cm/an et la minimale de 0,03 cm/an. Le taux de recrutement (1,16%) est inférieur à celui de mortalité (1,4%).

En 2008, la surface terrière totale était $0,9513\text{m}^2/\text{ha}$ ($0,1189 \pm 0,0619\text{m}^2/\text{ha}$) tandis qu'en 2015, elle est de $1,1130\text{m}^2/\text{ha}$ ($0,1391 \pm 0,0646\text{m}^2/\text{ha}$) soit un accroissement annuel de $0,0229\text{m}^2/\text{an}$.

La biomasse totale produite est passée de $13,3192\text{ t/ha}$ en 2008 à $16,0704\text{ t/ha}$ en 2015, soit un gain annuel de $0,3930\text{ t/ha}$. La quantité de carbone séquestrée est passée de $6,6596\text{ t/ha}$ en 2008 à $8,0352\text{ t/ha}$ en 2015, soit un gain annuel de $0,1965\text{ t/ha}$.

Après une rotation de 25 ans, l'espèce ne se reconstitue pas quel que soit le taux de prélèvement appliqué.

RESUME

Dynamique de la population de *Petersianthus macrocarpus* dans la parcelle permanente du bloc nord de Yoko (Ubundu, Province de la Tshopo, RD Congo).

L'objectif général de cette étude est d'apprécier la dynamique de *P. macrocarpus* dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko.

L'inventaire a été faite dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko, à l'intérieur de laquelle, tous les individus de *P. macrocarpus* à dhp ≥ 10 cm ont été mesurés à 1,30 m du sol et cette mensuration a été matérialisée par deux bandes peintes en rouge durant la première campagne effectuée en 2008 et la seconde campagne faite en 2015, consiste à mesurer de nouveau les mêmes individus et aux mêmes endroits.

Après 7 ans, les accroissements diamétriques annuelle sont de $0,35 \pm 0,34$ cm/an avec la valeur maximale de 2,15 cm/an et la minimale de 0,03 cm/an. Le taux de recrutement (1,16%) est inférieur à celui de mortalité (1,4%).

En 2008, la surface terrière totale était $0,9513\text{m}^2/\text{ha}$ ($0,1189 \pm 0,0619\text{m}^2/\text{ha}$) tandis qu'en 2015, elle est de $1,1130\text{m}^2/\text{ha}$ ($0,1391 \pm 0,0646\text{m}^2/\text{ha}$) soit un accroissement annuel de $0,0229\text{m}^2/\text{an}$.

La biomasse totale produite est passée de $13,3192\text{ t/ha}$ en 2008 à $16,0704\text{ t/ha}$ en 2015, soit un gain annuel de $0,3930\text{ t/ha}$. La quantité de carbone séquestrée est passée de $6,6596\text{ t/ha}$ en 2008 à $8,0352\text{ t/ha}$ en 2015, soit un gain annuel de $0,1965\text{ t/ha}$.

Après une rotation de 25 ans, l'espèce ne se reconstitue pas quel que soit le taux de prélèvement appliqué.

SUMMARY

Dynamic of the population of *Petersianthus macrocarpus* in the permanent parcel of the north block of Yoko (Ubundu, Province of the Tshopo, RD Congo).

The general objective of this survey is to appreciate the dynamics of *P. macrocarpus* in the semi-caducifoliée forest of the reserve of Yoko.

Has the inventory been made in the permanent parcel of the north block of the forest reserve of Yoko, inside which, all individuals of *P. macrocarpus* to dhp? 10 cm has been measured to 1,30 m of soil and this measurement has been materialized by two strips painted in red during the first country done in 2008 and the second country made in 2015, consist in measuring the same individuals again and to the same places.

After 7 years, the growths yearly diamétriques is of $0,35 \pm 0,34$ cm/an with the maximal value of 2,15 cm/an and the minimal of 0,03 cm/an. The recruiting rate (1,16%) is lower to the one of mortality (1,4%).

In 2008, the surface total terrière was $0,9513\text{m}^2/\text{ha}$ ($0,1189 \pm 0,0619\text{m}^2/\text{ha}$) while in 2015, it is of $1,1130\text{m}^2/\text{ha}$ ($0,1391 \pm 0,0646\text{m}^2/\text{ha}$) either a yearly growth of $0,0229\text{ m}^2/\text{an}$.

The produced total biomass passed of 13,3192 t/ha in 2008 to 16,0704 t/ha in 2015, either a yearly gain of 0,3930 t/ha. The quantity of carbon sequestrated passed of 6,6596 t/ha in 2008 to 8,0352 t/ha in 2015, either a yearly gain of 0,1965 t/ha.

After a rotation of 25 years, the species doesn't reconstitute itself whatever is the applied withdrawal rate.

Key words: Dynamic, biomass, Reconstitution, Yok

CHAPITRE PREMIER: INTRODUCTION

1.1. Problématique

Jusqu'au milieu des années 90, la compréhension générale de l'évolution du couvert forestier dans le bassin du Congo était basée sur des informations éparses et limitées sans références à des limitations spatiales précises de forêt, ni à des estimations statistiquement pertinentes du changement de ce couvert forestier (Mayau et *al.*, 2004)

Les forêts d'Afrique centrale sont caractérisées par une méga-diversité exceptionnelle avec plusieurs espèces végétales, animales ainsi qu'un taux d'endémisme très élevé. Bien que les forêts tropicales humides figurent parmi les écosystèmes terrestres les plus diversifiés, il existe aussi des secteurs dominés par une seule espèce (i.e. forêt mono dominante) qui reste une formidable énigme en écologie tropicale (Fontye, 2011).

Depuis une dizaine d'années, à la suite des travaux d'Oldeman et des autres auteurs cités par Riera et Alexandre (1998) dans ses études sur la dynamique de la forêt naturelle de Guyane, les recherches sur l'aspect démographique de la forêt tropicale ont été intensifiées. Riera et Alexandre (1998) ont conclu que la forêt primaire n'apparaît plus comme une unité immuable mais bien comme une population végétale en perpétuel renouvellement mettant en jeu des processus de régénération qui apparaissent dans des conditions naturelles à la faveur de la chute des arbres.

Plusieurs phénomènes sont à l'origine de cette mouvance : la croissance et la mortalité des individus, la concurrence intra et surtout interspécifique (pour l'espace, la lumière, la nourriture, croissance en diamètre et en hauteur, élimination de certains individus, mise en place progressive des futurs statuts des arbres (dominants et dominés). Les actions anthropiques développées depuis des millénaires marquent profondément de leur empreinte les paysages actuels. Elles sont ainsi à l'origine de la diversification des dynamiques observées. Ces phénomènes dynamiques induisent des modifications des populations (démographique des populations d'espèces végétales, par exemple), des communautés végétales (transformation progressive d'une communauté en une autre), de certaines conditions situationnelles (sols, conditions micro-climatiques) des peuplements (<http://bft.revuesonline.com>).

La dynamique au sens physique du terme concerne l'étude des forces qui déterminent les variables d'abondance des populations et des sous populations (Frontier et Pichad-Viale, 1991).

Elle résulte de processus fondamentaux : La reproduction, floraison, pollinisation, fructification, dissémination, germination, la croissance et la mort.

L'estimation de différentes caractéristiques ou composantes des dynamiques (mortalité et recrutement) et de la croissance permet d'aborder l'évolution de la biomasse du peuplement forestier qui est déterminée par le bilan démographique (mortalité versus recrutement) et la croissance en surface terrière, généralement assez bien corrélée à la biomasse (Madelaine, 2009). Condit et al. (2000) brandissent l'hypothèse d'un rôle de la diversité des caractéristiques démographiques dans le maintien et la coexistence d'un grand nombre d'espèces en forêt tropicale humide (théorie de la niche démographique).

Dans tous les cas, les groupes de végétaux suivent une séquence de développement dont chaque stade (ou phase) peut être caractérisé par ses caractéristiques floristiques et physiologiques (Whitmore 1975 ; 1978 ; 1989 ; Hallé et al., 1978 ; Toquebiau, 1981, Riéra, 1983 ; Riéra et al., 1990 cités par Riéra et Alexandre (1998). La dynamique des forêts tropicales humides peut être abordée soit indirectement par des observations synchroniques sur les structures, soit directement par des observations diachroniques sur quelques années ou décennies (Riéra et al. 1998).

Les interventions peuvent entraîner d'une part une mortalité induite élevée et d'autre part l'émergence de nouvelles tiges dans la régénération naturelle, le recrutement des jeunes tiges issues du sous-bois et l'augmentation du diamètre des arbres sur pied. (Maître et Hermeline, 1985).

Cependant, l'insuffisance des connaissances biologiques et écologiques de différentes essences qui peuplent nos forêts constitue une limite et un grand handicap à la bonne gestion de ces ressources en forêts (Bibani et al., 1998). D'où l'installation du dispositif permanent de 400 ha dans la réserve de Yoko par le projet REAFOR en 2007 pour répondre tant soit peu à cette exigence écologique.

C'est dans le cadre de cette thématique, que nous avons orienté notre étude sur la dynamique de *Petersianthus macrocarpus* dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve de Yoko et cette dernière avait fait déjà l'objet de la première mensuration en 2008.

Au cours notre investigation, nous nous sommes posés certaines questions des recherches, notamment : (i) Après la première mensuration effectuée en 2008 et en supposant que la réserve de Yoko est une formation forestière climacique, est-ce que la surface terrière et la biomasse augmentent-elles avec le nombre d'années? (ii) La quantité de la biomasse produite est-elle fonction des classes de diamètre des individus de *Petersianthus macrocarpus* entre les deux années ? (iii) Après 25 ans de la première exploitation, est-ce que l'espèce se reconstituera-t-elle ?

1.2. Hypothèses

Pour répondre à ces deux questions, deux hypothèses ont été formulées, notamment:

- La surface terrière et la biomasse produite par les individus de *P. macrocarpus* augmentent significativement avec le nombre d'années;
- La quantité de la biomasse produite est fonction des classes de diamètre des individus de *P. macrocarpus*;
- En tenant compte du temps de rotation de 25 ans et du diamètre minimum d'exploitation de 60 cm fixé par l'administration forestière Congolaise, on suppose que l'espèce se reconstitue bien pendant le temps imparti après la première exploitation.

1.3. Objectif

1.3.1. Objectif général

L'objectif général de cette étude est d'apprécier la dynamique de *P. macrocarpus* dans la forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko.

1.3.2. Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif général, les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis, notamment :

- Evaluer la surface terrière occupée par les individus de *P. macrocarpus* ainsi que la biomasse produite par les mêmes individus 7 ans après la première mensuration faite en 2008 ;

- Evaluer la quantité de la biomasse produite en fonction des classes de diamètre pour les deux années.
- Simuler le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation

1.4. Intérêt

L'étude présente a un double intérêt, entre autres scientifique et écologique :

- Sur le plan scientifique, elle permet de quantifier la surface terrière et la biomasse produite par les individus de *Petersianthus macrocarpus* dans une forêt semi-caducifolié de la réserve de Yoko ;
- Sur le plan écologique, elle permet de caractériser la structure diamétrique de *Petersianthus macrocarpus*.

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Milieu d'étude

2.1.1. Situation administrative et géographique

La réserve de Yoko est située dans le groupement de Kisesa, collectivité de Bakumu-Mangongo, territoire d'Ubundu dans la province de la Tshopo (Lomba et Ndjele, 1998)

Elle est baignée par la rivière Yoko qui la subdivise en deux parties, la partie nord avec une superficie de 3370 ha et celle du sud avec 3605 ha ; soit une superficie totale de 6975 ha (Lomba, 2007). Elle est délimitée au nord par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, au sud et à l'est par la rivière Biaro, à l'ouest par la voie ferrée et la route reliant Kisangani-Ubundu aux points kilométriques 21 à 38. Elle a comme coordonnées géographiques 0°17' latitude N et 25°17' longitude E et l'altitude oscille autour de 400 m (Boyemba, 2006 ; Lomba, 2007 ; Katusi, 2009).

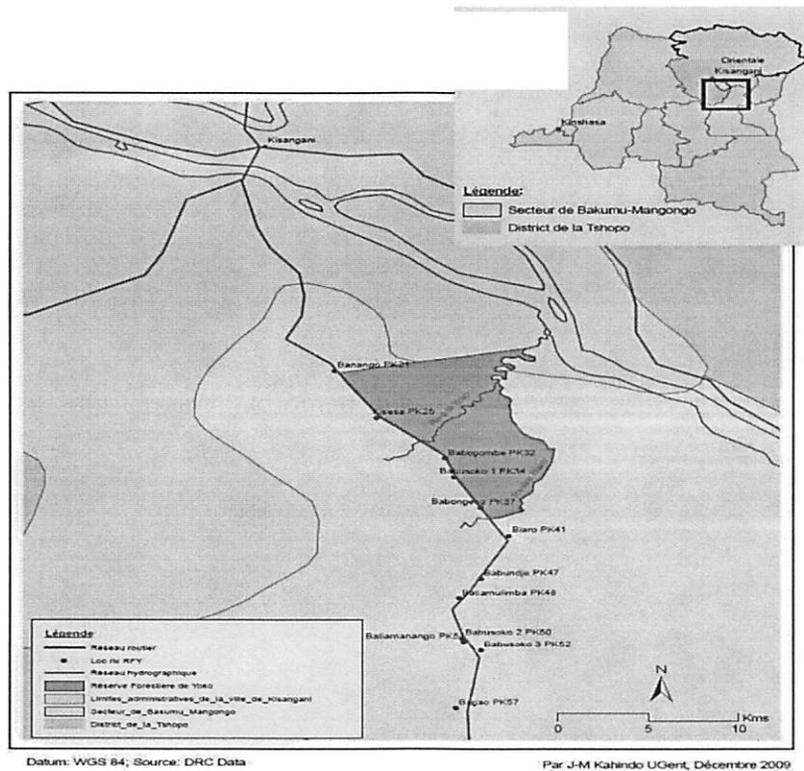


Figure 2.1. Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko (Kahindo, 2011).

2.1.2. Facteurs Abiotiques

2.1.2.1. Climatique

Compte tenu des irrégularités dans le prélèvement des données climatiques de la réserve et suivant sa situation à la périphérie de Kisangani, la réserve bénéficie d'un climat du type Af selon la classification de Köppen où la moyenne des températures du mois le plus froid est supérieure à 18°C et d'une amplitude thermique annuelle faible (inférieure à 5°C). La moyenne de précipitation du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm (deux périodes sèches : la première période va du mois de janvier au mois de mars et la deuxième période va du mois juin au mois de septembre) (Nshimba, 2008). Les moyennes annuelles des pluies sont de l'ordre de 1700 mm et la température journalière est de 25°C (Boyemba, 2006).

Cependant, la réserve forestière de Yoko présente quelques petites variations microclimatiques dues à une couverture végétale plus importante et au réseau hydrographique très dense (Lomba et Ndjele, 1998).

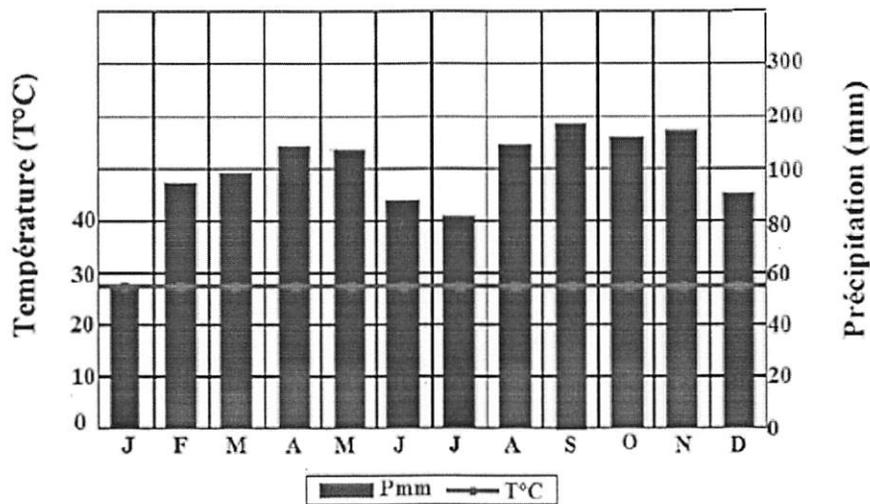


Figure 2.2. : Courbes de précipitation et de température de la ville de Kisangani (site de Yoko), moyennes mensuelles des années 2004-2013 (source : station de Mangboka : MONUSCO, 2014 cité par Katusi 2015).

2.1.2.2. Sol

La réserve forestière de Yoko présente les mêmes caractéristiques reconnues au sol de la cuvette centrale congolaise, c'est-à-dire, les sols ferralitiques et rouge-ocre (Katusi, 2009) et qui sont caractérisés par un pH acide inférieur à 6 (Kombele, 2004).

2.1.3. Facteurs biotiques

2.1.3.1. Végétation

La végétation du dispositif permanent de 400 ha est essentiellement constituée de deux ensembles, un ensemble regroupant les forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* qui forme un peuplement plus ou moins pur et un autre ensemble formé par les forêts mixtes à *Scorodophloeus zenkeri* constituées d'essences héliophiles ou semi héliophiles. On y rencontre généralement des essences telles que: *Entandrophragma spp*, *Guarea spp*, *Pericopsis elata*, *Strombosia grandifolia*, etc. (Batsielili, 2008).

2.1.3.2. Activités anthropiques

La réserve forestière de Yoko a connu une forte dégradation de leur biodiversité suite à une pression anthropique et l'exploitation illégale de bois d'œuvre ainsi que l'agriculture itinérante sur brûlis (Lomba et Ndjele, 1998).

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Généralité sur l'espèce

L'espèce *Petersianthus macrocarpus* appartient à la famille des Lecythidaceae.

a) Dénominations (Tailfer, 1989)

Le nom commerciale est Essia et les noms vernaculaires, en RDC (Wulo, Mossoho, Minzu, Tutwo, Bayombi), au Gabon (Abing ou Abin), au Cameroun (Abing), au Nigeria (Owewe) et au Congo-Brazzaville (Minzu).

b) Description botanique (Tailfer, op cit.)

Arbre de grande dimension à fut droit, assez cylindrique, atteignant 27 m de haut et 1,30m de diamètre, rhytidome profondément fendillé longitudinalement, écorce très fibreuse, à odeur désagréable, ouvrier blanc jaunâtre, bois de cœur rougeâtre, assez dur, cime sphérique, claire.

Feuilles spiralées, groupées à l'extrémité des rameaux ; limbe elliptique ou plus souvent obovale, à bord obscurément denticulé.

Fleurs à sépales triangulaires, arrondis et à pétales subordiculaire.

2.2.2. Dispositif de collecte des données

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

Fruit cordiformes à 4 ailes percheminées renfermant une seule graine développée, fusiforme.

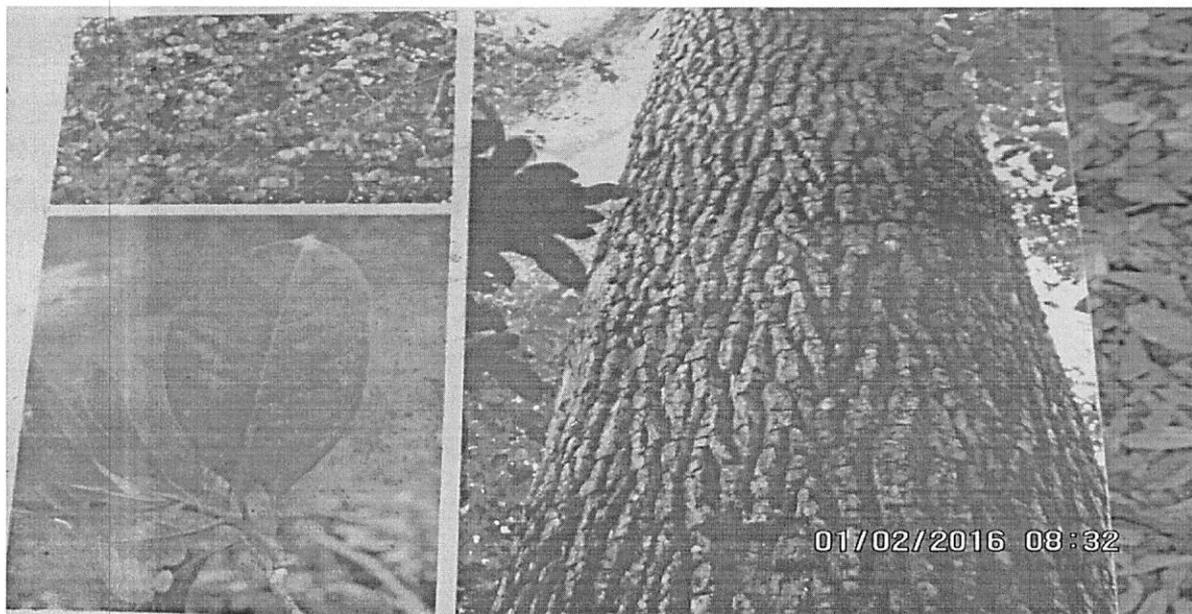


Figure 2.3. Feuille, fleur, fruit et le fût de *Petersianthus macrocarpus*

c) habitat+

P. macrocapus est habituellement un arbre des forêts denses, surtout secondaires et plus souvent dans les forêts primaires.

d) Distribution géographique

P. macrocarpus est part de la guinée jusqu'en Centrafrique, et vers le sud jusqu'en RDC et au nord de l'Angola.

e) usages

Le bois à un aubier blanc jaunâtre et celui du cœur est rougeâtre, dur, mais cassant. Le bois est utilisé en tranchage, déroutage, ébénisterie et menuiserie. La plante est hot des espèces de chenille comestibles notamment *Imbrasia alopa* et *I. epimethea*.

2.2.2. Dispositif de collecte des données

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 sud (Figure 2.3).

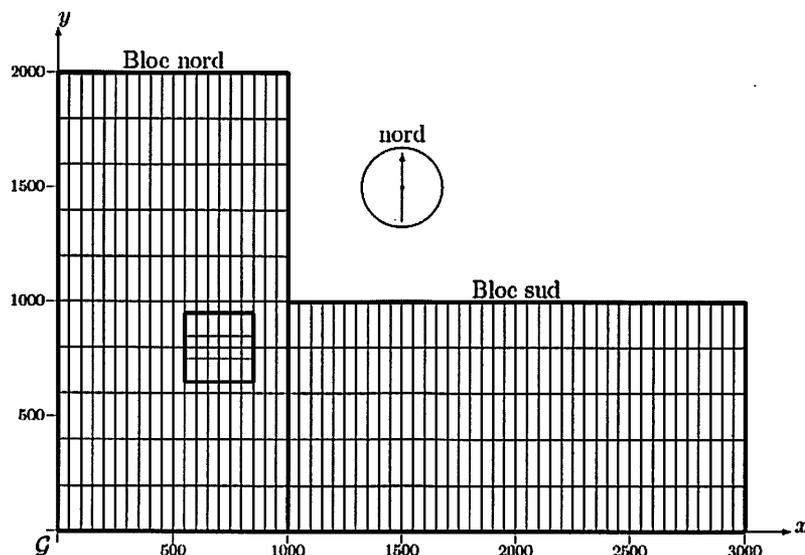


Figure 2.3. Schéma de la zone d'étude et la position de la parcelle permanente de 9 ha du bloc sud en rouge (Source : Picard, 2008)

La parcelle permanente comprend 9 placeaux d'un hectare subdivisés chacun en 100 placettes de 10 m x 10 m (Nyembo, 2012). Dans chaque placeau, l'inventaire se faisait en direction est-ouest suivant l'axe x et nord-sud suivant l'axe d'y. (Figure 2.4)

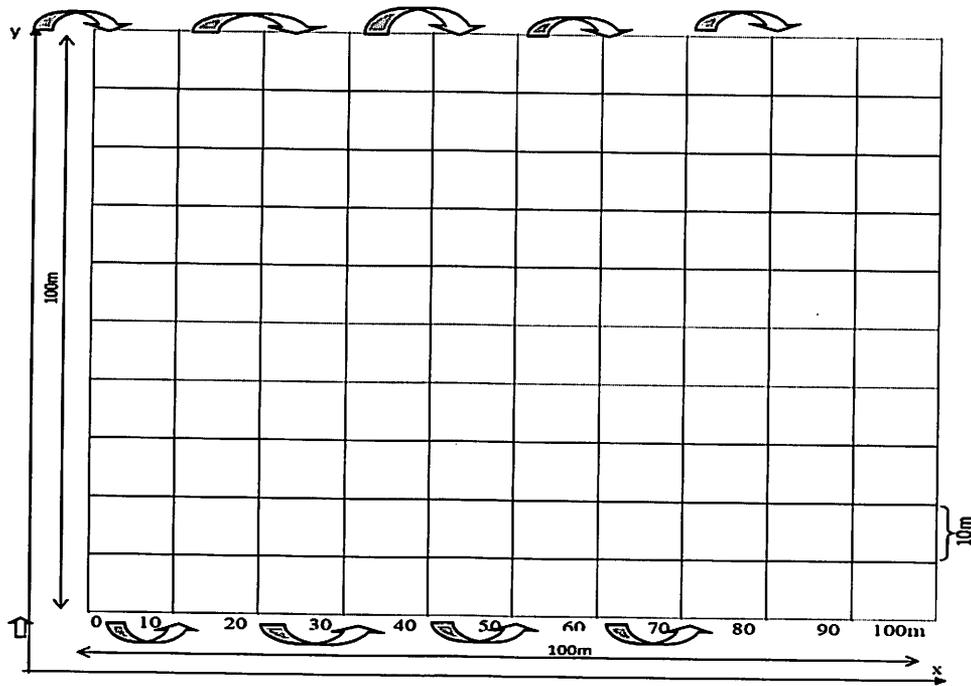


Figure 2.4. Placeau de 1 ha subdivisé en 100 placettes de 10 m x 10 m

Dans chaque placeau, la circonférence de différents individus a été mesurée en 2008 à 1,30 m au dessus du sol et matérialisée par deux traits peints en rouge durant la première campagne. La seconde campagne faite en 2015, consistait à mesurer de nouveau la circonférence aux mêmes endroits et à la même hauteur. Les tiges non retrouvées ont été considérées comme mortes.

2.2.3. Analyse des données

2.2.3.1. 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 qui est de 10 cm (Picard et Gourlet-Fleury, 2008).

Le taux de recrutement 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 t_1 dont le diamètre est supérieur à celui de recrutement (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 $\Delta t = t_2 - t_1$

2.2.3.2. Le taux de mortalité

Le taux de mortalité 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 supérieur au diamètre de recrutement. Il se calcule par la formule ci-après (Bedel & al., 1998; Durrieu de Madron et al., 1998 ; 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.

2.2.3.3. Accroissement annuel moyen (Δd)

Les diamètres mesurés entre les années 2008 et 2015 sont utilisées pour le calcul des accroissements. 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 (Favrillon et al., 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.

Pour la 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.

2.2.3.4. 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)

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

2.2.3.5. 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 (SPIAF, 2007).

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 dû à l'exploitation (10%) ; et t = temps de passage, soit 25 ans.

2.2.3.6. 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 calculée par la formule suivante :

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

2.2.3.7. Biomasse aérienne

L'estimation de la biomasse aérienne des arbres s'est faite à partir des équations allométriques en intégrant les paramètres dendrométriques issues de l'inventaire forestier comme indiqué :

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

Où d : densité de l'arbre et DHP: Diamètre à la hauteur de la poitrine. Et la densité (d) du bois de *P. macrocarpus* est égale à $0,68 \text{ g/cm}^3$ (Louppe et al., 2008)

2.2.3.8. Le calcul du Stock de carbone

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. (Timothy et Brown, 2005)

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

2.3. Traitements statistiques

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

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 2015).

En effet, le test t-Student a pour formule : $t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S^2_p}{n_1} + \frac{S^2_p}{n_2}}}$

Avec X_1 et X_2 = moyennes arithmétiques de 2 séries ; S^2_p = variance commune de 2 séries ; n_1 et n_2 = nombre de données dans les 2 séries.

Le test non-paramétrique de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements diamétriques en fonction des classes de diamètre ; il a pour formule :

$$KW = \frac{12}{N(n+1)} \sum_{i=1}^k n_i (R_i - R)^2$$

Avec n_j = taille de l'échantillon ; N = somme de n_j ; R_i = la somme des rangs pour l'échantillon i parmi l'ensemble d'échantillons.

Le test de Khi carré (χ^2) sert à comparer la structure diamétrique entre les années 2008 et 2014 et il a pour formule : $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - t_i)^2}{t_i}$

Avec n_i = nombre d'individus observés dans la classe i ; t_i = nombre d'individus théoriques dans la classe i ; k = nombre de classes de la variable qualitative ($k \geq 2$) ; i = numéro de la classe de la variable qualitative ($1 \leq i \leq k$)

CHAPITRE III : ANALYSE DES RESULTATS

3.1. Taux de recrutement

Le taux de recrutement des individus de *P. macrocarpus* est représenté dans le tableau 3.1

Tableau 3.1. Taux de recrutement des individus de *P. macrocarpus*

Effectif initial	Recruté (7 ans)	Taux de recrutement (%)
136	11	1,16

Il ressort du tableau 3.1 que, sept ans après la première mensuration, 11 individus de *P. macrocapus* ont été recrutés, soit le taux de recrutement de 1,16%.

3.2. Taux de mortalité

Le taux de mortalité des individus de *P. macrocarpus* est illustré dans le tableau 3.2.

Tableau 3.2. Taux de mortalité des individus de *P. macrocarpus*

Effectif initial	Morts (7 ans)	Taux de mortalité (%)
136	13	1,4

Après 7 ans après la première mensuration, le tableau 3.2 montre que, 13 individus de *P. macrocapus* sont morts sur un total de 136 inventories en 2008, soit un taux de mortalité de 1,4%.

En tenant compte du taux de mortalité en fonction des classes de diamètre, il ressort de la figure 3.1 que, la classe de diamètre allant de [40-50 cm[présente un taux de mortalité le plus élevé de l'ordre de 14,3% suivie de celle de [10-20 cm[avec un taux de 1,6% et enfin, les classes [20-30 cm[, [30-40 cm[avec respectivement 0,9% chacune tandis que les autres classes présentent un taux de mortalité nul.

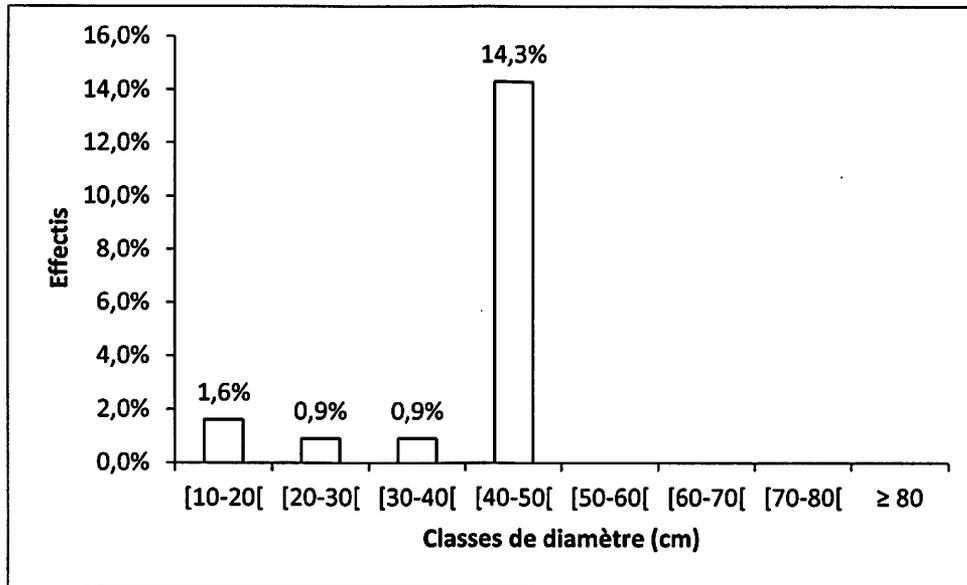


Figure 3.1. Taux de mortalité en fonction des classes de diamètre.

3.3. Accroissement diamétrique annuel

Les accroissements diamétriques annuels des individus de *P. macrocarpus* 7 ans après la première mensuration sont consignés dans le tableau 3.3

Tableau 3.3. Le taux de mortalité des individus de *petersianthus macrocarpus*

AAM (cm/an)	Maximum	Minimum
0,53 ± 0,34	2,15	0,03

Au regard du tableau 3.3, 7ans après la première mensuration, les accoisements diamétriques annuels des individus de *P. macrocarpus* sont de $0,53 \pm 0,34$ cm /an avec un maximum de 2,15cm/an et un minimum de 0,03cm/an.

Quant à l'accroissement diamétrique annuel en fonction des classes de diamètre, il ressort de la figure 3.2 que, la classe à dhp ≥ 80 cm présente un accroissement diamétrique annuel le plus élevé de l'ordre de 0,72 cm /an suivie de [40-50cm [avec 0,71cm/an et le moins élevé est représenté par la classe de [70-80cm [avec 0,16 cm /an. En utilisant le test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements diamétriques annuels en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il n'y a pas de différence significative (KW= 7 ; $p = 0,42 > 0,05$).

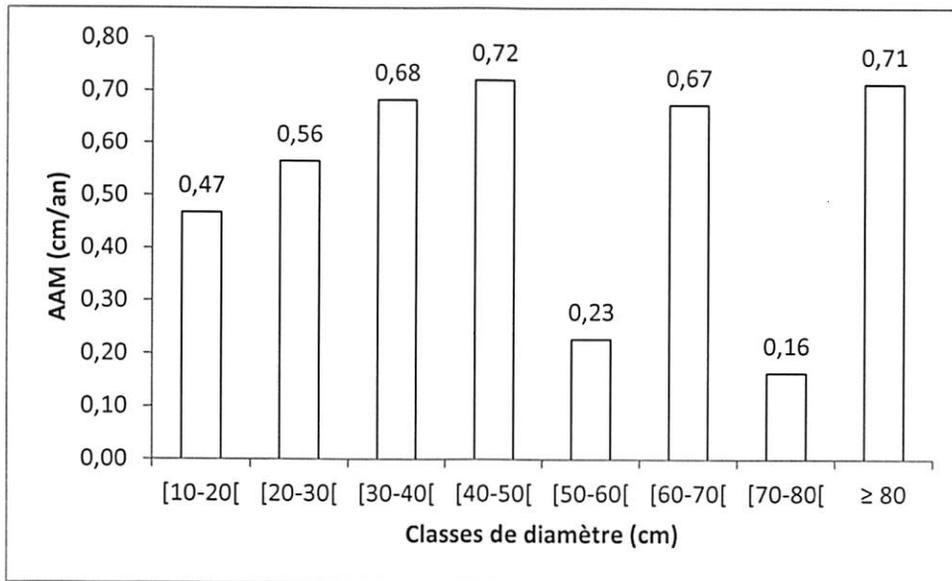


Figure 3.2 Accroissement diamétrique en fonction des classes de diamètre

3.4. Structure diamétrique

Les structures diamétriques des individus de *P. macrocarpus* entre les années 2008 et 2015 sont présentées sur la figure 3.3.

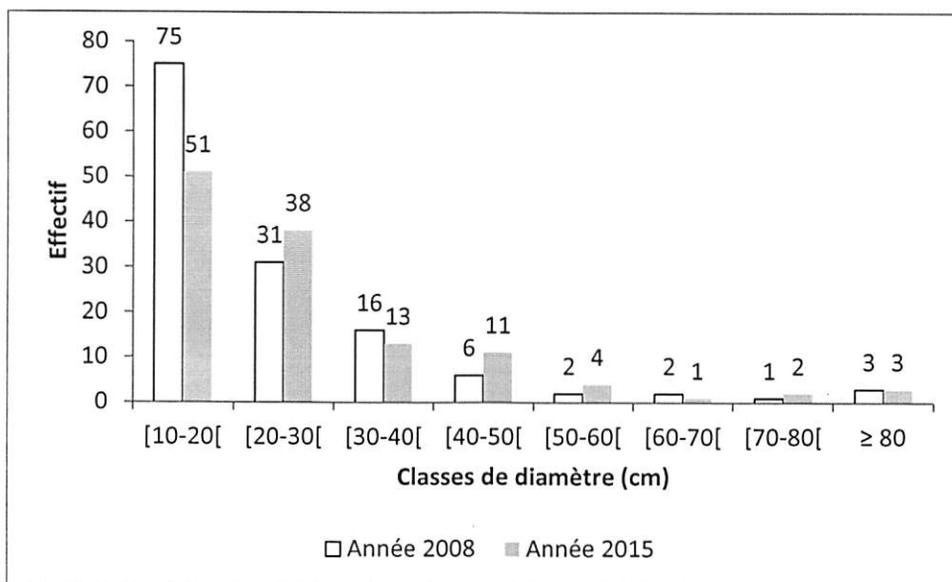


Figure 3.3. Structures diamétriques entre les années 2008 et 2015

Il ressort de la figure 3.3 que, les deux structures sont en « J inversé », c'est-à-dire, le nombre d'individus décroît avec l'augmentation des classes de diamètre.

En comparant les effectifs d'individus en fonction des classes de diamètre entre les deux années, on constate qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 5 % ($\chi^2 = 6,6$; dl = 4 et $p = 0,16 > 0,05$).

3.5. Taux de reconstitution

En tenant compte du diamètre minimum d'exploitation de 60 cm et le nombre des tiges exploitables au temps initial de 3 pieds. En utilisant premier scenario, c'est-à-dire lorsqu'on prélève 50 % (2,5 pieds) (tableau 3.4) au temps initial, après 25 ans, le taux de reconstitution serait 28,2 %. En d'autres termes, avec les accroissements annuels moyens observés en fonction des classes de diamètre avec un taux de prélèvement 50 %, l'espèce *Petersianthus macrocarpus* est ne renouvelable pas son stock exploitable après 25ans [% Re = $(1,22 + 1,01 - 0,54/6) \times 100 = 28,2$ %]

Tableau 3.4. Simulation du taux de reconstitution en fonction de 50 % de prélèvement

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7	8
Effectifs An 25 ans	51	38	13	11	4	1	2	3
AAM	0,47	0,56	0,68	0,72	0,23	0,67	0,16	0,71
Passage (%)	117,5%	140%	170%	180 %	57,5%	168%	40%	177,5%
Maintien (%)	-17,5%	-40%	-70%	-80,0%	42,5%	-68 %	60 %	-77,5%
Tiges exploitées	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,0	1,5
Tiges endommagées	5,1	3,8	1,3	1,1	0,4	0	0	0
NV effectifs	45,9	34,2	11,7	9,9	3,6	0,5	1,0	1,5
Tiges vivantes 25 ans	32,3	24,0	8,2	7,0	2,5	0,4	0,7	1,1
Mortalité naturelle	13,6	10,2	3,5	2,9	1,1	0,1	0,3	0,4
Maintien An 25	-5,6	-9,6	-5,8	-5,6	1,1	-0,2	0,4	-0,8
Passage An 25	37,9	33,7	14,0	12,5	1,5	0,6	0,3	1,9
Effectifs An 25 ans	51	28,3	27,9	8,4	13,6	1,22	1,01	-0,54

3.5. Surface terrière

En 2008, la surface terrière totale était 0,9513 m²/ha (0,1189m²/ha ± 0,0619m²/ha) tandis qu'en 2015, elle est de 1,1130m²/ha (0,1391m²/ha ± 0,0646 m²/ha), soit un accroissement annuel de 0,0231 cm/an (Tableau 3.4). En utilisant le test t de Student pour comparer les valeurs de la surface terrière totale entre les années 2008 et 2015, on constate qu'il y a une différence significative ($t = 12,8$, dl = 1 et $p\text{-value} = 0,04 < 0,5$)

Années	BM (t/ha)	Δ BM (t/ha)	C(t/ha)	Δ C (t/ha)
2008	13,3192	0,0979 \pm 0,2279	6,6596	0,0490 \pm 0,1140
2015	16,0704	0,1307 \pm 0,2698	8,0352	0,0653 \pm 0,1349
Gain annuel (t/ha/an)	0,3930		0,1965	

Tableau 3.6. Biomasse produite et carbone séquestré

Le tableau 3.6 montre que, la biomasse totale produite est passée de 13,3192 t/ha (0,0979 \pm 0,2279 t/ha) en 2008 à 16,0704 t/ha (0,1307 \pm 0,2698 t/ha) en 2015, soit un gain annuel de 0,3930 t/ha. La quantité de carbone séquestré est passée de 6,6596 t/ha (0,0490 \pm 0,1140 t/ha) en 2008 à 8,0352 t/ha (0,0653 \pm 0,1349 t/ha) en 2015 soit un gain annuel de 0,1965 t/ha. En appliquant le test de t-Student pour comparer les valeurs de la biomasse produite et le carbone séquestré entre les années 2008 et 2015, on constate qu'il y a une différence significative ($t = 10,6$; $dl = 1$ et $p = 0,043 < 0,05$)

3.6. Biomasse produite et carbone séquestré

Le tableau ci-haut, montre que, pour les deux années, la classe à dhp ≥ 80 cm présente les valeurs de la surface terrière les plus élevées (respectivement de 0,2149 m²/ha et 0,2395 m²/ha) tandis qu'en 2008, la classe allant de [70-80 cm] et en 2015, celle de [60-70 cm] présentent les valeurs de la surface terrière les moins élevées (respectivement de 0,0434 m²/ha et 0,0420 m²/ha).

CD	ST (m ² /ha) 08	ST (m ² /ha) 15
[10-20[	0,1376	0,1170
[20-30[	0,1525	0,2011
[30-40[	0,1779	0,1376
[40-50[	0,0979	0,1814
[50-60[	0,0497	0,1027
[60-70[	0,0775	0,0420
[70-80[	0,0434	0,0916
≥ 80	0,2149	0,2395
Total	0,9513	1,1130
Moyenne	0,1189	0,1391
Ecart-type	0,0619	0,0646

Tableau 3.5. Surface terrière en fonction des classes de diamètre (CD)

La quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré en fonction des classes entre les années 2008 et 2015 sont représentées respectivement sur les figures 3.4 et 3.5

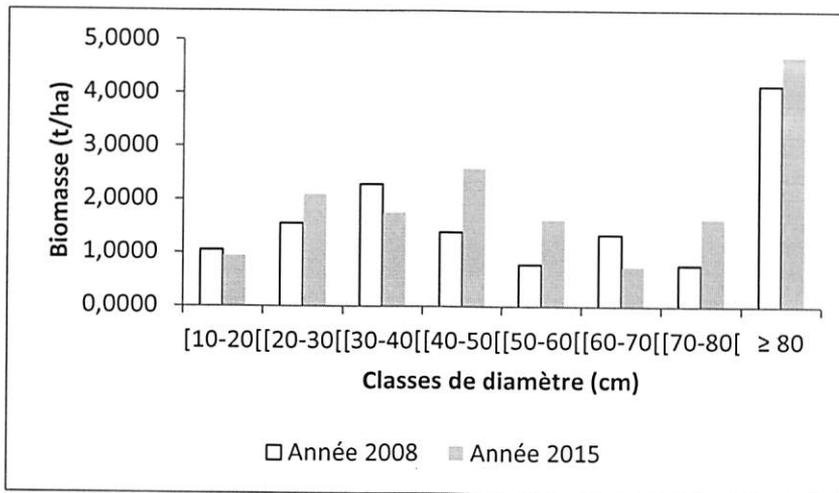


Figure 3.4. Biomasse produite en fonction des classes de diamètre

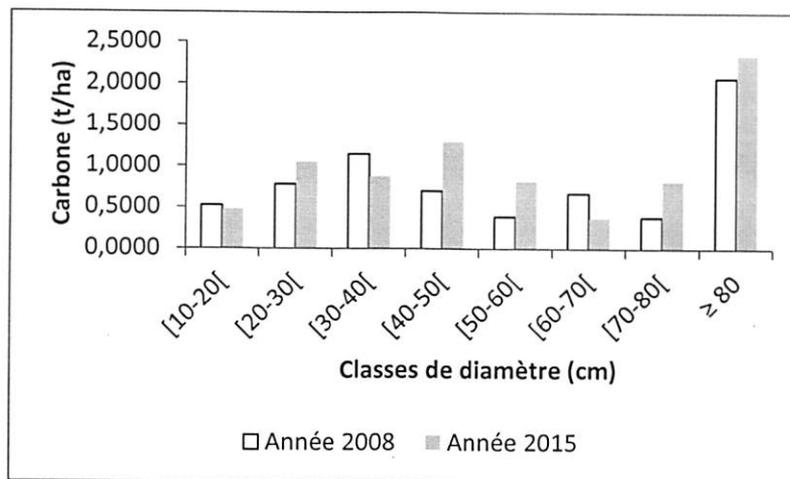


Figure 3.5. Carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

Sur l'ensemble de deux années, les figures 3.5 et 3.6 montrent que, la classe à $d_{hp} \geq 80$ cm ont produit et séquestré plus la biomasse et le carbone tandis qu'en 2008, la classe allant de [70-80 cm [et en 2015, celle de [60-70 cm [ont produit et séquestré moins la biomasse et le carbone. La quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré en fonction des classes de diamètres ne sont pas significativement différentes (KW= 10,7; dl = 7 et $p = 0,15 > 0,05$)

CHAPITRE IV : DISCUSSION DES RESULTATS

4.1. Caractéristique dendrométrique

Sept ans après la première mensuration effectuée en 2008 et en 2015, sur l'ensemble de 9 ha, l'inventaire complet des individus de *Petersianthus macrocarpus* à dbh \geq 10 cm indique un taux de recrutement observé est de 1,16 % qui est presque similaire aux résultats obtenus au Cameroun dans la réserve de Dja et en République centrafricaine dans la forêt de Ngoto respectivement de 1,2 et 1,04% et (Sonke, 1999 ; Lejoly, 2000). Boyemba (2011) a obtenu 0,6 % pour *Pericopsis elata* ; cela montre que *Petersianthus macrocarpus* se recrute bien que *Pericopsis elata*.

En ce qui concerne le taux de mortalité, il est de 1,76%. Ce taux est similaire à celui observé généralement chez la plupart des espèces des forêts tropicales (Lejoly, 2000) qui oscille autour de 1-2% et légèrement supérieur à la valeur estimée de 1% (Esteve, 2001 ; SPIAF, 2009).

4.2. Influence de l'accroissement annuel moyen sur la surface terrière et la biomasse

Pour l'espèce *Petersianthus macrocarpus*, les accroissements annuels moyens après 7 ans de la première mensuration effectuée en 2008 des individus à dbh \geq 10 cm sont des $0,53 \pm 0,34$ cm/an. Ces valeurs sont légèrement supérieures aux résultats de certains auteurs tels que Manokoran et Kochummen (1987) cité par Katusi (2015) dans la forêt de Malaisie où ils ont observé un accroissement diamétrique moyen compris entre 0,15 et 0,25 cm/an et Mengin-Lecreux (1990b) cité par Katusi (2015) dans le dispositif de Paracou en Guyane, en peuplement témoin, pour toutes les espèces confondues, les accroissements moyens évalués sur une période de 5 ans variaient de 0,08cm/an à 0,24 cm/an. En comparant la valeur d'accroissement annuel moyen de *Petersianthus macrocarpus* avec ceux de *Millettia laurentii* (0,52 à 0,94 cm/an, Assumani, 2009) et *Pericopsis elata* (0,64 à 0,69 cm/an, Assumani, 2009) mise à plantation ; nous constatons que *Millettia laurentii* et *Pericopsis elata* ont des accroissements annuels moyens presque similaires à ceux de *Petersianthus macrocarpus* et cela serait lié au caractère héliophile de ces trois espèces.



En ce qui concerne la surface terrière, elle est passée de 0,9513 m²/ha en 2008 à 1,1130 m²/ha en 2015, soit un gain de 0,0231 m²/ha et la biomasse est passée 13,3192 t/ha en 2008 à 16,0704 t/ha en 2015, soit un gain de 0,3930 t/ha/an. En comparant les deux valeurs de la surface terrière et de la biomasse (Cfr point 3.5 ; tableau 3.5 et point 3.6 ; tableau 3.6), on avait constaté qu'il y a une différence significative entre les deux années. D'où l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « la surface terrière et la biomasse produite par les individus de *P. macrocarpus* augmentent significativement avec le nombre d'années». Les résultats similaires ont été observés pour les espèces de la strate dominante de la parcelle permanente du bloc nord de Yoko telles que *Guarea thompsonii* (Amula, 2013), *Prioria oxyphylla* (Isetcha, 2013) et *Scorodophloeus zenkeri* (Masangu, 2014). Il sied de signaler que, la surface terrière est fortement corrélée à la biomasse (Phillips et al., 1998) et les résultats révèlent que le dispositif permanent de Yoko se trouve encore dans une phase continue de la séquestration de carbone. Entre les années 2008 et 2015, il convient de signaler que la production de la biomasse et de la séquestration de carbone en fonction des classes de diamètre ne sont pas significativement différentes (Cfr. Point 3.6, figures 3.4 et 3.5). D'où le rejet de l'hypothèse selon laquelle « la quantité de la biomasse produite est fonction des classes de diamètre des individus de *P. macrocarpus*»

Les valeurs de la biomasse produite et du carbone séquestré par *Petersianthus macrocarpus* (16,0704 t/ha) sont inférieures à celles produites par *Cynometra hankei* (43,7956 t/ha) (Kaswera, 2014) et *Prioria oxyphylla* (20,6724 t/ha) (Isetcha, 2012) mais supérieures à celles produites par *Guarea thompsonii* (13,6884 t/ha) (Amula, 2012) et *Pycnanthus angolensis* (1,1108 t/ha) (Kasereka, 2014) au sein de la même de la dite parcelle permanente de Yoko.

Quant à l'évolution du peuplement, sur un total de 5 tiges exploitables, lorsqu'on prélève 50 % (2,5 tiges exploitables), après 25 ans, le taux de reconstitution serait de 28,2%. D'où le rejet de l'hypothèse selon laquelle « en tenant compte du temps de rotation de 25 ans et du diamètre minimum d'exploitation de 60 cm fixé par l'administration forestière Congolaise, on suppose que l'espèce se reconstitue bien pendant le temps imparti après la première exploitation». Les résultats similaires ont été observés chez les espèces *Cynometra hankei* (Kaswera, 2014) et *Anthonotha fragans* (Kungwabaku, 2015) au sein de la dite parcelle permanente du bloc nord de Yoko.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

La présente étude a permis de donner quelques éléments de compréhension sur la dynamique de la population de *Petersianthus macrocarpus* dans la forêt semi-caducifoliée de Yoko.

Les objectifs spécifiques poursuivis dans cette étude étaient primo d'évaluer la surface terrière occupée par les individus de *Petersianthus macrocarpus* ainsi que la biomasse produite par le même individu sept ans après la première mensuration fait à 2008 ; secundo, d'évaluer la quantité de la biomasse produite en fonction de classe de diamètre pour les deux années et enfin, tertio, d'apprécier la simulation du taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après l'exploitation.

Après le traitement, les résultats suivant ont été obtenus :

- ❖ Le taux de recrutement est 1,165% tandis que celui de la mortalité naturelle est 1,4%
- ❖ Les accroissements diamétriques annuelles sont $0,53 \pm 0,34$ cm/an avec un maximum de 2,15cm/an et un minimum de 0,03cm/an
- ❖ La surface terrière est passée de $0,9513\text{m}^2/\text{ha}$ en 2008 à $1,1130\text{m}^2/\text{ha}$ en 2015, soit un gain annuel de $0,0231\text{m}^2/\text{ha}/\text{an}$
- ❖ La quantité de la biomasse produite est passée de $13,3192\text{t}/\text{ha}$ en 2008 à $16,0704\text{t}/\text{an}$ soit un gain $0,3930\text{t}/\text{ha}$ et celle du carbone séquestrée qui passe de $6,6596\text{t}/\text{ha}$ en 2008 à $8,0352\text{t}/\text{ha}$ en 2015 soit un gain de $0,1965\text{t}/\text{ha}$;
- ❖ En tenant compte des accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre, après 25 ans après la première exploitation, *P. macrocarpus* ne se reconstitue qu'à 28,2%

De tout ce qui précède, nous suggérons que les mensurations appropriées soient prises, basées principalement sur l'accroissance diamétrique des individus de différentes espèces que soit dans la strate des dominées et celle des dominants et cela, doivent se faire tous les trois à cinq ans, enfin, d'avoir une idée sur la variation d'accroissement diamétrique des arbres, leur capacité de produire la biomasse et de stocker le carbone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amula, K., 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 *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch. Dans la parcelle permanente du bloc Nord (Ubundu, province orientale, R.D. Congo). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 37 p
- Assumani, A., 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 inédit, FS/UNIKIS, 119 p
- 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.
- Bibani Marga, R., Jonkers, W.B.J. et Essama, E. J., 1998. Phénologie de 86 essences productrices de bois d'œuvre de la forêt dense humide sempervirente du sud-Cameroun. Résultats préliminaires, Séminaire Forafri, Libreville-Gabon, 12-16 Octobre 1998, 16 p.
- Boyemba, B., 2006. Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RD Congo).Mémoire de DEA, ULB, Bruxelles, 101p.
- Boyemba B.F., 2011. Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse, ULB, 181 p
- 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: pp 87-99.

- Condit, R., Ashton, P.S, Baker P., Bunyavejchewin, S., Gunatilleke N., Gunatilleke,S., Hubbel, S.P., Foster, R.B., Itoh , A., Lafrankie, J.V., Lee, H.S., Losos, E., Manokatan, N., Sukumar, R. & Yamakuta, T., 2000. Spatial patterns in the distribution of tropical tree species. *Sciences* 288: 1414-1418.
- Durrieu de Madron, L., Favrichon,V., Dupuy, B., Bar Hein, A., Maitre, H.F., 1998. Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif de Mopri-Côte d'Ivoire (1978-1992). CIRAD-Forêt, Montpellier. Série FORAFRI, document 3, 72 p.
- Esteve J., 2001. Etude sur le plan pratique d'aménagement des forêts naturelles de production tropicales africaines. Volet I, Production forestière, ATIBT, Paris, 91 p.
- Favrichon V., Gourlet-Fleury,S., Dessart, H., 1998. Parcelle permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide : éléments pour une méthodologie d'analyse des données. CIRAD, France, Montpellier, 158 p.
- Frontier S. et Pichad-Viale, D., 1991. Ecosystème : structure fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21. Masson, Paris, 2ed. 447 p.
- Fonty, 2011 étude de l'écologie folia DC Baill(leguminosae-pipilionoideae) espèce monodiminate dans le foret de guyane française, thèse de doctorat, université Montpellier II-science et technique-207p
- Gounot. M, 1989 : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie pp25.
- 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, 35 p.
- 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, 269 p.

- Kasereka, K, L., 2014. Etude de la dynamique de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr. dans le dispositif permanent du bloc sud de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province Orientale, RDC), Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 32 p
- Kaswera, K., 2014 ; Etude de la dynamique de *Cynometra hankei* Harms dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve de Yoko.(Ubundu, RD Congo) DEA inédit Fac Sc./Unikis, 41 p.
- 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.
- Katusi, L., 2015. Ecologie de *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr. et *Guarea thompsonii* Sprague & Hutch. dans les forêts des environs de Kisangani : Cas des réserves forestières de Yoko et de Biosphère de Yangambi (Province Orientale, R.D.Congo). Thèse de doctorat inédite, FS/UNIKIS, 136 p.
- Kombele, F., 2004. Diagnostic de la fertilité des sols dans les cuvettes centrale congolaise cas de séries Yangambi et Yakombe. Thèse doctorale, communauté française de Belgique. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 421 p.
- Kungwabaku, M., 2015. Dynamique de la population d'*Anthonotha fragrans* (Bak. f.) Exell & Hillcoat dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FGRNR/UNIKIS, 33 p
- Lejoly J., 2000. Les recherches sur la biodiversité végétale dans les 6 sites du programme Ecofac entre 1997 et 2000 ; Rapport final de synthèse, 180 p
- Lomba, B. L. et Ndjele, M.B., 1998. Utilisation de la méthode de transect en vue de l'étude de la phytodiversité dans la réserve de Yoko (Ubundu, RDC). Annales (11) FS/UNIKIS, pp 35- 46
- Lomba, B.L., 2007. Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve de Yoko (Ubundu, RD Congo). Mémoire de DES, UNIKIS, fac. des sciences. 60p.

- Loupe, 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'œuvre 1. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7 (1). Prota, 785 p.
- Madeleine 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, 202 p.
- Masangu, S., 2014. Dynamique de *Scorodophleus zenkeri* Harms dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province orientale, RDC). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 34p
- Maitre et Hermeline 1985 projet de relance d'une brigade de reboisement-Nogent-sur-marne, France, GERDAT-C.T.F.T 171p
- Mayau et al 2004 bortholome E-fritz S-Belword A-2004-A newland-cover map of Africa for the year 2000 journal of biogeography 31:861-854
- Mbindule 2012 cite par Katusi 2015
- Mbiye à Kisangani, RD Congo. Thèse de doctorat, ULB, 389p
- Nshimba, S.M., 2008. Etude floristique, écologique et phytosociologie des forêts de l'île
- Nyembo, F.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). Mémoire du DEA .46p.
- Picard, N., 2008. Analyse des données de pré-inventaire de Yoko. UPR « Dynamique de forêts naturelles », Libreville, Gabon, 436 p.
- Picard, N. et Gourlet-Fleury, S., 2008. Manuel de référence pour l'installation des dispositifs permanents en forêt de production dans le bassin du Congo. Commission des forêts d'Afrique centrale. 270p
- Riera, B. et Alexandre D. Y., 1998. Surface des chablis et temps de renouvellement en forêt dense tropicale. Acta oecologica oecol gener 9(2) : 211-220.

- Sonke, B., 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la réserve de Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, ULB, Laboratoire de botanique systématique et de phytosociologie, 340 p
- SPIAF, 2007 ; guide opérationnel. Modèle de calcul de la possibilité forestière. MECN, eaux et forêts, RDC, 17-18 pp
- Tailfer Y.1989 ; La forêt dense de l'Afrique centrale-Identification pratique des principaux arbres. Agence de Coopération Culturelle et Technique et CTA, SWageningen, 847 p.
- 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.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	I
REMERCIEMENTS	II
RESUME.....	IV
SUMMARY	V
CHAPITRE PREMIER: INTRODUCTION	1
Problématique.....	1
1.2. Hypothèses	3
1.3. Objectif.....	3
1.3.1. Objectif général	3
1.3.2. Objectifs spécifiques.....	3
1.4. Intérêt.....	4
CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES	5
2.1. Milieu d'étude	5
2.1.1. Situation administrative et géographique	5
2.1.2. <i>Facteurs Abiotiques</i>	6
2.1.2.1. <i>Climatique</i>	6
2.1.2.2. <i>Sol</i>	6
2.1.3. Facteurs biotiques.....	7
2.1.3.1. <i>Végétation</i>	7
2.1.3.2. <i>Activités anthropiques</i>	7
2.2. Matériel et méthodes	7
2.2.1. Généralité sur l'espèce.....	7
c) habitat.....	8
2.2.2. Dispositif de collecte des données.....	8
La parcelle permanente comprend 9 placeaux d'un hectare subdivisés chacun en 100 placettes de 10 m x 10 m (Nyembo, 2012). Dans chaque placeau, l'inventaire se faisait en direction est-ouest suivant l'axe x et nord-sud suivant l'axe d'y. (Figure 2.4)	9
2.2.3. Analyse des données.....	10
2.2.3.1. <i>Le taux recrutement</i>	10
2.2.3.2. <i>Le taux de mortalité</i>	10
2.2.3.3. <i>Accroissement annuel moyen (Δd)</i>	10

2.2.3.4. <i>Taux de prélèvement</i>	11
2.2.3.5. <i>Indices de reconstitution</i>	11
2.2.3.6. <i>Surface terrière</i>	12
2.2.3.7. <i>Biomasse aérienne</i>	12
2.2.3.8. <i>Le calcul du Stock de carbone</i>	12
2.3. <i>Traitements statistiques</i>	12
CHAPITRE III : ANALYSE DES RESULTATS.....	14
3.1. <i>Taux de recrutement</i>	14
3.2. <i>Taux de mortalité</i>	14
3.3. <i>Accroissement diamétrique annuel</i>	15
3.4. <i>Structure diamétrique</i>	16
3.5. <i>Taux de reconstitution</i>	17
3.5. <i>Surface terrière</i>	17
3.6. <i>Biomasse produite et carbone séquestré</i>	18
CHAPITRE IV : DISCUSSION DES RESUTATS.....	20
4.1. <i>Caractéristique dendrométrique</i>	20
4.2. <i>Influence de l'accroissement annuel moyen sur la surface terrière et la biomasse</i>	20
CONCLUSION ET SUGGESTIONS.....	22
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	23

ANNEXE

Cr08: circonférence 2008; Cr015: circonférence 2015; D08: Diamètre 2008 ; D015: Diamètre 2015 ; ST08 : surface terrière 2008 ; ST015 : surface terrière 2015; BM08 : biomasse produite en 2008 ; BM015 : biomasse produite en 2015 ; CB08 : carbone séquestré en 2008 ; CB15 : carbone séquestré en 2015 ; AAM : accroissement annuel moyen.

Carré	Cr08	D 08	ST 08	BM08	CB2008	Cr015	D015	ST 015	BM015	CB015	AAM(cm)
1	34	10,8	0,0010	0,0062	0,0031	50	15,9	0,0022	0,0173	0,0087	0,73
1	65,8	21,0	0,0038	0,0358	0,0179	73	23,2	0,0047	0,0470	0,0235	0,33
1	57,3	18,2	0,0029	0,0249	0,0124	62,5	19,9	0,0035	0,0313	0,0156	0,24
1	118,5	37,7	0,0124	0,1641	0,0821	145	46,2	0,0186	0,2729	0,1364	1,21
1	68	21,7	0,0041	0,0390	0,0195	78,4	25,0	0,0054	0,0566	0,0283	0,47
1	45,8	14,6	0,0019	0,0137	0,0069	75	23,9	0,0050	0,0504	0,0252	1,33
1	50	15,9	0,0022	0,0173	0,0087	59	18,8	0,0031	0,0269	0,0134	0,41
1	52	16,6	0,0024	0,0192	0,0096	60	19,1	0,0032	0,0281	0,0140	0,36
1	58,5	18,6	0,0030	0,0263	0,0131	63	20,1	0,0035	0,0319	0,0160	0,20
1	73,4	23,4	0,0048	0,0477	0,0238	74	23,6	0,0048	0,0487	0,0244	0,03
1	279,1	88,9	0,0689	1,3209	0,6605	298	94,9	0,0786	1,5354	0,7677	0,86
1	41,6	13,2	0,0015	0,0106	0,0053	48,2	15,4	0,0021	0,0157	0,0079	0,30
2	87,5	27,9	0,0068	0,0753	0,0377	96,8	30,8	0,0083	0,0978	0,0489	0,42
2	100	31,8	0,0088	0,1064	0,0532	107	34,1	0,0101	0,1265	0,0633	0,32
2	173	55,1	0,0265	0,4224	0,2112	181	57,6	0,0290	0,4718	0,2359	0,36
2	126	40,1	0,0140	0,1917	0,0959	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
2	41,4	13,2	0,0015	0,0105	0,0053	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
2	49	15,6	0,0021	0,0164	0,0082	57	18,2	0,0029	0,0245	0,0123	0,36
2	294	93,6	0,0765	1,4887	0,7443	317	101,0	0,0889	1,7672	0,8836	1,05
2	31,8	10,1	0,0009	0,0052	0,0026	39	12,4	0,0013	0,0090	0,0045	0,33
2	40,8	13,0	0,0015	0,0101	0,0051	48,4	15,4	0,0021	0,0159	0,0080	0,35
2	39,4	12,5	0,0014	0,0092	0,0046	46,2	14,7	0,0019	0,0141	0,0070	0,31
3	215	68,5	0,0409	0,7152	0,3576	230	73,2	0,0468	0,8399	0,4199	0,68
3	35,4	11,3	0,0011	0,0069	0,0035	42	13,4	0,0016	0,0109	0,0055	0,30
3	102,5	32,6	0,0093	0,1133	0,0567	127,5	40,6	0,0144	0,1976	0,0988	1,14
3	88,5	28,2	0,0069	0,0776	0,0388	104	33,1	0,0096	0,1176	0,0588	0,71
3	88	28,0	0,0069	0,0765	0,0382	105	33,4	0,0098	0,1205	0,0603	0,77
3	49,5	15,8	0,0022	0,0169	0,0084	57	18,2	0,0029	0,0245	0,0123	0,34
3	51,7	16,5	0,0024	0,0190	0,0095	66	21,0	0,0039	0,0361	0,0180	0,65
3	95,9	30,5	0,0081	0,0955	0,0477	102	32,5	0,0092	0,1119	0,0560	0,28
3	69,5	22,1	0,0043	0,0413	0,0207	80	25,5	0,0057	0,0597	0,0298	0,48
3	89,7	28,6	0,0071	0,0803	0,0402	131	41,7	0,0152	0,2115	0,1058	1,88
3	59	18,8	0,0031	0,0269	0,0134	79	25,2	0,0055	0,0578	0,0289	0,91
3	221,4	70,5	0,0434	0,7671	0,3836	225	71,7	0,0448	0,7971	0,3986	0,16
3	105,3	33,5	0,0098	0,1214	0,0607	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
3	124,8	39,7	0,0138	0,1872	0,0936	137	43,6	0,0166	0,2367	0,1184	0,56
3	58,8	18,7	0,0031	0,0266	0,0133	92	29,3	0,0075	0,0858	0,0429	1,51

Carré	Cr08	D 08	ST 08	BM08	CB2008	Cr015	D015	ST 015	BM015	CB015	AAM(cm)
3	55,8	17,8	0,0028	0,0232	0,0116	68	21,7	0,0041	0,0390	0,0195	0,56
3	32,2	10,3	0,0009	0,0054	0,0027	39,5	12,6	0,0014	0,0093	0,0046	0,33
4	162	51,6	0,0232	0,3593	0,1797	164	52,2	0,0238	0,3704	0,1852	0,09
4	53,6	17,1	0,0025	0,0208	0,0104	62,3	19,8	0,0034	0,0310	0,0155	0,40
4	130,2	41,5	0,0150	0,2083	0,1041	138	43,9	0,0168	0,2411	0,1205	0,35
4	66,5	21,2	0,0039	0,0368	0,0184	86,8	27,6	0,0067	0,0738	0,0369	0,92
4	75,5	24,0	0,0050	0,0513	0,0257	80	25,5	0,0057	0,0597	0,0298	0,20
4	86,4	27,5	0,0066	0,0729	0,0365	101,4	32,3	0,0091	0,1102	0,0551	0,68
4	43,1	13,7	0,0016	0,0117	0,0058	54,5	17,4	0,0026	0,0218	0,0109	0,52
4	58,9	18,8	0,0031	0,0267	0,0134	70,9	22,6	0,0044	0,0435	0,0218	0,55
4	82,8	26,4	0,0061	0,0653	0,0326	89,2	28,4	0,0070	0,0792	0,0396	0,29
4	71	22,6	0,0045	0,0437	0,0219	80,5	25,6	0,0057	0,0607	0,0303	0,43
4	103,5	33,0	0,0095	0,1162	0,0581	114	36,3	0,0115	0,1487	0,0744	0,48
4	54,3	17,3	0,0026	0,0216	0,0108	77,6	24,7	0,0053	0,0551	0,0276	1,06
4	63,7	20,3	0,0036	0,0329	0,0164	77,2	24,6	0,0053	0,0544	0,0272	0,61
4	36,7	11,7	0,0012	0,0076	0,0038	47,5	15,1	0,0020	0,0151	0,0076	0,49
4	35,5	11,3	0,0011	0,0070	0,0035	58	18,5	0,0030	0,0257	0,0128	1,02
4	70,5	22,5	0,0044	0,0429	0,0215	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
4	34,6	11,0	0,0011	0,0065	0,0033	42	13,4	0,0016	0,0109	0,0055	0,34
4	38,3	12,2	0,0013	0,0086	0,0043	44,5	14,2	0,0018	0,0127	0,0064	0,28
4	55	17,5	0,0027	0,0223	0,0112	68,5	21,8	0,0042	0,0398	0,0199	0,61
4	50,8	16,2	0,0023	0,0181	0,0090	63	20,1	0,0035	0,0319	0,0160	0,56
4	41,6	13,2	0,0015	0,0106	0,0053	55,3	17,6	0,0027	0,0226	0,0113	0,62
4	57,2	18,2	0,0029	0,0248	0,0124	67,2	21,4	0,0040	0,0378	0,0189	0,45
5	143	45,5	0,0181	0,2636	0,1318	168	53,5	0,0250	0,3930	0,1965	1,14
5	101,2	32,2	0,0091	0,1097	0,0548	112	35,7	0,0111	0,1422	0,0711	0,49
5	70,5	22,5	0,0044	0,0429	0,0215	90,5	28,8	0,0072	0,0822	0,0411	0,91
5	108,9	34,7	0,0105	0,1323	0,0662	121	38,5	0,0130	0,1731	0,0865	0,55
5	42,3	13,5	0,0016	0,0111	0,0056	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
5	34,7	11,1	0,0011	0,0066	0,0033	44	14,0	0,0017	0,0124	0,0062	0,42
5	43,5	13,9	0,0017	0,0120	0,0060	48,5	15,4	0,0021	0,0160	0,0080	0,23
5	50	15,9	0,0022	0,0173	0,0087	54,5	17,4	0,0026	0,0218	0,0109	0,20
5	46,6	14,8	0,0019	0,0144	0,0072	55	17,5	0,0027	0,0223	0,0112	0,38
5	47,3	15,1	0,0020	0,0150	0,0075	54,5	17,4	0,0026	0,0218	0,0109	0,33
5	39,7	12,6	0,0014	0,0094	0,0047	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
5	55,9	17,8	0,0028	0,0233	0,0116	68	21,7	0,0041	0,0390	0,0195	0,55
5	71	22,6	0,0045	0,0437	0,0219	82	26,1	0,0059	0,0637	0,0318	0,50
5	53,5	17,0	0,0025	0,0207	0,0104	60	19,1	0,0032	0,0281	0,0140	0,30
5	67,4	21,5	0,0040	0,0381	0,0191	72,5	23,1	0,0046	0,0462	0,0231	0,23
6	37,5	11,9	0,0012	0,0081	0,0040	44	14,0	0,0017	0,0124	0,0062	0,30
6	58,3	18,6	0,0030	0,0260	0,0130	67	21,3	0,0040	0,0375	0,0188	0,40
6	67,9	21,6	0,0041	0,0389	0,0194	69,6	22,2	0,0043	0,0415	0,0207	0,08
6	107,2	34,1	0,0102	0,1271	0,0636	122	38,9	0,0132	0,1767	0,0884	0,67
6	113,6	36,2	0,0114	0,1474	0,0737	125	39,8	0,0138	0,1879	0,0940	0,52

Carré	Cr08	D 08	ST 08	BM08	CB2008	Cr015	D015	ST 015	BM015	CB015	AAM(cm)
6	119,5	38,1	0,0126	0,1677	0,0838	132	42,0	0,0154	0,2156	0,1078	0,57
6	39,9	12,7	0,0014	0,0095	0,0048	48,6	15,5	0,0021	0,0161	0,0080	0,40
6	34	10,8	0,0010	0,0062	0,0031	42	13,4	0,0016	0,0109	0,0055	0,36
6	120,7	38,4	0,0129	0,1720	0,0860	168	53,5	0,0250	0,3930	0,1965	2,15
6	44,5	14,2	0,0018	0,0127	0,0064	54	17,2	0,0026	0,0213	0,0106	0,43
6	280,3	89,3	0,0695	1,3340	0,6670	285,4	90,9	0,0721	1,3906	0,6953	0,23
6	40,5	12,9	0,0015	0,0099	0,0050	45	14,3	0,0018	0,0131	0,0066	0,20
6	73,5	23,4	0,0048	0,0478	0,0239	78,3	24,9	0,0054	0,0564	0,0282	0,22
6	35,9	11,4	0,0011	0,0072	0,0036	49,2	15,7	0,0021	0,0166	0,0083	0,61
6	150	47,8	0,0199	0,2969	0,1485	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
6	49	15,6	0,0021	0,0164	0,0082	56,3	17,9	0,0028	0,0237	0,0119	0,33
6	138,2	44,0	0,0169	0,2420	0,1210	156	49,7	0,0215	0,3273	0,1637	0,81
6	124,5	39,6	0,0137	0,1860	0,0930	130,5	41,6	0,0151	0,2095	0,1047	0,27
6	63,2	20,1	0,0035	0,0322	0,0161	76	24,2	0,0051	0,0522	0,0261	0,58
6	48	15,3	0,0020	0,0156	0,0078	59,7	19,0	0,0032	0,0277	0,0139	0,53
6	119,9	38,2	0,0127	0,1691	0,0845	131,2	41,8	0,0152	0,2123	0,1062	0,51
7	32,8	10,4	0,0010	0,0057	0,0028	45,5	14,5	0,0018	0,0135	0,0068	0,58
7	37,3	11,9	0,0012	0,0080	0,0040	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
7	54	17,2	0,0026	0,0213	0,0106	62	19,7	0,0034	0,0306	0,0153	0,36
7	59,2	18,9	0,0031	0,0271	0,0136	85	27,1	0,0064	0,0699	0,0349	1,17
7	68	21,7	0,0041	0,0390	0,0195	81	25,8	0,0058	0,0617	0,0308	0,59
7	65,2	20,8	0,0038	0,0349	0,0175	74	23,6	0,0048	0,0487	0,0244	0,40
7	38,9	12,4	0,0013	0,0089	0,0045	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
7	77,8	24,8	0,0054	0,0555	0,0278	107	34,1	0,0101	0,1265	0,0633	1,33
7	39,9	12,7	0,0014	0,0095	0,0048	45	14,3	0,0018	0,0131	0,0066	0,23
7	42,6	13,6	0,0016	0,0113	0,0057	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
8	37,5	11,9	0,0012	0,0081	0,0040	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
8	33,3	10,6	0,0010	0,0059	0,0029	41	13,1	0,0015	0,0102	0,0051	0,35
8	77	24,5	0,0052	0,0540	0,0270	90,1	28,7	0,0072	0,0813	0,0406	0,60
8	62,4	19,9	0,0034	0,0311	0,0156	70,3	22,4	0,0044	0,0426	0,0213	0,36
8	43	13,7	0,0016	0,0116	0,0058	52	16,6	0,0024	0,0192	0,0096	0,41
8	38,4	12,2	0,0013	0,0086	0,0043	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
8	51,7	16,5	0,0024	0,0190	0,0095	60	19,1	0,0032	0,0281	0,0140	0,38
8	38	12,1	0,0013	0,0084	0,0042	47	15,0	0,0020	0,0147	0,0074	0,41
8	72,8	23,2	0,0047	0,0467	0,0233	80	25,5	0,0057	0,0597	0,0298	0,33
8	38,9	12,4	0,0013	0,0089	0,0045	55,5	17,7	0,0027	0,0229	0,0114	0,76
8	69	22,0	0,0042	0,0405	0,0203	93,3	29,7	0,0077	0,0890	0,0445	1,11
8	58,7	18,7	0,0030	0,0265	0,0133	72	22,9	0,0046	0,0453	0,0227	0,61
8	121,5	38,7	0,0131	0,1749	0,0874	133	42,4	0,0156	0,2197	0,1099	0,52
8	44,4	14,1	0,0017	0,0127	0,0063	53	16,9	0,0025	0,0202	0,0101	0,39
8	36,6	11,7	0,0012	0,0076	0,0038	45	14,3	0,0018	0,0131	0,0066	0,38
8	34,8	11,1	0,0011	0,0066	0,0033	40	12,7	0,0014	0,0096	0,0048	0,24
8	43,7	13,9	0,0017	0,0121	0,0061	52	16,6	0,0024	0,0192	0,0096	0,38
8	59,1	18,8	0,0031	0,0270	0,0135	67	21,3	0,0040	0,0375	0,0188	0,36

Carré	Cr08	D 08	ST 08	BM08	CB2008	Cr015	D015	ST 015	BM015	CB015	AAM(cm)
8	71,4	22,7	0,0045	0,0444	0,0222	0	0,0	0,0000	0,0000	0,0000	
8	79,4	25,3	0,0056	0,0585	0,0293	89	28,3	0,0070	0,0787	0,0394	0,44
8	44,4	14,1	0,0017	0,0127	0,0063	49	15,6	0,0021	0,0164	0,0082	0,21
8	36,3	11,6	0,0012	0,0074	0,0037	42	13,4	0,0016	0,0109	0,0055	0,26
9	66,2	21,1	0,0039	0,0364	0,0182	75	23,9	0,0050	0,0504	0,0252	0,40
9	31,5	10,0	0,0009	0,0051	0,0025	37,2	11,8	0,0012	0,0079	0,0040	0,26
9	37,7	12,0	0,0013	0,0082	0,0041	49,3	15,7	0,0022	0,0167	0,0084	0,53
9	203,4	64,8	0,0366	0,6261	0,3130	218	69,4	0,0420	0,7393	0,3697	0,66
9	32,4	10,3	0,0009	0,0055	0,0027	39	12,4	0,0013	0,0090	0,0045	0,30
9	125,5	40,0	0,0139	0,1898	0,0949	138,2	44,0	0,0169	0,2420	0,1210	0,58
9	90,6	28,9	0,0073	0,0825	0,0412	100,2	31,9	0,0089	0,1069	0,0535	0,44
Total			0,9513	13,3192	6,6596			1,1130	16,0704	8,0352	
Moyenne			0,0070	0,0979	0,0490			0,0079	0,1123	0,0561	0,53
Ecart-type			0,0121	0,2279	0,1140			0,0126	0,2391	0,1196	0,33

10/10/10

10/10/10

10/10/10