

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES

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



B.P. 2012 KISANGANI

**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).**

Par

Ladislav KASEREKA KAHAMBA

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. Hippolyte NSHIMBA S-M.

Encadreur : C.T Roger KATUSI L.

ANNEE ACADEMIQUE: 2013-2014

DEDICACE

A ma mère pour toutes ses peines durant les années, humble témoignage de ma grande affection, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond amour.

A mes frères et sœurs qui m'ont accompagné durant cette vie pénible.

A mes oncles et tantes.

A mes cousins et cousines.

A mes neveux et nièces.

A la mémoire de mon père, mes grand parents, mes oncles et tantes, cousins et cousines.

A tous les camarades d'auditoire.

A tous les camarades du home « LUTULA BOYS ».

Ladislav KASEREKA KAHAMBA

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent au professeur **Hippolyte NSHIMBA SEYA WA MALALE** et le Chef de Travaux **Roger KATUSI LOMALISA**, respectivement directeur et encadreur de ce travail.

Nos remerciements s'adressent également aux établissements TSOKAS. pour nous avoir logés à Kisangani et que le bon Dieu leur comble de sa bénédiction.

Nous remercions également Mr **Polycarpe KAMBALE MASUPA** pour ses conseils inoubliables.

Nos remerciements s'adressent aussi aux corps académique et scientifique de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani pour l'encadrement et la formation obtenus, fruit de ce que nous sommes aujourd'hui.

Nous remercions aussi toute personne ayant contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Ladislav KASEREKA KAHAMBA

RESUME

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).

L'objectif général poursuivi dans cette étude est d'évaluer la structure, l'accroissement diamétrique et la quantité de la biomasse produite deux ans après la première campagne de mensuration effectuée en 2011 ainsi que le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation.

L'inventaire a été faite dans le dispositif permanent du bloc sud de la réserve forestière de Yoko, à l'intérieur duquel tous les individus de *Guarea cedrata* à dhp \geq 10 cm ont été mesurés à 1,30 m du sol, soit au dessus de contreforts et cette mensuration a été matérialisée par deux bandes peintes en rouge durant la première campagne effectuée en 2011. Et la deuxième campagne faite en 2013, consiste à remesurer les mêmes individus et aux mêmes endroits.

Après deux ans, le taux de recrutement (3,47 %) est supérieur à celui de mortalité (0,7%), ce qui conduit à une augmentation du nombre d'individus dans le peuplement passant de 72 à 76 individus.

Les accroissements diamétriques moyens sont de $0,48 \pm 0,16$ cm/an avec la valeur maximale de 0,96 cm/an et la minimale de 0,16 cm/an.

La surface terrière totale est passée de 0,0686 m²/ha en 2011 à 0,0709 m²/ha en 2013, soit un accroissement de 0,0012 m²/ha/an.

La biomasse produite est passée de 26,7961 t/ha en 2011 à 27,6767 t/ha en 2013, soit un gain annuel de 0,4403 t/ha. La quantité de carbone séquestrée est passée de 13,3980 t/ha en 2011 à 13,8383 t/ha en 2013, soit un gain annuel de 0,2202 t/ha.

Après une rotation de 25 ans, l'espèce se reconstitue de 60,2 % si le taux de prélèvement des tiges exploitables est de 50 %.

Mots clés : Dynamique, *Guarea cedrata*, biomasse, taux de reconstitution, dispositif permanent, bloc sud, Yoko.

SUMMARY

Study of the dynamics of *Guarea cedrata* (A. Chev.) Pellegr. in the permanent device of the south block of the forest reserve of Yoko (Ubundu, Oriental Province, RDC).

The main aim of this study is to evaluate the structure, the diametric growth and the quantity of the biomass produced 2 years after the first campaign of measurement carried out in 2011 as well as the rate of reconstitution of the species 25 years after the first exploitation.

The inventory has been done in the permanent device of the south block of the forest reserve of Yoko, in which all individuals of *Guarea cedrata* to dhp \geq 10 cm has been measured over the buttresses to 1, 30 m from the soil, and this measurement has been materialized by two strips painted in red during the first campaign done in 2011. The second campaign carried out in 2013 consists in remeasuring the same individuals at the same places.

After 2 years, the recruiting rate (3, 47%) is superior to the one of mortality (0, 7%), this leads to an increase of the number of individuals in the population passing from 72 to 76 individuals.

The average diametric growths are $0,48 \pm 0,16$ cm/year with the maximal value of 0,96 cm/year and the minimal of 0,16 cm/an.

The total basal area has passed from 0,0686 m²/ha in 2011 to 0,0709 m²/ha in 2013, either a growth of 0,0012 m²/ha/year.

The biomass produced has passed from 26,7961 t/ha in 2011 to 27,6767 t/ha in 2013, either an annual gain of 0,4403 t/ha. The quantity of carbon sequestered passed from 13,3980 t/ha in 2011 to 13,8383 t/ha in 2013, either an annual gain of 0,2202 t/ha.

After a rotation of 25 years, the reconstitution of species is 60,2% if the rate of withdrawal of the exploitable stems is of 50%.

Key words: Dynamics, *Guarea cedrata*, biomass, rate of reconstitution, permanent device, south block, Yoko.

LISTE D'ABREVIATIONS

CF : Facteurs de conversion.

COMIFAC : Commission de Forêts d'Afrique Centrale.

DME : Diamètre Minimum d'Exploitation.

Dbh : Diamètre à la hauteur de la poitrine.

Dc : diamètre de pré- comptage.

Exp : Exponentiel.

Mr : Monsieur.

NEIR : Normes d'Exploitation à Impact Réduit.

NE : Nord- Est.

NW : Nord-Ouest.

SE : Sud- Est.

PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux.

RCA : République Centre Africaine.

RDC : République Démocratique du Congo.

Re : indice de reconstitution.

REAFOR : Programme de Relance de la Recherche Agricole et Forestière en RDC.

SPIAF : Service Permanent d'Inventaire et Aménagement Forestier.

TM : Taux de Mortalité.

TR : Taux de Recrutement.

TSOKAS : Tsongo Kasereka .

LISTE DE FIGURES

Figure 2.1 : Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko.

Figure 2.2 : Schéma de la zone d'étude avec les layons existants et la position de la parcelle permanente de 9 ha du bloc nord.

Figure 3.1 : Accroissements diamétriques annuels en fonction des classes de diamètre.

Figure 3.2 : Structure diamétrique des individus de *Guarea cedrata*.

Figure 3.3 : Dispersion des valeurs des surfaces terrières des individus de *Guarea cedrata* pour les années 2011 et 2013.

Figure 3.4 : Production de la biomasse et séquestration de carbone en fonction des classes de diamètre .

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1 : Taux de recrutement des individus de *Guarea cedrata*.

Tableau 3.2 : Taux de mortalité naturelle des individus de *Guarea cedrata*.

Tableau 3.3 : Accroissement diamétrique annuel des individus de *Guarea cedrata*.

Tableau 3.4 : Accroissements annuels moyens en fonction du statut.

Tableau 3.5 : Evolution de la biomasse et séquestration de carbone entre 2011 et 2013.

Tableau 3.6 : Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré en fonction du statut.

Tableau 3.7 : les différents pourcentages du taux de reconstitution 25ans après la première exploitation.

CHAPITRE I: INTRODUCTION

Le bloc forestier d'Afrique centrale est encore majoritairement intact mais, les régions les plus reculées pourraient être touchées dans un future proche par les forces combinées de la déforestation et de l'exploitation du bois due à l'augmentation des populations humaines, l'agriculture qui nécessite de plus en plus de terres et avec les progrès technologiques, l'exploitation du bois, de la viande et d'autres ressources naturelles est de plus en plus intensive et dégradante (White et *al.*, 2001).

Avec 220 millions d'hectares de forêt tropicale, le bassin du Congo est le deuxième massif forestier tropical du monde après la forêt Amazonienne. Partagé entre six pays, il compte actuellement 80 millions d'habitants (Nshimba, 2008)

En République Démocratique du Congo (RDC), ces forêts sont menacées par des exploitations illégales qui ne se soumettent pas au respect des normes d'exploitation à impact réduit (NEIR) sur l'environnement forestier ni à celui des diamètres minimum d'exploitation (DME) fixés par l'administration forestière (Lomba, 2011).

I.1. PROBLÉMATIQUE

La dynamique constitue la base d'observation de l'équilibre démographique et de la régénération des populations végétales en assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces (Boyemba, 2006). Ainsi, l'évolution à long terme de la forêt n'est prévisible que lorsque les paramètres tels que la mortalité, la croissance et le recrutement des arbres sont bien cernés (Jesel, 2001 cité par Ayali, 2011).

Dans cet optique, de nombreux dispositifs d'études permanentes ont été installés dans des forêts tropicales tels que les dispositif d'Irobo au Cameroun en 1978, dispositif de Mbaki en République Centre-Africaine en 1982, etc. (Chave, 1999) et celui de Yoko en 2007 par le projet REAFOR afin d'assurer un suivi des processus fondamentaux de la dynamique (Sheil, 1995 cité par Nyembo, 2012) et permettent la constitution de base de données indispensables à l'exploration du processus impliqué dans la dynamique forestière (Peacock et *al.*, 2007).

La généralisation des plans d'aménagement nécessite la mise en place de ces dispositifs de suivi à long terme dans lesquels les arbres sont inventoriés et mesurés individuellement à intervalles de temps réguliers.

L'état de la ressource est établi à partir d'inventaires systématiques à grande échelle, alors que sa dynamique est extrapolée à partir du suivi de dispositifs de long terme, de taille limitée (Picard N., 2008).

La présente étude porte sur la dynamique de *Guarea cedrata* dans le bloc sud du dispositif permanent de la réserve forestière de la Yoko. Les Meliaceae constituent une famille importante dans l'exploitation du bois en RDC, elles renferment un groupe important d'espèces de bois d'œuvre de grande valeur marchande. Environ 80 % d'essences de 1^{ère} classe (bois d'exportation) appartiennent à cette famille.

I.2. HYPOTHÈSES

Les hypothèses suivantes ont été émises, notamment :

- ✦ La surface terrière occupée par les individus de *Guarea cedrata* en 2011 est significativement différente à celle occupée par les mêmes individus en 2013;
- ✦ La quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestrée en 2013 est significativement différente de celle produite et séquestrée en 2011 ;
- ✦ D'après l'administration forestière de la RDC fixant le diamètre minimum d'exploitabilité (DME) à 60 cm et en se basant sur l'accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre, l'espèce s'est reconstituée bien 25 ans après la première exploitation.

I.3 OBJECTIFS.

I.3.1. Objectif général.

Au cours de nos recherches, nous nous sommes fixé comme objectif général de connaître la dynamique, quantifier la biomasse et le carbone séquestré pendant deux ans et enfin, de calculer le taux de reconstitution de *Guarea cedrata* deux ans après la première campagne de mensuration effectuée en 2011.

I.3.1. Objectifs spécifiques.

De cet objectif général découle les objectifs spécifiques qui sont les suivants :

- ✦ Evaluer la surface terrière occupée par les individus de *Guarea cedrata* deux ans après la première mensuration effectuée en 2011 dans le bloc sud du dispositif permanent de Yoko ;

- ✦ Evaluer la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestrée deux ans après la première campagne des mensurations ;
- ✦ Estimer le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation.

I.4. INTÉRÊT DU TRAVAIL

Ce travail se focalise sur deux aspects :

- ✦ Aspect scientifique : ce travail permet d'avoir une idée de base sur la dynamique de *Guarea cedrata* dans le bloc sud de la réserve forestière de la Yoko et ce résultat, permettra aux aménagistes d'élaborer des plans adéquats dans le cadre d'aménagement forestier et d'exprimer sa potentialité en fonction de reconstitution ;
- ✦ Aspect pratique : ce travail nous permet d'avoir une connaissance de base sur la quantification de biomasse et séquestration du stock de carbone par certaines espèces végétales de nos forêts en général et en particulier celle de *Guarea cedrata*.

I.5. DYNAMIQUE DES PEUPEMENTS FORESTIERS.

La dynamique d'un peuplement est un renouvellement d'effectifs d'une espèce caractérisé par différentes modifications depuis la germination jusqu'à sa mort. Elle aborde trois variables différentes : la croissance, la mortalité et le recrutement. Ce dernier est la résultante de la reproduction, de la survie et la croissance de jeunes individus à une taille quelconque (Favrichon et *al.*, 1998).

I.5.1. L'accroissement diamétrique.

La croissance d'un arbre en forêt tropicale dépend de plusieurs facteurs. En premier lieu, de son stade de développement : la croissance varie avec l'âge de l'individu. Elle dépend, en second lieu, de son environnement et particulièrement des différentes ressources qu'il est susceptible d'exploiter. La croissance d'une espèce peut s'analyser sous différents aspects : la croissance en hauteur et la croissance en diamètre (Morneau, 2007). L'accroissement peut être de plusieurs nature (Rondeux, 1999 cité par Doucet et *al.*, 2007), à l'occurrence :

- L'accroissement moyen périodique : accroissement moyen annuel durant une période de temps déterminée ;
- L'accroissement annuel ou courant annuel : accroissement qui se produit au cours d'une année ;

- L'accroissement total : accroissement depuis l'origine (temps 0) jusqu'à un âge donné ;
- L'accroissement moyen annuel ; accroissement total divisé par âge.

I.5.2. Caractéristiques démographiques (le recrutement et mortalité)

Les mécanismes impliqués dans la dynamique forestière sont variés (perturbations à grande échelle, chablis,...) et interviennent à de temps et des échelles d'espaces très différents (Pascal, 1995).

Les perturbations sont des événements plus ou moins ponctuels, d'origine naturelle ou anthropique, qui altèrent les écosystèmes (composition, structure et fonction). Elles constituent à ce titre, l'un des moteurs essentiels de la dynamique des écosystèmes forestiers. La compréhension des mécanismes de restauration et de recolonisation du milieu par les organismes implique une connaissance du fonctionnement de l'écosystème, tant pour comprendre sa prédisposition aux perturbations que les processus qui accompagnent la restauration (Kakule, 2013).

La mise en évidence d'une tendance à long terme est rendue difficile par la courte période d'observation (relativement à la durée de vie des arbres et à l'échelle de temps des processus dynamiques) ainsi que par des fluctuations annuelles apparemment contradictoires. Tous les nouveaux individus qui atteignent 10 cm de diamètre sont inventoriés lors de la deuxième campagne d'inventaire. Ce sont des « recrutés » et leur effectif constitue le « recrutement ».

Le recrutement est par conséquent le passage d'un individu non recensé lors de la campagne d'inventaire précédente, vers le diamètre de pré-comptage (d_c) qui est de 10 cm (Picard N., 2008).

En ce qui concerne la mortalité, la détection des individus morts n'est pas du tout aisée. Elle exige une observation fine de chaque individu et notamment de son houppier et de son tronc. Certains individus morts peuvent échapper à la vigilance des opérateurs de terrain ou inversement, un individu noté mort peut finalement ne pas l'être.

La mort d'un arbre peut appartenir à l'une de trois catégories : mort sur pied, chablis primaire et chablis secondaire (arbre dont la chute a été causée par celle d'un chablis primaire). La mortalité par chablis peut également prêter à confusion, notamment lors de la détermination du type de chablis (Morneau, 2007).

Le chablis primaire est l'arbre qui tombe en premier et entraîne un certain nombre d'autres, les chablis secondaires. Dans un enchevêtrement de troncs à terre, il n'est pas toujours aisé d'identifier celui qui est tombé en premier et a entraîné les autres (Boyemba, 2011).

1.5.3. La séquestration de Carbone par l'arbre et la forêt

Les forêts sont des réservoirs importants de carbone, par leur biomasse et nécromasse et *via* leur sol. Ce puits de carbone est cependant faible dans certaines forêts, et il n'existe que si elles grandissent ou si leur sol s'enrichit durablement en carbone (Dupouey, 2009).

Le bois est composé à 50% de carbone. Pour produire un mètre cube de bois, un arbre transforme une tonne de gaz carbonique (un gaz à effet de serre dont on cherche à limiter la concentration dans l'atmosphère) et participe ainsi à l'atténuation du changement climatique (Alexeyev *et al.*, 1995).

Le type de forêt a une importance dans la séquestration de carbone, les forêts tropicales ont d'abord été jugées neutres à l'égard du carbone, mais une étude récente a montré qu'elles étaient globalement aussi des puits de carbone (Chave *et al.*, 2008).

Deux méthodes de calcul peuvent être employées pour évaluer la séquestration de carbone dans la biomasse des forêts. D'une part, en estimant le stock de carbone dans ces forêts à différentes dates, on peut calculer le flux par différence entre ces stocks. D'autre part, en calculant directement la différence entre les flux entrant (accroissement en volume) et sortant (récolte de bois, mortalité) des forêts. La première méthode est aujourd'hui la plus fiable, car l'évaluation des stocks est techniquement plus simple, et en conséquence plus précise que celle des flux entrant et sortant. Elle repose sur l'utilisation de données homogènes, alors que la seconde nécessite de faire appel à des sources diverses en matière de définitions, de modes de collectes et de précision (Dupouey, 2009).

1.5.4. Estimation du stock de carbone.

Les stocks de carbone sont estimés à partir de la biomasse des arbres, c'est-à-dire de leur masse sèche de matière organique. Obtenir cette biomasse nécessite donc dans l'absolu, de peser l'ensemble des éléments constitutifs d'un arbre. Ces mesures deviennent difficiles, voire impossibles à l'échelle d'une forêt (Sola *et al.*, 2012).

Pour les racines, le travail de mesure est encore plus fastidieux et bien souvent des facteurs multiplicatifs sont appliqués directement à la biomasse aérienne pour éviter les mesures (Sola *et al.*, 2012).

Une autre méthode plus accessible pour obtenir une estimation de la biomasse d'un arbre consiste à utiliser la relation entre le diamètre des arbres et leur biomasse. C'est à ce niveau qu'interviennent les équations allométriques.

L'allométrie désigne la relation statistique qui existe entre deux caractéristiques de taille des individus d'une même population. Il est donc possible de définir une relation statistique entre certaines grandeurs faciles à mesurer à grande échelle (diamètre, hauteur, densité) et une grandeur difficile à mesurer telle que la biomasse ou le volume. Certaines techniques permettent aujourd'hui d'estimer la biomasse aérienne des forêts, et donc les stocks de carbone forestier, sur base d'images satellitaires de haute résolution (Massenet, 2006). Cependant, les estimations les plus précises de stocks de carbone forestier sont obtenues par les inventaires forestiers, tandis que le monitoring des changements des stocks de carbone passe par l'établissement des parcelles permanentes dans lesquelles les arbres sont mesurés à intervalle régulier. Les mesures de terrain présentent donc des avantages que les techniques de télédétection ne peuvent encore offrir à ce jour (Makana, 2010 cité par Nyembo, 2012).

Et pourtant, en ce qui concerne le suivi des stocks de carbone forestier en Afrique Centrale, à l'exception de certains pays comme le Gabon et le Cameroun qui possèdent des réseaux importants de parcelles permanentes, la République du Congo et la République Centrafricaine ont jusqu'à ce jour, très peu de parcelles permanentes et cela en dépit des recommandations faites en 2010 par le COMIFAC, sur l'extension du réseau des parcelles permanentes à tous les types forestiers majeurs du bassin du Congo (Makana, 2010 cité par Nyembo, 2012).

1.6. GÉNÉRALITÉS SUR *Guarea cedrata* (TAILFER, 1989).

a. Dénominations:

- Commerciale: Bossé clair

- Vernaculaires: R.D.Congo: Bosasa, Lisasa (lac Mai Dombe), Lombe (Turumbu),...

Congo- Brazzaville: Nindiakat; Gabon: Ossoung; Cameroun: Disoko, Mbegna, Quialo; RCA: N'zombou; Niger: Olofun et Ghana: Bossi

b. Description

b.1. Caractères distinctifs

Ecorce gris beige, parfois argentée, écailleuse, se desquamant par plaques épaisses découvrant des grandes cicatrices vermiculées.

Tranche brun rose clair, mi-épaisse, marquée de concrétions pierreuses à forte odeur de cèdre.

Fruit : capsule globuleuse d'environ 5 cm de diamètre, vert jaunâtre, longtemps charnue, déhiscente en 4 à 5 valves finement veloutées (mésocarpe jeune laticifère), libérant 3-4 graines réniformes entourées d'un arille orangé.

b.2. Caractères autres

Arbre de première grandeur, à fut droit et cylindrique atteignant 1,20 m de diamètre. Pied empatté ou muni de contreforts peu à mi-développés.

Cime subglobuleuse puis hémisphérique, compacte, à couvert sombre et dense un peu retombant.

Feuilles composées imparipennées à 7-17 folioles ovales-oblongues de 8-32 cm de long. Fleurs petites, jaune ocre, 4-5-mères, très parfumées, réunies en racèmes ou en panicules.

Bois brun rosé ; léger à mi-lourd, tendre ; à grain assez fin, parfois moiré ou figuré, très odorant.

c. Usage.

Le bois est utilisé en ébénisterie, menuiserie, construction, boîtes à cigares. L'écorce ayant la propriété d'enivrer le poisson (propriété ichtyotoxique).

d. Aires de distribution.

Les bossés sont des arbres africains. Il pousse dans les forêts humides de l'Afrique tropicale occidentale, des côtes de Guinée, du Sénégal au Cameroun, de la R.D.Congo, Côte d'Ivoire et du Ghana au Niger.

CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES

II.1. MILIEU D'ÉTUDE

II.1.1. Situation administrative et géographiques

La réserve forestière de Yoko ($0^{\circ} 17'$ latitude N et $25^{\circ} 17'$ longitude Est) est située en RDC, Province Orientale, territoire d'Ubundu, Collectivité de Bakumu-Mangongo, district de la Tshopo, ville de Kisangani, à 32 km au sud-ouest de la ville sur la route Kisangani-Ubundu.

Elle est délimitée au Nord par la ville de Kisangani, au Sud et à l'Est par la rivière Yoko, à l'Ouest par la voie ferrée et la route le long de laquelle elle se prolonge des points kilométriques 21 à 38 (Lomba et Ndjele, 1998) (Figure 2.1).

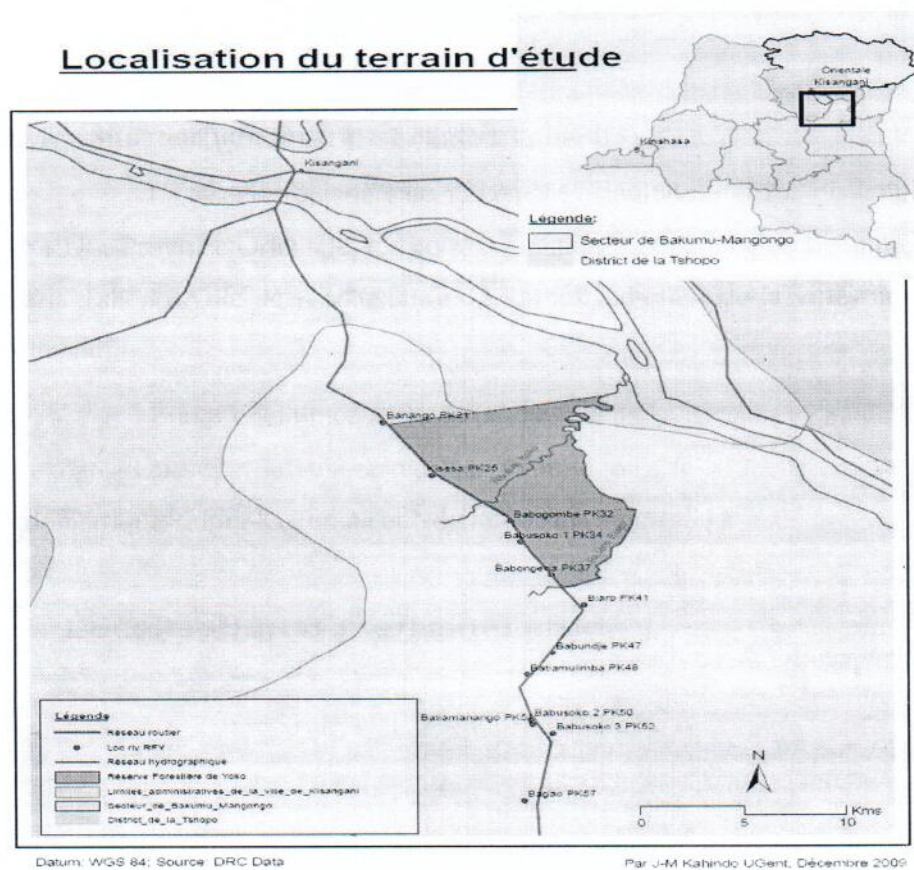


Figure 2.1 : Carte de localisation de la réserve forestière de Yoko (Source : Kahindo, 2011).

Elle est baignée par la rivière Yoko qui la subdivise en deux blocs dont le bloc nord avec 3370 ha et le bloc sud avec 3605 ha, soit une superficie globale de 6975 ha. L'altitude de la zone oscille autour de 400 m et la topographie du terrain est généralement plate (Katusi, 2009).

II.1.2. Cadre phytogéographique

Du point de vue phytogéographique, la réserve de Yoko est située dans la région Guinéo-congolaise (White, 1983) entre le District Centro-oriental de la Maïko et celui de la Tshopo, Domaine congolais (White, 1979) et Secteur Forestier Central (Dewildeman, 1913 cité par Ndjele, 1988).

Les forêts sont réparties sur l'ensemble du territoire de la RDC. Elles englobent divers faciès écologiques : forêts dense sempervirente et semi-décidue (surtout sur la cuvette centrale) ; forêt édaphiques ; forêts de montagne (surtout à l'Est), forêt claire et savane arborée (surtout dans le Sud) (Nshimba, 2008).

Les études menées par Lebrun & Gilbert (1954) définissent deux types de forêts dans la Province Orientale et précisément dans la région de Kisangani. Il s'agit des forêts denses sur sols hydromorphes généralement le long du réseau hydrographique et les forêts denses de terre ferme.

La forêt de la province Orientale renferme de nombreuses espèces caractéristiques et endémiques. Etant à cheval sur l'équateur, elle occupe une position stratégique du point de vue de la biodiversité (Nshimba, 2008).

II.1.3. Le climat.

La réserve forestière de Yoko bénéficie globalement du climat régional de la ville Kisangani du type Af dans la classification de Köppen.

La température du mois le plus froid est supérieure à 18°C, la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec oscille autour de 60 mm et la température moyenne est autour de 25°C (Nyakabwa, 1982)

Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 1750 mm avec deux maxima équinoxiaux autour des mois d'Octobre et d'Avril, et deux minima solsticiaux autour de Janvier et Juillet. La moyenne annuelle du nombre de jours de pluies se situe autour de 155mm (Lomba, 2011).

II.1.4. Les sols

La réserve de Yoko a des sols ferrallitiques des plateaux du type Yangambi caractérisés par la présence ou non d'un horizon **B** (d'environ 30 cm d'épaisseur), une texture argileuse (environ 20%), une faible capacité d'échanges cationiques (moins de 16 méq/100 g d'argile), une composition d'au moins 90% de kaolinite, des traces (moins de 1%) de minéraux altérables tels que feldspaths ou micas, moins de 5% des pierres (Calembert, 1995 et Sys, 1960 cités par Kombele 2004). Ces sols sont acides, généralement sablo-argileux et renferment des combinaisons à la base des sables. Ils sont pauvres en humus et en éléments assimilables par les plantes (Nyakabwa, 1982).

II.1.5. Actions anthropiques

La réserve forestière de Yoko est fortement menacée par les populations riveraines. Il est important aussi de signaler que l'instabilité politique liée aux guerres dites de libération, depuis 1996 en RDC en général et dans la province Orientale en particulier, a donné lieu à l'exploitation illicite et non rationnelle de ressources naturelles (bois d'œuvre,...) de la province Orientale et la réserve forestière de la Yoko n'a pas été épargnée (Lomba et Ndjele, 1998).

Les populations riveraines y pratiquent, en plus de l'agriculture itinérante sur brûlis, l'élevage familial extensif, la carbonisation, la chasse, la pêche et la récolte des produits forestiers non ligneux (PFNL).

II.2. MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1.1. Dispositif d'étude

La réserve de Yoko comprend un dispositif permanent de 400 ha divisé en deux blocs formant un "L" au sein duquel est placé deux parcelles permanentes de 9 ha chacune (Picard, 2008) (Figure 2.1)

Le premier bloc, dénommé « bloc nord », constitue la barre verticale du L est un rectangle orienté au nord-sud de 2000 m x 1000 m et ses coordonnées géographiques sont : NW : N 00° 30 ' 76,0 ' NE : N 00° 31 ' 71,3'' ; E 25° 30 ' 66,24 ' E 25° 30 ' 71,5'' ; SW : N 00° 30 ' 74,49 ' SE : N 00° 31 ' 69,78'' et E 25° 28 ' 86,82 " E 25° 28 ' 86,82''

Le deuxième sous-bloc, dénommé « bloc sud », la barre horizontale du L est un rectangle orienté est-ouest de 2000 m x 1000 m. Il présente les coordonnées géographiques

suivantes : NW : N 00° 31' 69,27'' ; NE : N 00° 33' 48,68'' ; E 25° 29' 81,09 " E 25° 29' 74,00'' ; SW : N 00° 31' 69,78'' ; SE : N 00° 33' 45,19'' et E 25° 28' 86,82 " E 25° 28' 83,78''

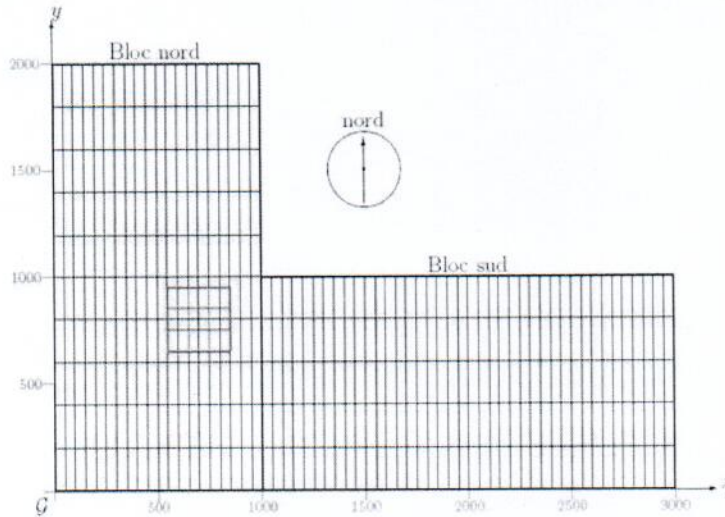


Figure 2.2 : Schéma de la zone d'étude avec les layons existants et la position de la parcelle permanente de 9 ha du bloc nord (en rouge) (Picard N., 2008).

La collecte de données a été faite dans le bloc sud du dispositif permanent.

II.1.2 Collectes de données

La collecte de données a été effectuée dans le bloc sud du dispositif permanent. Il est subdivisé en 200 parcelles de 100 m x 100 m de côté à l'intérieur desquelles, les individus de *Guarea cedrata* à $d_{hp} \geq 10$ cm ont été mesurés en 2011 à 1,30 m au-dessus du sol et matérialisée par deux traits en peinture rouge durant la première campagne et à la seconde campagne faite en 2013, consistait à remesurer la circonférence au même endroit et à la même hauteur. Les tiges non retrouvées étaient considérées comme mortes.

II.2. ANALYSE DES DONNÉES

II.2.1 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 (d_c) qui est de 10 cm (Picard N., 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 t_1 dont le diamètre est supérieur à celui de recrutement (dc), (Bedel & al., 1998, SPIAF, 2007). Il est calculé par la formule:

$$\text{Taux de recrutement annuel (\%)} = 100 \times \left(\frac{N_{t_1, t_2}}{N_{t_1}} \right) / \Delta t$$

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

II.2.2. 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., 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.

II.2.3. 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)

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

II.2.4 Accroissement annuel moyen (Δd).

Les circonférences mesurées en 2011 et 2013 sont utilisées pour le calcul des accroissements. Le dbh (diameter at breast height, diamètre à 1,30m) 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 al., 1998; SPIAF, 2007).

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

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

II.2.5. 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, et Elle s'exprime en mètre carré par ha (m^2/ha).

Selon Nshimba 2005, la surface terrière d'une espèce correspond à la somme des surfaces terrières de tous les individus de cette espèce et ramener les résultats à l'hectare, et calculée par la formule suivante :

$$ST = b \cdot \pi \cdot c^2 / 4 \text{ (Nshimba, 2005).}$$

où c = dbh moyen, b = nombre de troncs (nombre total de troncs par ha).

II.2.6. 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 issues de l'inventaire forestier comme indiqué :

1. $d \cdot \exp(-1,499 + 2,148 \cdot \text{LN}(\text{DHP}) + 0,207 \cdot (\text{LN}(\text{DHP}))^2 - 0,0281 \cdot (\text{LN}(\text{DHP}))^3)$; domaine de validité : $5 \text{ cm} < \text{dhp} < 156$ (Chave *et al.*, 2005).
2. $\text{Exp}(-2,289 + 2,649 \cdot \text{LN}(\text{DHP}) - 0,021 \cdot \text{LN}((\text{DHP})^2))$; 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 *Guarea cedrata*, sa densité (d) est égale à $0,68 \text{ g/cm}^3$ (Louppe *et al.*, 2008).

II.2.7. 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, op.cit).

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

II.2.8. 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 eu lieu immédiatement après l'inventaire.

Les indices de reconstitution obtenus 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) :

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

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.

II.3. TRAITEMENTS STATISTIQUES

Les données ont été saisies sur le 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 (2011 et 2013), d'ANOVA pour comparer la biomasse produite et le carbone séquestré en fonction du statut des arbres (dominant, co-dominant et dominés), test 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 (2011 et 2013).

CHAPITRE III : RESULTATS

72 individus de *Guarea cedrata* ont été inventoriés pendant la campagne de 2011 et 71 individus ont été remesurés durant la seconde campagne de 2013 avec 5 recrutés et 1 mort.

III.1. TAUX DE RECRUTEMENT

Deux ans après, le tableau 3.1 montre que, 5 individus de la régénération acquise ont été recrutés, soit un taux de recrutement égal à 3,47 %.

Tableau 3.1 : Taux de recrutement des individus de *Guarea cedrata*.

Espèce	Effectif initial	Recruté (2ans)	Taux de recrutement annuel (%)
<i>Guarea cedrata</i>	72	5	3,47

III.2. TAUX DE MORTALITÉ NATURELLE

Il ressort du tableau 3.2 qu'après deux ans, 1 individu de *Guarea cedrata* est mort sur un total de 72 individus inventoriés en 2011, soit un taux de mortalité naturelle de 0,7 %.

Tableau 3.2 : Taux de mortalité naturelle des individus de *Guarea cedrata*.

Espèce	Effectif initial	Morts (2ans)	Taux de mortalité (%)
<i>G. cedrata</i>	72	1	0,7

III.3. ACCROISSEMENT DIAMÉTRIQUE ANNUEL

Il ressort du tableau 3.3, deux ans après, que les accroissements diamétriques annuels sont de $0,48 \pm 0,16$ cm/an avec un maximum de 0,96 cm/an et un minimum de 0,16 cm/an.

Tableau 3.3 : Accroissement diamétrique annuel des individus de *Guarea cedrata*.

Espèces	Accroissement diamétrique moyen (cm/an)	Maximum	Minimum
<i>G. cedrata</i>	$0,48 \pm 0,16$	0,96	0,16

III.3.1. Accroissement diamétrique annuel en fonction des classes de diamètre

Il résulte de la figure 3.1 que les accroissements annuels moyens les plus élevés sont observés au niveau de la classe de [40-50[cm avec 0,79 cm/an, suivie de [80-90[cm avec 0,67 cm/an tandis que les moins élevées sont observées dans les classes de [90-100[cm et [100-110[cm avec respectivement 0,29 cm/an et 0,30 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 y a de différence hautement significative ($\chi^2 = 34,4$; dl = 10 et p-value = 0,0001591 < 0,05).

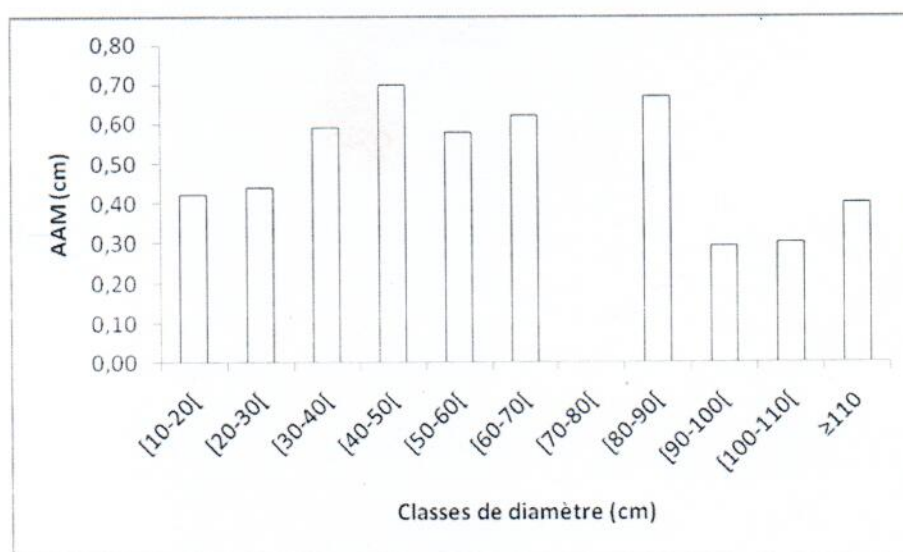


Figure 3.1 : Accroissements diamétriques annuels en fonction des classes de diamètre.

III.3.2. Accroissement diamétrique annuel en fonction du statut

Le tableau 3.4 prouve que, les accroissements annuels moyens élevés sont observés chez les co-dominants avec $0,50 \pm 0,15$ cm/an suivis, des dominants avec $0,48 \pm 0,18$ cm/an et enfin, les dominés avec $0,47 \pm 0,16$ cm/an. En utilisant le test de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements annuels moyens en fonction du statut, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($\chi^2 = 4$; dl = 5 et p-value = 0,4 > 0,05).

Tableau 3.4 : Accroissements annuels moyens en fonction du statut.

Statut	Accroissement annuel moyen (cm/an)			
	Moyenne	Ecart-type	Maximum	Minimum
Dominés	0,47	0,16	0,96	0,24
Co-dominants	0,50	0,15	0,80	0,32
Dominants	0,48	0,18	0,80	0,16

III.4. STRUCTURE DIAMÉTRIQUE

La figure 3.2 montre que, Les deux structures diamétriques sont en allure « S » étiré. Pour les deux structures, le nombre d'individus décroît jusqu'à la classe de [50-60[cm avec une première bosse au niveau de [60-70[cm, puis décroît jusqu'à la classe de [80-90[cm avec absence d'individus dans la classe de [70-80[cm, ensuite une deuxième bosse au niveau de [90-100[cm et décroît par suite.

Pour répondre aux exigences du test de Khi-carré, les individus ont été regroupés en 7 classes de diamètre, c'est-à-dire jusqu'à celle à $d_{hp} \geq 70$ cm. En utilisant ce test pour comparer les deux structures diamétriques, on constate qu'il n'y a pas de différence significative ($\chi^2 = 0,08$; $dl = 6$ et $p\text{-value} = 1 > 0,05$).

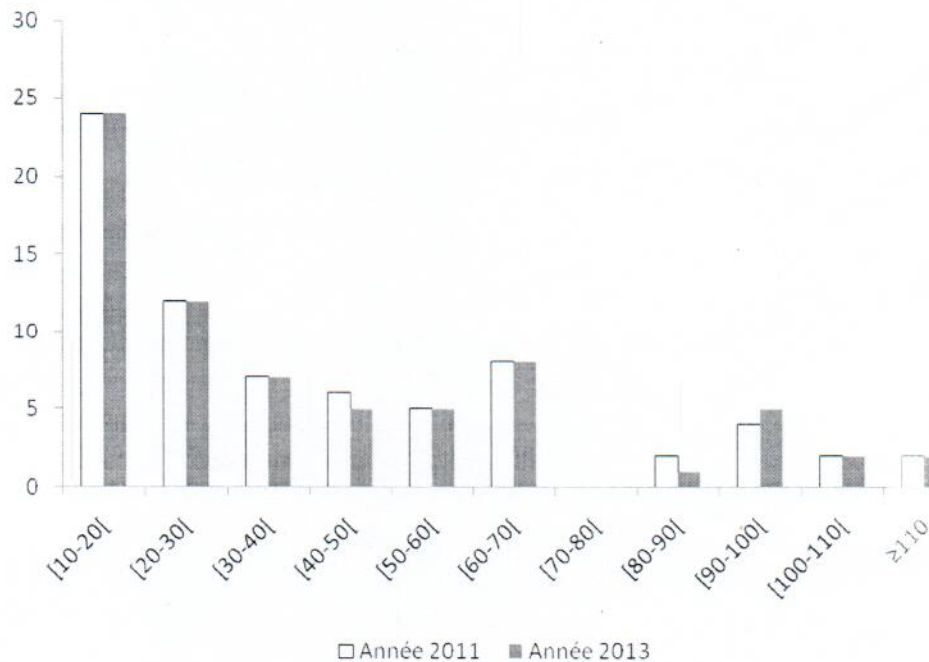


Figure 3.2 : Structure diamétrique des individus de *Guarea cedrata* entre 2011 et 2013.

III.5. SURFACE TERRIÈRE DE LA POPULATION

La surface terrière du peuplement donne une idée de la structure et du matériel sur pied. (Morneau, op.cit). Pour l'année 2011, la surface terrière totale était de 0,0686 m²/ha (0,0062 ± 0,0045 m²/ha) et celle de l'année 2013, est de 0,0709 m²/ha (0,0064 ± 0,0053 m²/ha). La surface terrière est légèrement élevée en 2013 qu'en 2011.

Il relève de la figure 3.3 que, pour l'ensemble de 200 ha, 50 % des individus de différentes classes de diamètre ont des surfaces terrières comprises entre de 0,003 à 0,012 m²/ha pour l'année 2011 tandis qu'elles sont de 0,003 à 0,008 m²/ha pour l'année 2013.

En utilisant le test de t-Student pour comparer la surface terrière pour les deux années, on constate qu'il y a de différence significative ($t = 62,8$; $dl = 1$ et $p\text{-value} = 0,01 < 0,5$).

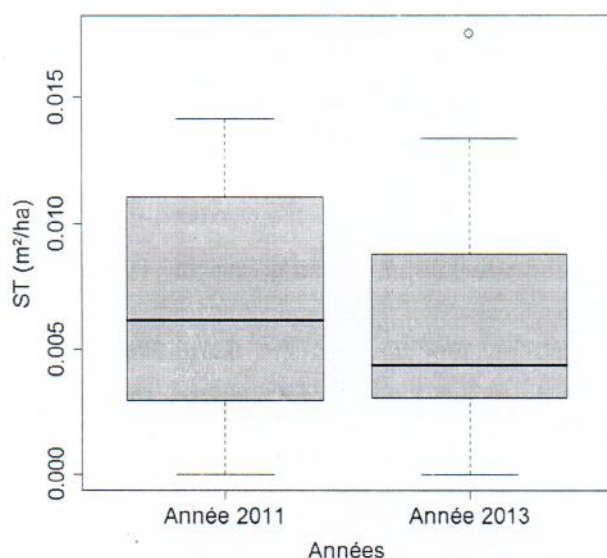


Figure 3.3. Dispersion des valeurs des surfaces terrières des individus de *Guarea cedrata* pour les années 2011 et 2013.

La barre 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. Le point au dessus n'est pas plus en compte.

III.6. PRODUCTION DE LA BIOMASSE ET DU STOCK DE CARBONE

Le tableau 3.5 montre que, la biomasse totale produite en 2011 est de 26,7961 t/ha ($0,3768 \pm 0,5663$ t/ha) tandis qu'en 2013, elle est de 27,6767 t/ha ($0,2396 \pm 0,5748$ t/ha), soit un gain annuel de l'ordre de 0,4403 t/ha/an tandis que celle du carbone séquestré est de 13,3980 t/ha ($0,1884 \pm 0,2831$ t/ha) en 2011 alors qu'elle est de 13,8383 t/ha ($0,1948 \pm 0,2874$ t/ha) en 2013, soit un gain annuel de l'ordre de 0,2202 t/ha/an.

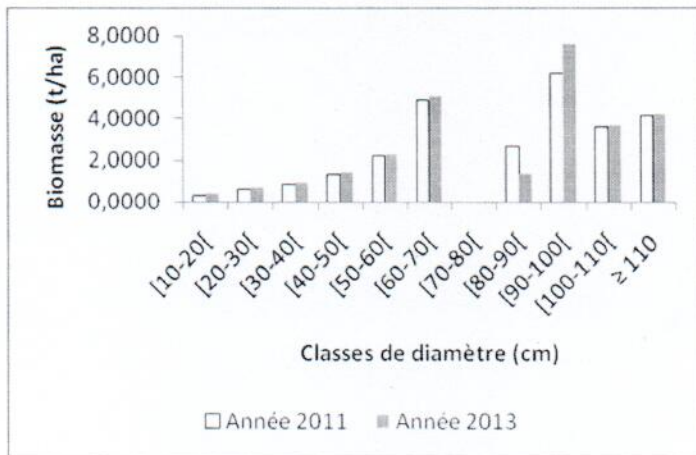
En utilisant le test t-Student pour comparer la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestrée, on constate qu'il y a une différence très significative ($t = 63$; $dl = 1$ et $p\text{-value} = 0,01 < 0,05$), c'est-à-dire que la biomasse et le carbone sont plus produits et séquestrés en 2013 qu'en 2011.

Tableau 3.5 : Evolution de la biomasse et séquestration de carbone entre 2011 et 2013.

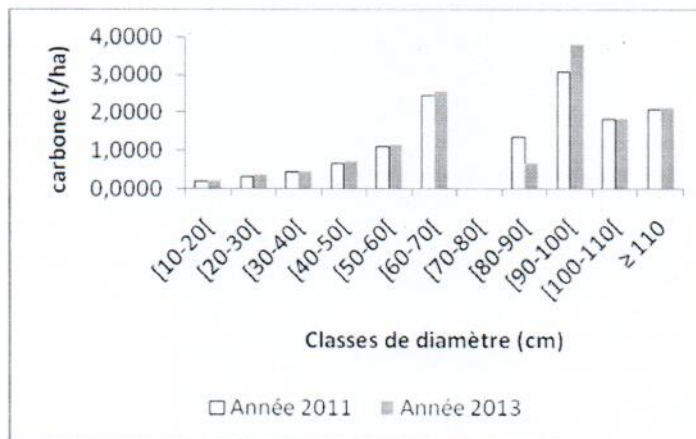
Année	Biomasse (t/ha)	Δ Biomasse (t/ha)	Carbone (t/ha)	Δ carbone (t/ha)
2011	26,7961	$0,3768 \pm 0,5663$	13,3980	$0,1884 \pm 0,2831$
2013	27,6767	$0,2396 \pm 0,5748$	13,8383	$0,1948 \pm 0,2874$
Gain annuel	0,4403		0,2202	

III.6.1. Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

Pour les 2 années, la figure 3.4 montre que, la classe de [90-100[cm a produit et séquestré plus la biomasse et le carbone, suivie de [60-70[cm tandis que celle de [10-20[cm a produit et séquestré moins la biomasse et le carbone. En utilisant le test non paramétrique de Kruskal-Wallis pour comparer la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestrée en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il y a de différence significative ($\chi^2 = 20,7$; $dl = 10$ et $p\text{-value} = 0,023 < 0,05$).



(a)



(b)

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

III.6.2. Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré en fonction des statuts

Le tableau 3.6 indique que, les dominants produisent et séquestrent plus la biomasse et le carbone que les Co-dominants et les dominé.

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 de différence hautement significative ($F = 4311,6$; $dl = 2$ et $p\text{-value} = 6,486e-06$ ***).

Tableau 3.6 : Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré en fonction du statut.

Année	Statuts	Biomasse (t/ha)	Carbone (t/ha)
2011	Dominés	1,6253	0,8126
	Co-dominants	3,4296	1,7148
	Dominants	21,6977	10,8488
2013	Dominés	1,7766	0,8883
	Co-dominants	3,6663	1,8332
	Dominants	22,2175	11,1087

III. 7. TAUX DE RECONSTITUTION

Il découle du tableau 3.7 qu'avec un diamètre minimum d'exploitabilité (DME) de 60 cm, le nombre des tiges exploitables au temps initial (A0) est 18 tiges. Lorsqu'on prélève successivement 50 % (9 tiges exploitables) (tableau 4.7 a) ; 75 % (tableau 4.7 b) (13,5 tiges exploitables) et 100 % (18 tiges exploitables) (tableau 4.7 c), après 25 ans, le taux de reconstitution serait successivement de 60,2 % ; 45 % et 22,8 %.

(a) 50 % de prélèvement ; $\% \text{ Re (t)} = (4+4,15-0,23+1,03+1,38+0,5/18) \times 100 = 60,2 \%$

(b) 75 % de prélèvement ; $\% \text{ Re (t)} = (5+1,9-0,1+0,5+0,6+0,2/18) \times 100 = 45 \%$

(c) 100 % de prélèvement ; $\% \text{ Re (t)} = (5,8-1+0,1-0,3-0,3-0,1/18) \times 100 = 23,3 \%$

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

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Effectifs en 0 ans	24	12	8	5	5	8	0	1	5	2	2
AAM	0,42	0,44	0,59	0,7	0,58	0,62	0	0,67	0,29	0,3	0,4
Passage (%)	1,05	1,1	1,48	1,75	1,45	1,55	0	1,68	0,73	0,75	1
Maintien (%)	-0,05	-0,1	-0,48	-0,75	-0,45	-0,55	100	-0,68	0,27	0,25	0
Tiges exploitées	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4	0,0	0,5	2,5	1	1
Tiges endommagées	2,4	1,2	0,8	0,5	0,5	0,8	0	0,1	0,5	0,2	0,2
NV effectifs	21,6	10,8	7,2	4,5	4,5	3,2	0,0	0,4	2,0	0,8	0,8
Tiges vivantes 25 ans	18,12	9,06	6,04	3,78	3,78	2,68	0,00	0,34	1,68	0,67	0,67
Mortalité naturelle	3,5	1,7	1,2	0,7	0,7	0,5	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1
Maintien en 25ans	-0,91	-0,91	-2,90	-2,83	-1,70	-1,48	0,00	-0,23	0,45	0,17	0,00
Passage en 25ans	19,03	9,97	8,94	6,61	5,47	4,16	0,00	0,56	1,22	0,50	0,67
Effectifs en 25 ans	24	18,12	7,07	6,11	4,91	4,00	4,16	-0,23	1,02	1,39	0,50

(a)

(b)

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Effectifs en 0 ans	24	12	8	5	5	8	0	1	5	2	2
AAM	0,42	0,44	0,59	0,7	0,58	0,62	0	0,67	0,29	0,3	0,4
Passage (%)	1,05	1,1	1,48	1,75	1,45	1,55	0	1,68	0,73	0,75	1
Maintien (%)	-0,05	-0,1	-0,48	-0,75	-0,45	-0,55	100	-0,68	0,27	0,25	0
Tiges exploitées	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6	0	0,8	3,8	1,5	1,5
Tiges endommagées	1,61	0,84	0,56	0,35	0,35	0,56	0	0,07	0,35	0,14	0,14
NV effectifs	21,4	11,2	7,4	4,7	4,7	1,4	0,0	0,2	0,9	0,4	0,4
Tiges vivantes 25 ans	17,9	9,4	6,2	3,9	3,9	1,2	0,0	0,2	0,8	0,3	0,3
Mortalité naturelle	3,4	1,8	1,2	0,7	0,7	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Maintien en 25ans	-0,9	-0,9	-3,0	-2,9	-1,8	-0,7	0,0	-0,1	0,2	0,1	0,0
Passage en 25ans	18,8	10,3	9,2	6,8	5,7	1,9	0,0	0,3	0,6	0,2	0,3
Effectifs en 25 ans	24	17,9	7,3	6,3	5,1	5,0	1,9	-0,1	0,5	0,6	0,2

(c)

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Effectifs en 0 ans	24	12	8	5	5	8	0	1	5	2	2
AAM	0,42	0,44	0,59	0,7	0,58	0,62	0	0,67	0,29	0,3	0,4
Passage (%)	1,05	1,1	1,48	1,75	1,45	1,55	0	1,68	0,73	0,75	1
Maintien (%)	-0,5	-0,1	-0,48	-0,75	-0,45	-0,55	100	-0,68	0,27	0,25	0
Tiges exploitées	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8	0	1	5	2	2
Tiges endommagées	2,4	1,2	0,8	0,5	0,5	0,8	0	0,1	0,5	0,2	0,2
NV effectifs	21,6	10,8	7,2	4,5	4,5	-0,8	0	-0,1	-0,5	-0,2	-0,2
Tiges vivantes 25 ans	18,12	9,06	6,04	3,78	3,78	-0,67	0	-0,08	-0,4	-0,17	-0,17
Mortalité naturelle	3,5	1,7	1,2	0,7	0,7	-0,1	0	0,0	-0,1	0	0
Maintien en 25ans	-0,91	-0,91	-2,90	-2,83	-1,70	0,37	0	0,06	-0,1	-0,04	0
Passage en 25ans	19,03	9,97	8,94	6,61	5,47	-1,04	0	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2
Effectifs en 25 ans	24	18,12	7,07	6,11	4,91	5,8	-1,0	0,1	-0,3	-0,3	-0,1

CHAPITRE IV : DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1 TAUX DE MORTALITÉ ET DE RECRUTEMENT

Deux ans après la première campagne de mensuration effectuée en 2011, l'inventaire complet des individus de *Guarea cedrata* à dhp ≥ 10 cm dans le bloc sud du dispositif permanent de 200 ha, indique un taux de mortalité de 0,7%. Ce taux est légèrement inférieur aux valeurs de 1-2% généralement signalées pour la plupart d'espèces de la forêt tropicale africaine (Lejoly, 2000), notamment 1,3% estimée en Côte d'Ivoire et en République Centrafricaine, par contre à Paracou, près de la moitié des arbres morts le sont sur pied (47,8 %), l'autre moitié se divisant entre chablis primaire (31,2 %) et chablis secondaire (21,0 %). (Durrieu de Madron, 1993).

De même le taux de recrutement observé après l'inventaire est de 3,47%, ce taux est inférieur à celui de 3,5% observé par Nyembo (2012) dans le 5^{ème} carré de la parcelle permanente du bloc sud pour toutes les espèces confondues 4 ans après le premier inventaire effectué en 2008. Mais, il est fortement supérieur à ceux observés en République Centrafricaine dans la forêt de Ngoto et de Dja respectivement de 1,2 et 1,04% (Lejoly, 2000).

On constate que la mortalité est compensée par le recrutement, ce qui conduit à une augmentation du nombre d'individus dans le peuplement, passant de 72 à 76 individus en 2 ans.

IV.2. INFLUENCE DE L'ACCROISSEMENT DIAMÉTRIQUE SUR LA SURFACE TERRIÈRE ET LA BIOMASSE

L'accroissement diamétrique moyen de *Guarea cedrata*, deux ans après la première mensuration est de $0,48 \pm 0,16$ cm/an avec un maximum de 0,96 cm/an et un minimum de 0,16 cm/an. Agbema (2013), a obtenu $0,44 \pm 0,33$ cm/an pour *Petersianthus macrocarpus* quatre ans après la première mensuration; Amula (2013) : $0,25 \pm 0,3$ cm pour *Guarea thompsonii*; Isetcha (2013) : $0,43 \pm 0,23$ cm/an pour *Prioria oxyphylla* et Mbula (2013) : $0,33 \pm 0,15$ cm/an pour *Prioria balsamifera* dans la parcelle permanente du bloc sud de Yoko. Eu égard des résultats obtenus, il en découle que *Guarea cedrata* présente un bon accroissement annuel moyen par rapport aux espèces précitées. Au Ghana, Adler (1989), a obtenu la valeur de 1,3 cm/an de *Millettia laurentii* après 55 ans ; cette valeur est largement supérieure à celle de *Guarea cedrata*.

La surface terrière totale est passée de 0,0686 m²/ha en 2011 à 0,0709 m²/ha en 2013. En se référant au point 3.2 et figure 3.2, on a constaté qu'il y a de différence significative entre les deux années ($t = 62,8$; et $p\text{-value} < 0,05$). D'où ; l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « la surface terrière occupée par les individus de *Guarea cedrata* en 2011 est significativement différente à celle occupée par les mêmes individus en 2013 », ce qui montre à suffisance que l'accroissement diamétrique des individus influencerait sur l'accroissement de la surface terrière. Les résultats similaires ont été observés chez les espèces telles que *Guarea thompsonii* (Amula, 2013), *Prioria oxyphylla* (Isetcha, 2013) et *Petersianthus macrocarpus* (Agbema, 2013).

La biomasse produite est passée de 26,7961 t/ha en 2011 à 27,6767 t/ha en 2013 et la quantité de carbone séquestrée est passée de 13,3980 t/ha en 2011 à 13,8383 t/ha en 2013. En se référant au point 3.6 et tableau 3.4, on a constaté qu'il y a de différence significative entre les deux années ($t = 63$ et $p\text{-value} < 0,05$). D'où, l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestrée en 2013 est significativement différente de celle produite et séquestrée en 2011 ». Les résultats similaires ont été observés chez les espèces telles que *Guarea thompsonii* (Amula, 2013), *Prioria oxyphylla* (Isetcha, 2013) et *Petersianthus macrocarpus* (Agbema, 2013)

La biomasse produite par les dominants est passée de 21,6977 t/ha en 2011 à 22,2175 t/ha en 2013; celle des Co-dominants est passée de 3,4296 t/ha en 2011 à 3,6663 t/ha en 2013 et celle des dominés est passée de 1,6253 t/ha en 2011 à 1,7766 t/ha en 2013. De même, la quantité de carbone séquestrée par les dominants est de 10,8488 t/ha en 2011 à 11,1087 t/ha en 2013 ; celle des Co-dominants est passée de 1,7148 t/ha en 2011 à 1,833 t/ha en 2013 et celle des dominés est passée de 0,8126 t/ha en 2011 à 0,8883 t/ha en 2013 (Cfr tableau 3.5). De ces résultats, on constate que les dominants produisent plus et séquestrent la biomasse et le carbone que les autres catégories ($F = 4311,6$ et $p\text{-value} < 0,01$). Les résultats similaires ont été observés par Agbema (2013), Amula (2013), Isetcha (2013), Mbula (2013) et Nyembo (2012).

Selon l'évolution des peuplements, sur un total de 18 tiges exploitables, lorsqu'on prélève successivement 50 % (9 tiges exploitables); 75 % (13,5 tiges exploitables) et 100 % (18 tiges exploitables), après 25 ans, le taux de reconstitution serait successivement de 60,2 % ; 45 % et 23,3 %. D'où, l'acceptation en partie de l'hypothèse selon laquelle « d'après l'administration forestière de la RDC fixant le diamètre minimum d'exploitabilité (DME) à 60

cm et en se basant sur l'accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre, l'espèce se reconstitue bien 25 ans après la première exploitation » si et seulement si, l'on prélève 50 % des tiges exploitées pendant la première exploitation, c'est-à-dire au temps initial.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

La présente étude a été menée en forêt naturelle de la réserve forestière de Yoko sur la dynamique de *Guarea cedrata*, ce qui a permis d'analyser les taux de recrutement et mortalité, l'accroissement diamétrique en fonction des classes de diamètre ; à quantifier la biomasse produite ainsi que le carbone séquestré et enfin, de calculer le taux de reconstitution de l'espèce.

Les objectifs spécifiques poursuivis dans ce travail étaient de (d') : (i) évaluer la surface terrière occupée par les individus de *Guarea cedrata* 2 ans après la première mensuration effectuée en 2011 dans le bloc sud du dispositif permanent 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, estimer le taux de reconstitution de l'espèce 25 ans après la première exploitation.

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

- Le taux de recrutement est de 3,47 % tandis que celui de la mortalité naturelle est 0,7 % ;
- La structure diamétrique est en « S » étiré, avec une première bosse au niveau de la classe allant de [60-70[cm et une seconde bosse au niveau de celle allant de [90-100[cm;
- L'accroissement annuel moyen est de $0,48 \pm 0,16$ cm/an avec un minimum de 0,16 cm/an et un maximum de 0,96 cm/an ;
- La surface terrière est passée de 0,0686 m²/ha en 2011 à 0,0709 m²/ha en 2013, soit un accroissement de 0,00115 m²/ha/an ;
- La quantité de la biomasse produite est passée de 26,7961 t/ha en 2011 à 27,6767 t/ha en 2013, soit un gain de 0,4403 t/ha/an.
- La quantité du carbone séquestrée est passée de 13,3980 t/ha en 2011 à 13,8383 m²/ha en 2013, soit un gain de 0,2202 t/ha/an ;
- En prélevant respectivement 50 %, 75 % et 100 % des tiges exploitables, le taux de reconstitution serait respectivement de 60,2 % ; 45 % et 23,3 % 25 ans après l'exploitation.

De tous ces qui précèdent, nous suggérons que :

- la Faculté des Sciences ait des bases de données actualisées, une équipe forte et pérenne pour faire un monitoring du dispositif permanent installé dans la réserve forestière de Yoko ;
- Au ministère de l'environnement d'étendre le réseau des parcelles permanentes à tous les types forestiers majeurs de la RDC, d'organiser les ateliers de formation et de sensibilisation tant au niveau local qu'au niveau national en faveur des peuples riverains en les informant sur l'impact des changements climatiques dans l'environnement et le rôle de la forêt dans la séquestration de carbone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adler, D., 1989. *Growth and yield of mixed tropical forests. Current knowledge*, FAO consultancy report, 57p.
- Agbema, M., 2013. *Structure, accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone des essences de la forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de Yoko : Cas de *Petersianthus macrocarpus* (P. Beauv.) Liben dans la parcelle permanente du bloc nord (Ubundu, Province Orientale, RDC)*, Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 36 p.
- Amula, J-M, 2013. *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*. Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 39 p.
- Ayali, P., 2011. *Analyse de la dynamique de population de *Pycnanthus angolensis* (Welw.) Excel du jardin botanique Stanislas Lisowski à Kisangani (Province-Orientale)*. Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 64 p.
- Alexeyev, V., Birdsey, R., Stakanov, V. et Korotkov, I., 1995. "Carbon in Vegetation of Russian Forests : Methods to Estimate Storage and Geographical Distribution " dans *Boreal Forests and Global Change, Netherland, International Boreal Forest Research Association, Kluwer Academic Publishers*, p. 271-282.
- Bedel, F., Durrieu de Madron, L., Dupuy, B., Favrichon, V., Maitre, H.F., BarHen, A., NarboniPh., 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 171p
- Boyemba, B.F., 2006. *Diversité et régénération des essences forestières exploitées dans les forêts des environs de Kisangani (RDC)*. DEA inédit, ULB, Lab. Bot, Syst.101 p.
- 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., 1999. *Dynamique spatio-temporelle de la forêt tropicale. Influence des perturbations climatiques et étude de la phytodiversité*. Thèse de doctorat, inédite, Université Paris – Sud XI, 365 p.
- Chave, J., Condit R., Muller-Landau H.C., Thomas S.C. and Ashton P.S., 2008. *Assessing Evidence for a Pervasive Alteration in Tropical Tree Communities*. PLoS Biol 6(3): e45 [archive].
- Doucet, J.L., Dissaki, A., Mengome, A., Issembe, Y., 2007. *Dynamique de peuplement forestier d'Afrique centrale*, ATIBT, 156 p.
- Durrieu de Madron, L., 1993. *Mortalité, Chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou*. Thèse ENGREF/CIRAD, 203 p.
- 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.
- Dupouey, J-L. ; 2009. *Colloque "Chimie verte : La séquestration de carbone en forêt*, INRA Nancy, pp 20-30
- Favrichon, V., Gourlet-Fleury, S. et Dessart, H., 1998. *Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide : Eléments pour une méthodologie d'analyse des données*. CIRAD, France, Montpellier, 158 p.
- Isetcha, P., 2013. *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) Brettelers dans la parcelle permanente du bloc nord (Ubundu, Province Orientale, RDC)*. Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 35 p
- Kahindo, J-M., 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.

- Kakule, P., 2013. *Etude comparée de l'estimation de stock de carbone dans les plantations forestières de l'INERA/Yangambi à Yangambi, cas : de Gilbertiodendron dewevrei et Millettia laurentii (Dewild.)*. Mémoire inédit, FG.R.N.R/UNIKIS, 52 p.
- Katusi, L., 2009. *Analyse de la régénération et de la structure spéciale de Méliaceae de la réserve forestière de Yoko. Cas de Guarea cedrata (A. Chev.) Pellegr. Et Guarea thompsonii Sprague et Hutch. (Ubundu, Province Orientale, R.D.Congo)* DEA inédit, FS/UNIKIS, 102 p.
- Kombe, 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.
- Lejoly, J., 2000. *Les recherches sur la biodiversité végétale dans les 6 sites du programme Ecofac entre 1997 et 2000 ; Rapport final de synthèse*, pp 15-20
- Lomba, B. L. et Ndjéle, 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, pp 35- 46
- Lomba, B.C. 2011. *Système d'agrégation et structure diamétrique en fonction de tempéraments de quelques essences dans le dispositif permanent de Yoko et Biaro (Ubundu, province Orientale RD Congo)* Thèse inédit Fac Sc./Unikis, 261p.
- 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.
- Massenet, J.Y., 2006. *Estimation de volume d'arbres. Lycée forestier. Château de Meunières*, 19 p.
- Mbula, N., 2013. *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 balsamifera (Vermoesen) Bretteler dans la parcelle permanente du bloc nord (Ubundu, Province Orientale, RDC)*. Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 32 p.

- Morneau, F. 2007. *Effets d'un gradient d'engorgement hydrique sur la structure et la dynamique d'une forêt tropicale humide (Paracou, Guyane Française)*. Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts, Nancy.
- Ndjele, M-B., 1988. *Les éléments phytogéographiques endémiques dans la flore vasculaire du Zaïre*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Libre de Bruxelles, 528p.
- Nshimba, S-M., 2008. *Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, RD Congo*. Thèse de doctorat, ULB, Labo. Bot. Syst., 271 p.
- Nshimba, S-M., 2005. *Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani, R.D.Congo*. DEA, ULB, Labo. Bot.Syst., 101p.
- Nyakabwa, M., 1982. *Phytocenose de l'écosystème urbain de Kisangani*. Thèse de Doctorat, Vol I et II, FS/UNIKIS, 99 p.
- 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, FS/ UNIKIS, 46 p.
- Pascal, J. P., 1995. *Quelques exemples de problèmes posés à l'analyste au modélisateur par la complexité de la forêt tropicale humide*. Revue d'Ecologie (Terre et Vie), 50 : 237-249.
- Peacock, J., Baker, T. R., S., Lewis, L., Lopez-Gonzalez, G. And Phillips, O. L. 2007. *The RAINFOR database: monitoring forest biomass and dynamics*. Journal of Vegetation Science, pp 15-25
- Picard, N., 2008. *Analyse des données de pré-inventaire de Yoko*. UPR « Dynamique de forêts naturelles », Libreville, Gabon, 436 p.
- Sola G., Picard N., Saint-Andre L. et Henry, M., 2012. *Résumé du manuel de construction d'équations allométriques pour l'estimation du volume et la biomasse des arbres: de la mesure de terrain à la prédiction*. CIRAD et FAO, pp 10-25
- SPIAF, 2007. *Guide opérationnel. Modèle de calcul de la possibilité forestière*. MECN, Eaux et Forêt, RDC, 17 p.

- Timothy P., 2005 et Brown S.. *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, 39 p
- White, F., 1979. The guineo-congolian and its relationships to other phytochoria. *Bull. Jard. Bot. nat. Belg.* 49(1/2): 11-55.
- White, F., 1983. *The vegetation of Africa*. Paris, UNESCO, 356 p
- White, L. And Edwards, F., 2001. *Conservation en forêt pluvial africaine: methods de recherche*. Libreville, 456 p.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME	iii
SUMMARY	iv
LISTE D'ABREVIATIONS.....	v
LISTE DE FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	vii
CHAPITRE I: INTRODUCTION	1
I.1. PROBLÉMATIQUE	1
I.2. HYPOTHÈSES	2
I.3 OBJECTIF	2
I.3.1. Objectif général.....	2
I.3.1. Objectifs spécifiques	2
I.4. INTÉRÊT DU TRAVAIL.....	3
I.5. DYNAMIQUE DES PEUPEMENTS FORESTIERS	3
I.5.1. L'accroissement diamétrique.....	3
I.5.2. Caractéristiques démographiques (le recrutement et mortalité)	4
I.5.3. La séquestration de Carbone par l'arbre et la forêt.....	5
I.5.4. Estimation du stock de carbone	5
I.6. GÉNÉRALITÉS SUR <i>Guarea cedrata</i> (TAILFER, 1989).....	6
CHAPITRE II: MATERIELS ET METHODES.....	8
II.1. MILIEU D'ÉTUDE.....	8
II.1.1. Situation administrative et géographiques	8
II.1.2. Cadre phytogéographique	9
II.1.3. Le climat.....	9

II.1.4. Les sols.....	10
II.1.5. Actions anthropiques	10
II.2. MATÉRIELS ET MÉTHODES	10
II.1.1. Dispositif d'étude.....	10
II.1.2 Collectes de données.....	11
II.2. ANALYSE DES DONNÉES.....	11
II.2.1 Le taux recrutement	11
II.2.2. Le taux de mortalité	12
II.2.3. Taux de prélèvement.....	12
II.2.4 Accroissement annuel moyen (Δd).....	12
II.2.5. Surface terrière	13
II.2.6. Biomasse aérienne et équations allométriques	13
II.2.7. Le calcul du Stock de carbone (C).....	13
II.2.8. Indices de reconstitution	14
II.3. TRAITEMENTS STATISTIQUES	14
CHAPITRE III : RESULTATS	16
III.1. TAUX DE RECRUTEMENT	16
III.2. TAUX DE MORTALITÉ NATURELLE.....	16
III.3. ACCROISSEMENT DIAMÉTRIQUE ANNUEL	16
III.3.1. Accroissement diamétrique annuel en fonction des classes de diamètre	17
III.3.2. Accroissement diamétrique annuel en fonction du statut	17
III.4. STRUCTURE DIAMÉTRIQUE	18
III.5. SURFACE TERRIÈRE DE LA POPULATION	19
III.6. PRODUCTION DE LA BIOMASSE ET DU STOCK DE CARBONE.....	20
III.6.1. Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré en fonction des classes de diamètre	20
III.6.2. Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré en fonction des statuts	21

CHAPITRE IV : DISCUSSION DES RESULTATS	24
IV.1 TAUX DE MORTALITÉ ET DE RECRUTEMENT	24
IV.2. INFLUENCE DE L'ACCROISSEMENT DIAMÉTRIQUE SUR LA SURFACE TERRIÈRE ET LA BIOMASSE.....	24
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	29
TABLE DES MATIERES.....	34

Liste des individus de *Guarea celebata* inventoriés au sein du dispositif permanent du bloc sud

Légende : Cc2011 : circonférence en centimètre de l'année 2011 ; Cc2013 : circonférence en centimètre de l'année 2013 ; D2011 : diamètre en centimètre de l'année 2011 ; D2013 : diamètre en centimètre de l'année 2013 ; ST : surface terrière ; AAM : accroissement annuel moyen ; B2011 : Biomasse produite en 2011 ; B2013 : Biomasse produite en 2013 ; C2011 : carbone séquestré en 2011 ; C2013 : carbone séquestré en 2013 ; d : dominés ; D : dominants ; Cd : co-dominants

Cc2011	Cc2013	D2011	D2013	ST (m ² /ha) 2011	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Statuts	B2011	B2013	C2011	C2013
39	43	12,4	13,7	0,0001	0,0001	0,64	d	0,0090	0,0116	0,00449	0,0058
46	49	14,6	15,6	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0139	0,0164	0,00695	0,0082
40	44	12,7	14,0	0,0001	0,0001	0,64	d	0,0096	0,0124	0,00480	0,0062
53	55	16,9	17,5	0,0001	0,0001	0,32	Cd	0,0202	0,0223	0,01012	0,0112
31,5	34	10,0	10,8	0,0000	0,0000	0,40	d	0,0051	0,0062	0,00254	0,0031
56	59	17,8	18,8	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0234	0,0269	0,01170	0,0134
46	49	14,6	15,6	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0139	0,0164	0,00695	0,0082
42	45	13,4	14,3	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0109	0,0131	0,00546	0,0066
38	41	12,1	13,1	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0084	0,0102	0,00419	0,0051
31,4	33	10,0	10,5	0,0000	0,0000	0,25	d	0,0050	0,0058	0,00252	0,0029
55	57	17,5	18,2	0,0001	0,0001	0,32	d	0,0223	0,0245	0,01116	0,0123
48	50	15,3	15,9	0,0001	0,0001	0,32	d	0,0156	0,0173	0,00778	0,0087
46	48	14,6	15,3	0,0001	0,0001	0,32	d	0,0139	0,0156	0,00695	0,0078
54	57	17,2	18,2	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0213	0,0245	0,01063	0,0123
37	40	11,8	12,7	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0078	0,0096	0,00390	0,0048
37	40	11,8	12,7	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0078	0,0096	0,00390	0,0048
31,5	33	10,0	10,5	0,0000	0,0000	0,24	d	0,0051	0,0058	0,00254	0,0029
35	37	11,1	11,8	0,0000	0,0001	0,32	d	0,0067	0,0078	0,00337	0,0039
31,5	34	10,0	10,8	0,0000	0,0000	0,40	d	0,0051	0,0062	0,00254	0,0031
37	40	11,8	12,7	0,0001	0,0001	0,48	d	0,0078	0,0096	0,00390	0,0048
59	61	18,8	19,4	0,0001	0,0001	0,32	d	0,0269	0,0293	0,01343	0,0147
58	61	18,5	19,4	0,0001	0,0001	0,48	Cd	0,0257	0,0293	0,01284	0,0147
60	63	19,1	20,1	0,0001	0,0002	0,48	Cd	0,0281	0,0319	0,01404	0,0160
62	64	19,7	20,4	0,0002	0,0002	0,32	d	0,0306	0,0333	0,01531	0,0166

Cc2011	Cc2013	D 2011	D2013	ST (m ² /ha) 2011	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Status	B2011	B2013	C2011	C2013
70	74	22,3	23,6	0,0002	0,0002	0,64	Cd	0,0421	0,0487	0,0211	0,0244
73	75	23,2	23,9	0,0002	0,0002	0,32	Cd	0,0470	0,0504	0,0235	0,0252
81	84	25,8	26,8	0,0003	0,0003	0,48	d	0,0617	0,0678	0,0308	0,0359
70	72	22,3	22,9	0,0002	0,0002	0,32	Cd	0,0421	0,0453	0,0211	0,0227
64	66	20,4	21,0	0,0002	0,0002	0,32	Cd	0,0335	0,0361	0,0166	0,0180
68	71	21,7	22,6	0,0002	0,0002	0,48	d	0,0390	0,0437	0,0195	0,0219
72	74	22,9	23,6	0,0002	0,0002	0,32	Cd	0,0453	0,0487	0,0227	0,0244
80	84	25,5	26,8	0,0003	0,0003	0,64	d	0,0597	0,0678	0,0298	0,0339
67	70	21,3	22,3	0,0002	0,0002	0,48	d	0,0375	0,0421	0,0188	0,0211
93	95,2	29,6	30,3	0,0003	0,0004	0,35	Cd	0,0882	0,0937	0,0441	0,0469
76	79	24,2	25,2	0,0002	0,0002	0,48	Cd	0,0522	0,0578	0,0261	0,0289
88,1	91	28,1	29,0	0,0003	0,0003	0,46	Cd	0,0767	0,0834	0,0383	0,0417
96	100	30,6	31,8	0,0004	0,0004	0,64	Cd	0,0957	0,1064	0,04787	0,0532
96	100	30,6	31,8	0,0004	0,0004	0,64	Cd	0,0957	0,1064	0,04787	0,0532
106	110	33,8	35,0	0,0004	0,0005	0,64	Cd	0,1235	0,1358	0,06175	0,0679
110	115	35,0	36,6	0,0005	0,0005	0,80	Cd	0,1358	0,1521	0,06789	0,0760
109	112	34,7	35,7	0,0005	0,0005	0,48	Cd	0,1327	0,1422	0,06633	0,0711
120	123	38,2	39,2	0,0006	0,0006	0,48	Cd	0,1695	0,1804	0,08473	0,0902
98	101	31,2	32,2	0,0004	0,0004	0,48	Cd	0,1010	0,1091	0,05048	0,0546
149	153,5	47,5	48,9	0,0009	0,0009	0,72	E	0,2920	0,3144	0,14601	0,1572
150	155	47,8	49,4	0,0009	0,0010	0,80	Cd	0,2969	0,3221	0,14846	0,1611
148	154	47,1	49,0	0,0009	0,0009	0,96	d	0,2872	0,3170	0,14358	0,1585
131	135,3	41,7	43,1	0,0007	0,0007	0,68	Cd	0,2115	0,2294	0,10576	0,1147
138	140,3	43,9	44,7	0,0008	0,0008	0,37	Cd	0,2411	0,2513	0,12054	0,1256
182	185	58,0	58,9	0,0013	0,0014	0,48	Cd	0,4782	0,4976	0,23910	0,2488
180	184	57,3	58,6	0,0013	0,0013	0,64	Cd	0,4655	0,4911	0,23274	0,2456
170	174	54,1	55,4	0,0012	0,0012	0,64	d	0,4046	0,4284	0,20232	0,2142
180	185	57,3	58,9	0,0013	0,0014	0,80	d	0,4655	0,4976	0,23274	0,2488

Cc2011	Cc2013	D 2011	D2013	ST (m ² /ha) 2011	ST (m ² /ha) 2013	AAM	Status	B2011	B2013	C2011	C2013
166	168,3	52,9	53,6	0,0011	0,0011	0,37	Cd	0,3816	0,3948	0,19081	0,1974
189	194	60,2	61,8	0,0014	0,0015	0,80	D	0,5242	0,5585	0,26210	0,2792
210	214	66,9	68,2	0,0018	0,0018	0,64	D	0,6760	0,7073	0,33802	0,3536
205	208	65,3	66,2	0,0017	0,0017	0,48	D	0,6380	0,6607	0,31900	0,3303
205	208	65,3	66,2	0,0017	0,0017	0,48	D	0,6380	0,6607	0,31900	0,3303
208	212	66,2	67,5	0,0017	0,0018	0,64	D	0,6607	0,6916	0,33034	0,3458
192	196	61,1	62,4	0,0015	0,0015	0,64	D	0,5446	0,5725	0,27232	0,2863
203	207	64,6	65,9	0,0016	0,0017	0,64	D	0,6231	0,6531	0,31156	0,3265
195	199	62,1	63,4	0,0015	0,0016	0,64	D	0,5655	0,5939	0,28274	0,2970
276	280,2	87,9	89,2	0,0030	0,0031	0,67	D	1,2873	1,3329	0,64363	0,6665
282	284,1	89,8	90,5	0,0032	0,0032	0,33	D	1,3528	1,3761	0,67639	0,6880
292	294,1	93,0	93,7	0,0034	0,0034	0,33	D	1,4656	1,4899	0,73280	0,7449
300	302	95,5	96,2	0,0036	0,0036	0,32	D	1,5591	1,5829	0,77954	0,7915
300	301	95,5	95,9	0,0036	0,0036	0,16	D	1,5591	1,5710	0,77954	0,7855
300	302	95,5	96,2	0,0036	0,0036	0,32	D	1,5591	1,5829	0,77954	0,7915
320	321,8	101,9	102,5	0,0041	0,0041	0,29	D	1,8053	1,8283	0,90263	0,9141
320	322	101,9	102,5	0,0041	0,0041	0,32	D	1,8053	1,8308	0,90263	0,9154
330	333	105,1	106,1	0,0043	0,0044	0,48	D	1,9349	1,9747	0,96746	0,9873
350	352	111,5	112,1	0,0049	0,0049	0,32	D	2,2072	2,2354	1,10360	1,1177