

**UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DE GESTION DE RESSOURCES NATURELLES
RENOUVELABLES**



**B.P. 2012
KISANGANI**

**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)**

Par

Gérard KUNGWABAKU MUHITO

Mémoire

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

Option : Eaux & Forêt

Directeur : Prof. Hippolyte NSHIMBA SEYA WA MALALE

Encadreur : C.T. Roger KATUSI LOMALISA

ANNEE ACADEMIQUE 2014 – 2015

DEDICACE

A Dieu tout puissant, créateur de cieux et de la terre, de toute chose visible et invisible. Dès la création le troisième jour, Dieu dit que « la terre produise de la verdure, de l'herbe portant de la semence, des arbres fruitiers donnant du fruit selon leur espèce et ayant en eux leur semence sur la terre. La terre produisit de la verdure, de l'herbe portant de la semence selon son espèce, et des arbres donnant du fruit et ayant en eux leur semence selon leur espèce (Genèse 1 : 11-12). Les arbres de l'Eternel se rassasient, les cèdres du Liban, qu'il a plantés (Psaume 104 : 16) louange à l'Eternel, chantez en son honneur pour ses merveilles. Tu es digne, notre Seigneur et notre Dieu, de recevoir la gloire et l'honneur et la puissance ; car tu as créé toutes choses, et c'est par ta volonté qu'elles existent et qu'elles ont été créées (Apocalypse 4 :11).

A notre mère Marie-Rose HANGAIKA et nos frères et sœurs : BAINGA MUHITO Maurice ; IBARA MUHITO ; BUZUNE NYAKATO; TETYABO MUHITO; KATO MUHITO; KIZA MUHITO; SUGABO MUHITO

Particulièrement, à mon grand frère BAINGA MUHITO Maurice, d'avoir pris une très grande responsabilité pour nos santés, éducations et de nous prodiguer de bons conseils tant moral que spirituel;

A vous nos tentes paternelles : BUNGISE, SIKAKALI et GEORGETTE ;

A ma charmante avec qui, nous vivons ensemble, Antoinette ZANGANI ;

KUNGWABAKU MUHITO Gérard

EPIGRAPHE

« Le courage et l'abnégation sont deux facteurs importants pour l'homme à surmonter un obstacle »

Antoine de Saint-Exupéry.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail, l'occasion nous est donné de traduire notre gratitude envers tous les personnels Scientifiques et Académiques de la Faculté de Gestion de Ressources Naturelles Renouvelables (FGRNR en sigle) et de la Faculté des Sciences en particulier ; pour la bonne collaboration et formation reçues.

Nous pensons plus particulièrement au professeur Hippolyte NSHIMBA SEYA WA MALALE qui, malgré ses multiples responsabilités bien voulu diriger ce travail ; qu'il nous soit également permis d'adresser nos sincères remerciements au Chef de Travaux Roger KATUSI LOMALISA pour son encadrement efficace, ses interventions pertinentes, son dévouement spontané et inconditionnel.

Nos remerciements s'adressent également :

A l'honorable FURABO TONDABO Mylet qui m'a doté d'outils informatiques. Aux membres de la famille, maman Marie-Rose HANGAIKA, mes grands et petits frères : BAINGA MUHITO ; IBARA MUHITO; Pascaline BUZUNE ; TETYABO MUHITO ; KATO MUHITO; KIZA MUHITO; SUGABO MUHITO; YAYABO; ENELYABO; NOBIRABO; MBUKALI N'KUNGWABAKU; NGUNDUKALI; KIYOMBE; BUNGISE; SIKAKALE; FURAHA NYAZUNGU; MUHIMBO et MUDZIABAKU.

A nos collaborateurs proches, Jean Blaise NOBIRABO, PASCALINE et MUSUBI Innocent pour leurs aides multiples ; toute Association des Jeunes Etudiants Bira à Kisangani AJEBKIS en sigle, pour leur contribution dans l'amour fraternel et bonne morale ; à tous les condisciples de la promotion 2014-2015 de l'auditoire de deuxième grade Eaux et Forêts,

Aux frères et sœurs, collègues, amis et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation du présent travail, qu'ils trouvent ici l'expression de nos gratitude.

KUNGWABAKU MUHITO Gérard

RESUME

L'étude est basée sur la dynamique de la population d'*Anthonotha fragrans* (Bak. F.) Exell et Hillcoat dans le dispositif du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province Orientale, RDC).

L'objectif général est d'étudier la dynamique de population d'*Anthonotha fragrans* dans la parcelle permanente du nord de la réserve forestière de Yoko.

La prise de données a été faite dans la parcelle permanente de 9 ha du bloc nord de la réserve forestière de Yoko qui est divisée en 9 carrés de 100 m x 100 m et ces derniers sont subdivisés en 100 placettes de 10 m x 10 m à l'intérieur desquelles, tous les individus d'*Anthonotha fragrans* à dhp \geq 10 cm ont été mesurés à 1,30 m au dessus du sol, numérotés et marqués en 2008 au cours de la première campagne et à la seconde campagne faite en 2014, consiste à remesurer la circonférence des mêmes individus et aux mêmes endroits.

Après 6 ans, le taux de recrutement est de 1,08 % tandis que la mortalité est de 1,13%. L'accroissement diamétrique annuel moyen est $0,41 \pm 0,28$ cm/an avec un maximum de 1,86 cm/an et un minimum de 0,19 cm/an. L'accroissement diamétrique annuel est de $0,41(\pm 0,28)$ cm/an

La structure diamétrique est en « S » étiré et la surface terrière est passée de 0,2390 m²/ha ($0,0077 \pm 0,0119$ m²/ha) en 2008 à 0,2704 ($0,0087 \pm 0,0131$ m²/ha) en 2014. La biomasse produite est passée de 2,7615 t/ha ($0,0891 \pm 0,1593$ m²/ha) en 2008 à 3,2776 t/ha ($0,1025 \pm 0,1792$ m²/ha) en 2014 et le carbone séquestré est passé de 1,3808 t/ha ($0,0445 \pm 0,0797$ m²/ha) en 2008 à 1,5889 t/ha ($0,0513 \pm 0,0896$ m²/ha) en 2014.

En tenant compte de paramètre de reconstitution, l'espèce ne se reconstitue pas quel que soit le taux de prélèvement utilisé au temps initial.

Mots clés : *Anthonotha fragrans*, dynamique, population, parcelle permanente, réserve forestière de Yoko.

SUMMARY

The survey is based on the dynamics of the population of *Anthonotha fragrans* (Bak. F.) Exell and Hillcoat in the permanent parcel of the north block of the forest reserve of Yoko (Ubundu, Oriental Province, and DRC).

The general objective is to study the dynamics of population of *Anthonotha fragrans* in the permanent parcel of the north of the forest reserve of Yoko.

Has the hold of data been made in the permanent parcel of 9 ha of the north block of the forest reserve of Yoko that is divided in 9 squares of 100 x m 100 m and these last are subdivided inside in 100 placentas of 10 x m 10 m of which, all individuals of *Anthonotha fragrans* to dhp? 10 cm has been measured over to 1,30 m to the of soil, numbered and marked in 2008 during the first country and to the second country made in 2014, consist in remeasuring the circumference of the same individuals and to the same places.

After 6 years, the recruiting rate is of 1,08% while mortality is of 1,13%. The growth diametric yearly means are $0,41 \pm 0,28$ cm/an with a maximum of 1,86 cm/an and a minimum of 0,19 cm/an. The yearly diametric growth is of $0,41(\pm 0,28)$ cm/an

The diametric structure is in S stretched and the surface terrier passed of 0,2390 m²/ha ($0,0077 \pm 0,0119$ m²/ha) in 2008 to 0,2704 ($0,0087 \pm 0,0131$ m²/ha) in 2014. The produced biomass passed of 2,7615 t/ha ($0,0891 \pm 0,1593$ m²/ha) in 2008 to 3,2776 t/ha ($0,1025 \pm 0,1792$ m²/ha) in 2014 and the carbon sequestrated passed of 1,3808 t/ha ($0,0445 \pm 0,0797$ m²/ha) in 2008 to 1,5889 t/ha ($0,0513 \pm 0,0896$ m²/ha) in 2014.

While taking into account reconstitution parameter, the species doesn't reconstitute itself whatever is the rate of withdrawal used to the initial time.

Key words: *Anthonotha fragrans*, dynamic, population, permanent parcel, forest reserve of Yoko.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	i
EPIGRAPHE.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME	iv
SUMMARY	v
TABLE DES MATIERE	vi
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	x
INTRODUCTION	1
0.1. Problématique	1
0.2. Hypothèse.....	2
0.3. Objectif.....	2
0.3.1. Objectif général	2
0.3.2. Objectifs spécifiques	2
0.4. Intérêt du travail.....	3
CHAPITRE I. GENERALITE.....	4
1.1. Généralité sur la dynamique des populations des arbres	4
1.1.1. La mortalité des arbres	4
1.1.1.1. Mortalité d'ordre mécanique.....	5
1.1.1.2. Mortalité d'ordre biologique	5
1.1.2. Le recrutement des arbres.....	5
1.1.3. La croissance des arbres	5
1.2. Aperçu sur <i>Anthonotha fragrans</i> (Baker, f.) Exell et Hillcoat (Tailfer, 1987)	6
1.2.1. Dénominations.....	6
1.2.2. Description botanique (Tailfer, 1989).....	6

1.3.3. Usage	7
1.2.4. Habitat	7
1.2.5. Distribution.....	7
CHAPITRE II. APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	8
2.1. Milieu d'étude	8
2.1.1. Localisation du site.....	8
2.1.2. Historique de réserve de Yoko	8
2.1.3. Climat	9
2.1.4. Sol.....	9
2.1.5. Végétation	9
2.1.6. Hydrographie.....	10
2.1.7. Action anthropique	10
2.2. Matériel et méthodes.....	10
2.2.1. Matériel	10
2.2.2. Méthode.....	11
2.2.2.1 <i>Plan du dispositif</i>	11
2.2.2.2 <i>Protocole de prise des données</i>	12
2.2.2.3 <i>Analyse et traitement des données</i>	12
2.2.2.3.1 <i>Surface terrière</i>	12
2.2.2.3.2 <i>Accroissement annuel moyen (Δd)</i>	13
2.2.2.3.3 <i>Taux de recrutement (TR)</i>	13
2.2.2.3.4 <i>Taux de mortalité (TM)</i>	13
2.2.2.3.5 <i>Taux de prélèvement (TP)</i>	14
2.2.2.3.6 <i>Biomasse aérienne</i>	14
2.2.2.3.7 <i>Le calcul du stock de carbone (C)</i>	14
2.2.2.3.8 <i>Indice de reconstitution</i>	15
2.2.3 Analyses statistiques.....	15

CHAPITRE III. INTERPRETATION DES RESULTATS	17
3.1. Taux de recrutement (TR).....	17
3.2. Taux de mortalité (TM).....	17
3.3. Accroissement diamétrique annuel ou accroissement annuel moyen.....	18
3.3.1. Accroissement annuel moyen (AAM).....	18
3.3.2. Accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre	18
3.4. Structure diamétrique.....	19
3.5. Surface terrière (m ² /ha)	20
3.6. Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré.....	21
3.7. Biomasse produite et carbone séquestré en fonction des classes de diamètre	21
3.8. Corrélation entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre	22
3.9. Taux de reconstitution.....	23
CHAPITRE IV. DISCUSSION DE RESULTATS	25
4.1 Evaluation du taux de recrutement.....	25
4.2 Evaluation du taux de mortalité	25
4.3 Accroissement et surface terrière.....	25
4.4 Evolution de biomasse et du stock de carbone	26
4.5 Probabilité de la reconstitution de l'espèce après exploitation.....	27
CONCLUSION ET SUGGESTIONS.....	29
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	30
ANNEXE	i

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Réserve forestière de la Yoko (source Kalo, 2014).....	8
Figure 2. Dispositif de 400 ha où la parcelle permanente de 9ha du bloc nord est en rouge (Source Picard, 2008).....	11
Figure 3. Parcelle de 1 ha subdivisé en 100 placettes de 10 m x 10 m.....	12
Figure 4. Le taux de mortalité en fonction des classes de diamètre.....	18
Figure 5. Accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre.....	19
Figure 6. Structure diamétrique des individus entre 2008 et 2014	19
Figure 7. Surface terrière des individus d' <i>A. fragans</i> regroupés en différentes classes de diamètre pour les années 2008 et 2014. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50% des surfaces terrières et la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la surface terrière moyenne ; la barre basse indique la surface terrière minimale et la barre haute indique la surface terrière maximale.....	20
Figure 8. Biomasse produite en fonction des classes de diamètre	21
Figure 9. Carbone séquestré en fonction des classes de diamètre	22
Figure 10. Corrélation entre la biomasse, la densité du bois et diamètre.....	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Taux de recrutement des individus d' <i>A. fragrans</i>	17
Tableau 2. Taux de mortalité des individus d' <i>A. fragrans</i>	17
Tableau 3. Accroissement annuel moyen (AAM)	18
Tableau 4. Evolution de la quantité de la biomasse et du carbone séquestré	21
Tableau 5a. Taux de prélèvement de 50 % (2,5 pieds).....	23
Tableau 5b. Taux de prélèvement de 75 % (3,75 pieds).....	24
Tableau 5c. Taux de prélèvement de 100 % (5 pieds).....	24

INTRODUCTION

0.1. Problématique

Les forêts tropicales en général et celles du Bassin du Congo en particulier, sont des écosystèmes extrêmement utiles aussi bien à l'échelle mondiale que régionale. A l'échelle mondiale, elles jouent un rôle capital dans la régularisation de l'effet de serre (Clarck, 1996).

A l'échelle régionale, l'importance économique et sociale de cet écosystème se situe au niveau des états où elles constituent une source de devises au niveau des populations riveraines et urbaines, à travers l'exploitation et la vente des arbres et des autres produits des forêts.

Les forêts du bassin du Congo renferment d'écosystèmes extrêmement complexes. Devant cette complexité, une des démarches adoptée est l'étude de la dynamique d'espèces cibles pour leur intérêt commercial et écologique. A partir d'un pool d'individus reproducteurs, l'espèce interagit avec le milieu et différentes espèces animales et végétales afin de mettre en place une nouvelle génération d'individus matures. La dynamique de l'espèce résulte de l'ensemble des mécanismes qui interviennent dans le renouvellement. Donc l'espèce est étudiée sur l'ensemble de son cycle de vie (Hartshorn, 1972 ; Debroux, 1998). La dynamique d'une population peut se définir comme le renouvellement et les différentes modifications observées en son sein depuis la germination jusqu'à la mort. Elle est en général abordée à travers trois variables à savoir : la croissance, la mortalité et le recrutement. Ces variables ne sont évaluables que dans une espèce ou une étendue bien déterminée pendant un intervalle de temps bien précis (Jesel, 2005).

Les peuplements naturels ne constituent pas des entités statiques, mais dynamique se renouvelant sans cesse par le processus de la régénération naturelle à travers la reproduction des essences présentes ou par l'apport des diaspores issues des sources extérieures à travers le processus de la pollinisation, de la dispersion, la germination et la croissance des graines. La régénération naturelle par les semis est par conséquent, la base de l'équilibre dynamique et démographique des populations végétales assurant le renouvellement des individus et la pérennité des espèces dans l'écosystème forestiers (Forget, 1988).

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 (Puig, 1981 cité par Boyemba, 2006)

La physionomie actuelle des populations d'*Anthonotha fragrans* dans la réserve forestière de la Yoko est à étudier ; nous voulons donc spécialement connaître l'accroissement diamétrique annuel, le taux de recrutement et de mortalité, l'accroissement de la surface terrière et la biomasse de la population de cette espèce. Ces informations peuvent fournir une idée sur les conditions écologiques propices à la régénération de cette espèce en milieux naturels d'une part et d'autre part, permettre de déterminer le stade de développement de la végétation de la parcelle permanente de la Yoko.

Au cours de notre investigation, certaines questions de recherche ont été posées 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 biomasse augmente-t-elle avec le nombre d'années? (ii) En tenant compte de l'administration forestière en vigueur en RDC fixant le diamètre minimum d'exploitabilité à 60 cm pour *Anthonotha fragrans* et une durée de rotation de 25 ans, est-ce que l'espèce se reconstitue-elle après la première exploitation?

0.2. Hypothèse

Partant de ces deux questions fondamentales, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

(i) La biomasse des individus d'*Anthonotha fragrans* augmente avec le nombre d'années, c'est-à-dire, elle significative différente entre les années 2008 et 2014 ;

(ii) Le nombre de jeunes tiges étant moins suffisant, l'espèce ne se reconstitue pas 25 ans après la première exploitation quelque soit le taux de prélèvement effectué.

0.3. Objectif

0.3.1. Objectif général

L'objectif général est d'évaluer la dynamique de population d'*Anthonotha fragrans* dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko.

0.3.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques suivants ont été poursuivis, entres autres d' :

- (i) Evaluer la biomasse produite par les individus d'*Anthonotha fragrans* 6 ans après la première campagne de mensuration;
- (ii) Apprécier le taux de reconstitution de la dite espèce après l'exploitation.

0.4. Intérêt du travail

Cette étude a un double intérêt, entre autre scientifique et écologique :

- Sur le plan scientifique, elle permet de quantifier la biomasse produite et le carbone séquestré par l'espèce *A. fragrans* dans une forêt semi-caducifoliée de la réserve de Yoko ;
- Sur le plan écologique, elle permet de caractériser la structure diamétrique pour extérioriser sa potentialité en termes de la reconstitution dans la dite forêt semi-caducifoliée.

CHAPITRE I. GENERALITES

1.1. Généralités sur la dynamique des populations des arbres

Un peuplement forestier est décrit par sa structure et sa population en un instant donné et par sa dynamique. La structure est caractérisée par la diversité floristique, la densité, la distribution en classes de diamètre et les répartitions verticale et horizontale des tiges.

La dynamique est en général abordée à travers trois variables : la mortalité, la croissance et le recrutement.

Au sens physique du terme, la dynamique concerne l'étude des « forces qui déterminent les variations d'abondance des populations et des sous-populations » (Frontier et Pichod, 1991). Elle repose sur quelques processus fondamentaux : la floraison, la pollinisation, la fructification, la dissémination, la reproduction et la germination, la croissance des tiges sub-adultes à adultes ainsi que le recrutement.

Le recrutement peut être considéré comme le résultat de la reproduction, de la survie et de la croissance des jeunes individus jusqu'à une taille prédéfinie le plus souvent le diamètre à 1,30 m et on parle de diamètre de précomptage (Favrichon et *al.*, 1998).

L'étude de la dynamique des populations permet de prédire l'évolution des populations ou encore l'effet de la modification d'un élément sur la population dans son ensemble. Ces études sont en particulier nécessaires pour prévoir l'impact des interventions humaines (activités agricoles, lutte contre les prédateurs) sur l'environnement (Favrichon et *al.*, op. cit.)

1.1.1. La mortalité des arbres

La mortalité est un phénomène plus ou moins aisé à appréhender en forêt, c'est un paramètre à la fois fondamental à prendre en compte et difficile à estimer. Fondamentalement, son impact sur le bilan de surface terrière ou en volume de l'ensemble du peuplement, ainsi que sur la sylvicole est important (Clark, 1996 ; Pascal, 1995).

Elle est difficile à estimer car c'est un événement rare et fortement aléatoire dans le temps et dans l'espace (surtout chez les individus de gros diamètres ou pour les espèces peu fréquentes, c'est-à-dire pour les populations à faible effectif).

Les causes de la mortalité sont variées et peu aisées à appréhender; par simplification, les forestiers distinguent différents types de mortalité sans préjuger de la cause : mort sur pied et mort par chablis primaire (chute d'un arbre) ou par chablis secondaire (chute provoquée par un chablis primaire) (Franklin et *al.*, 1987)

Les causes de mortalité sont classées en deux catégories :

1.1.1.1. Mortalité d'ordre mécanique

Elle est due aux chutes naturelles des arbres ou à l'action anthropique (la coupe des arbres)

1.1.1.2. Mortalité d'ordre biologique

Elle est due au fonctionnement physiologique de la plante elle-même ; soit par la compétition et la prédation. Ici ajoutons aussi les facteurs édaphiques tels que le sol, la topographie ,le microclimat, etc. On calcule les valeurs brutes et les taux de mortalité en effectif, en surface terrière et en volume, en classes de diamètre, etc. ceci permet de caractériser la variabilité du phénomène dans le temps et dans l'espace.

1.1.2. Le recrutement des arbres

Le recrutement est défini comme étant le passage d'un individu au-delà d'un certain seuil de taille. Le plus souvent, il s'agit d'un diamètre limité à 1,30 m que l'on appelle diamètre de précomptage.

Le recrutement donne une image de renouvellement des effectifs ; c'est un paramètre fondamental pour la compréhension de la dynamique à long terme des écosystèmes. Les valeurs de recrutement peuvent être fournies comme celle de la mortalité.

Parmi les facteurs influençant le recrutement, on peut citer essentiellement l'espèce et sa capacité à réagir à la mise en lumière lors de l'ouverture du couvert.

1.1.3. La croissance des arbres

La plupart des processus physiologiques observés chez les arbres sont communs à tous les végétaux supérieurs. Mais la grande différence entre les arbres (plantes ligneuses) et les autres consiste en l'augmentation annuelle de leur diamètre. La croissance des arbres requiert en effet l'accumulation de couche des tissus ligneux sur la tige du jeune plant.

Chez les arbres une couche de cellules particulières, constituent un tissu appelé cambium, se divise en une couche de xylème, vers le centre du tronc et une couche de phloème, vers l'extérieur. Le xylème conduira la sève pendant quelques années (il s'appelle alors aubier) avant de se lignifier et de se rigidifier en bois dans ce cas, le phloème constitue l'écorce.

La division constante du cambium accroît peu à peu la circonférence du tronc ; chaque année, une couche est ainsi ajoutée : c'est ce qui dessine les cernes de croissance que l'on observe sur les souches, un cerne correspondant donc à une année de croissance et le comptage des cernes d'un arbre permet de déterminer son âge. La croissance d'un arbre en épaisseur se poursuit en effet durant toute sa vie. La largeur des cernes dépend des conditions de développement de l'arbre et notamment du climat.

L'accroissement peut être exprimé en valeur brute ou relative, en circonférence, en diamètre, en surface terrière et en volume. Favrichon et *al.*, (1998), notent que l'accroissement en diamètre entre deux inventaires réalisés à t_1 et t_2 , leur valeur est souvent faible et les mesures entachées d'une erreur importante.

Il convient d'être particulièrement prudent pour son estimation et de bien préciser, en particulier sur quels arbres elle est calculée.

1.2. Aperçu sur *Anthonotha fragrans* (Baker, f.) Exell et Hillcoat (Tailfer, 1987)

1.2.1. Dénominations

Nom commercial : Kibakoko.

Noms vernaculaires en RDC, Boleka et Bulimbusa (Kisangani) ; Bonkotombolo (Ba-sankuru) ; Empoposo (Lifake) ; Kibakoko (Kisongola) ; Libundukulu (Turumbu) ; Watsangila (Kundu).

Au Cameroun (Lebelo) et au Congo-Brazza (Kibakoko)

1.2.2. Description botanique (Tailfer, 1989)

Les caractères distinctifs

Arbre de deuxième grandeur, à fut cylindrique, assez droit, atteignant 12 à 30 m de haut ; le bois est jaunâtre, veine de brun violet, lourd à mi-dur, résinifère peu durable.

Ecorce gris clair, rugueuse puis écailleuse, se desquamant par plaques épaisses découvrant des dépressions concaves marquées des concrétions. Coupe brun rosé, peu à mi-épaisse, l'aubier entaillé exsudant une résine crème ;

Fruit est une gousse aplatie, épaisse (2-3 cm), subrectangulaire, de 3,5-9 cm de long, à surface ferrugineuse marquée de fortes nervures transversales et anastomosées contenant 1 ou 2 grosses graines ;

Fleurs petites, à grand pétale médian, 3 étamines plus grandes, réunies en panicules ;

Feuilles composées pennées à 2-5 paires de grandes folioles elliptiques de 6-38 cm de long ; cime hémisphérique à subglobuleuse, à couvert dense un peu fauve ;

Pied généralement lobé de petites ailes, parfois simplement épaissi, cannelé, empatté, accotements.

1.2.3. Usage

Le bois est utilisé en menuiserie et en charpenterie (Tailfer, 1987).

1.2.4. Habitat

Forêts primaires denses de terre ferme et marécageuses.

1.2.5. Distribution

Arbre Omni guinéo-Congolais. (Lejoly et *al.*, 2010)

CHAPITRE II. APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.1. Milieu d'étude

2.1.1. Localisation du site

La réserve forestière de Yoko est localisée dans le District de la Tshopo, dans le Territoire d'Ubundu et dans la collectivité de Bakumu Mangongo (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 qui forme une demi-boucle en suivant cette direction, 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)

La rivière Yoko la subdivise en deux parties dont la partie Nord avec 3370 hectares et la partie Sud avec 3605 hectares, soit une superficie totale de 6975 hectares. Elle a comme coordonnées géographiques la longitude Est $25^{\circ}28'90,6''$ et la latitude Nord $00^{\circ}29'40,2''$ avec une altitude de 435 m (Figure 1)

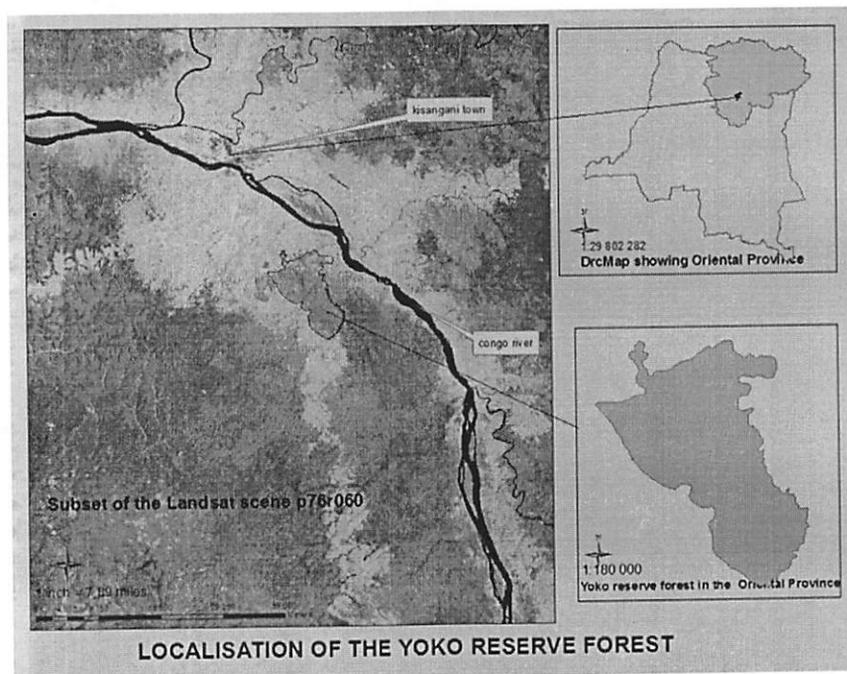


Figure1. Réserve forestière de la Yoko (source Kalo, 2014)

2.1.2. Historique de réserve de Yoko

Cette réserve est une propriété de l'Institut congolais pour la conservation de la nature conformément à l'ordonnance-loi n°75 du 23 de juillet 1975 portant création d'une entreprise publique de l'Etat telle que modifiée et complétée par l'ordonnance-loi n°78-190 du

5 mai 1988 dans le but de gérer certaines institutions publiques environnementales (Lomba et Ndjele, 1998).

2.1.3. Climat

En tenant compte des irrégularités dans le prélèvement des données climatiques de la réserve forestière de Yoko et en suivant sa situation géographique à la périphérie de Kisangani, la réserve forestière de Yoko bénéficie globalement du climat régional de la ville de Kisangani du type Af de la classification de Koppen.

Ce climat est caractérisé par une moyenne des températures du mois le plus froid supérieur à 18°C, une amplitude thermique annuelle faible inférieur à 5°C, une moyenne des précipitations du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm. La réserve de Yoko présente encore quelques petites variations microclimatiques dues à une couverture végétale plus importante et au réseau hydrographique très dense (Ifuta, 1993; Lomba, 2007).

La température diurne est environ 30°C et celle de la nuit est environ 20°C, la température moyenne oscille entre 22,4°C à 26°C. La pluviosité annuelle moyenne atteint 1800 mm et celle du mois le plus sec atteint 60 mm des pluies.

L'humidité relative varie entre 70 et 90 %. L'insolation relative à la région oscille entre 42 et 45 %. Le maximum se situe en Janvier-Février et le minimum est observé en Août (Soki, 1994 ; Lomba, 2007).

2.1.4. Sol

La réserve forestière de Yoko en un sol présentant les mêmes caractéristiques reconnues aux sols de la Cuvette centrale congolaise ; ce sol est rouge ocre, avec un faible rapport silice-sesquioxyde de la fraction argileuse, une faible capacité d'échange cationique de la fraction minérale, une teneur en minéraux primaires faibles, une faible activité de l'argile, une faible teneur en éléments solubles et une assez bonne stabilité des agrégats. (Lomba, 2007).

2.1.5. Végétation

La végétation de la zone du dispositif permanent de 400 ha est essentiellement constituée de deux ensembles, des forêts à *Gilbertiodendron dewevrei* qui forme un peuplement plus ou moins pur et un autre ensemble, des forêts à *Scorodophleus zenkeri* également constitué d'essences héliophiles ou semi héliophiles issues probablement de l'anthropisation de la zone. On y rencontre en général les essences telles que :

Entandrophragma spp, *Guarea spp*, *Pericopsis elata*, *Strombosia grandifolia*, (Batsielili, 2008).

2.1.6. Hydrographie

La réserve forestière de Yoko est baignée par la rivière Yoko qui la traverse de l'Ouest vers Nord-Est où plusieurs affluents déversent leurs eaux dans cette rivière. Au Nord, on rencontre cinq ruisseaux qui déversent les eaux dans la rivière Yoko en direction Ouest-Est et dans la partie Sud, sept ruisseaux qui coulent dans la direction Sud-Nord, la rivière Biaro qui délimite la réserve dans sa partie Est, va se joindre à la Yoko au Nord avant de se jeter dans le fleuve Congo (Lomba, 2007).

2.1.7. Action anthropique

La réserve forestière de Yoko est soumise à l'activité humaine, la plupart est les Kumu des villages situés le long de la route Kisangani-Ubundu et cet aspect en une importance dans l'interprétation des paysages botaniques.

Deux types d'actions anthropiques ont été signalés, à savoir : les actions anthropiques non néfastes à la gestion rationnelle des forêts caractérisées par la recherche des bois de chauffe, de construction, des plantes à usages alimentaires et médicinales ; et les actions anthropiques non conformes à la gestion durable des forêts, notamment l'exploitation forestière, l'agriculture itinérante sur brûlis, la destruction des biotopes par les animaux ainsi que l'exploitation des carrières des sables, graviers et autres limonites, etc. (Lomba, 2007).

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Matériel

Les différents matériels ont été utilisés pour la réalisation de ce travail, notamment la machette pour les ouvertures des layons ; le mètre ruban pour la prise des circonférences des arbres à 1,30 m du sol ; une chaîne d'arpentage servant à la délimitation de la surface d'inventaire; la boussole pour orientation de la direction des layons ; les jalons pour la fixation des limites des parcelles ; un stylo à bille et un carnet pour la prise des notes et un appareil photo numérique pour la prise des photos de différents échantillons.

2.2.2. Méthode

2.2.2.1 Plan du dispositif

La réserve forestière de Yoko comprend en son sein un dispositif permanent de 400 ha divisé en deux sous blocs formant un « L ». Le premier sous-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 sous-bloc, dit « bloc sud », constitue la partie horizontale de « L » qui a une superficie de l'ordre de 1000 m x 2000 m.

Deux parcelles permanentes de 9 ha chacune ont été installées dans ce dispositif de 400 ha, l'une dans le bloc nord et l'autre dans le bloc sud. La récolte de nos données a été faite dans celle installée dans le sous bloc nord (Figure 2).

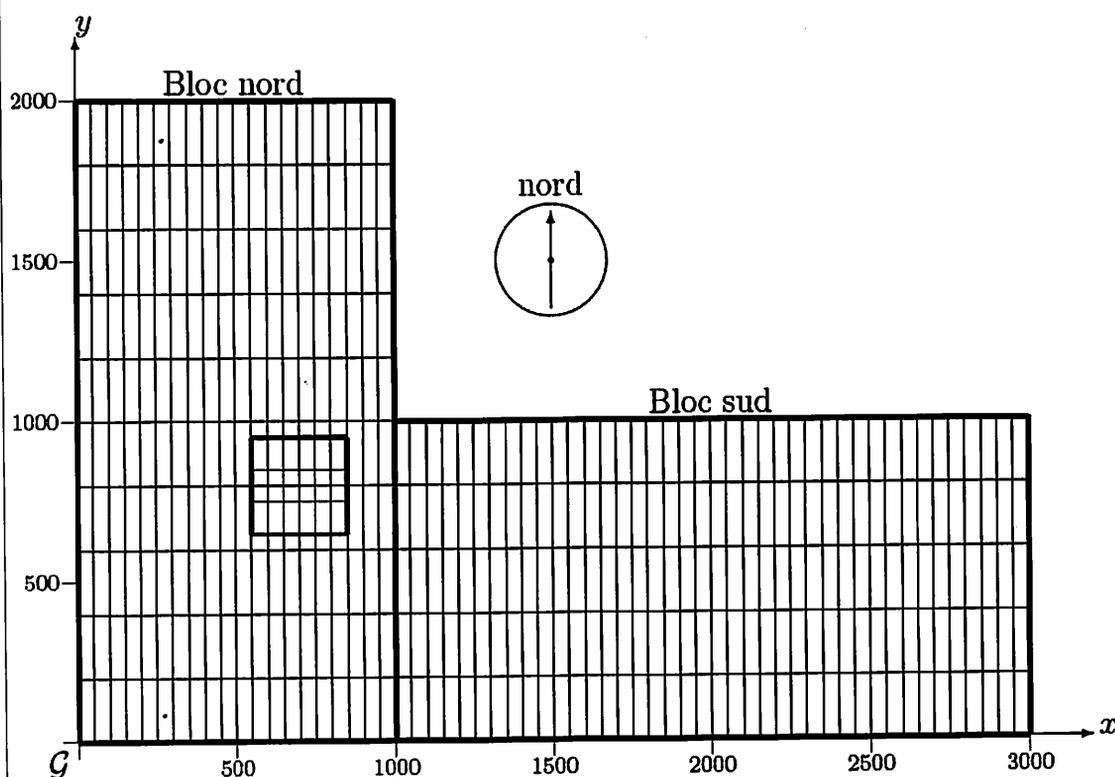


Figure 2. Dispositif de 400 ha où la parcelle permanente de 9ha du bloc nord est en rouge (Source Picard, 2008).

La parcelle permanente comprend 9 carrés d'un hectare subdivisés chacun en 100 placettes de 10 m x 10 m. (Lomba, 2011 ; Nyembo, 2012). Dans chaque carré, l'inventaire se faisait en directions d'Est-Ouest suivant l'axe x et Nord-Sud suivant l'axe d'y. (Figure 3)

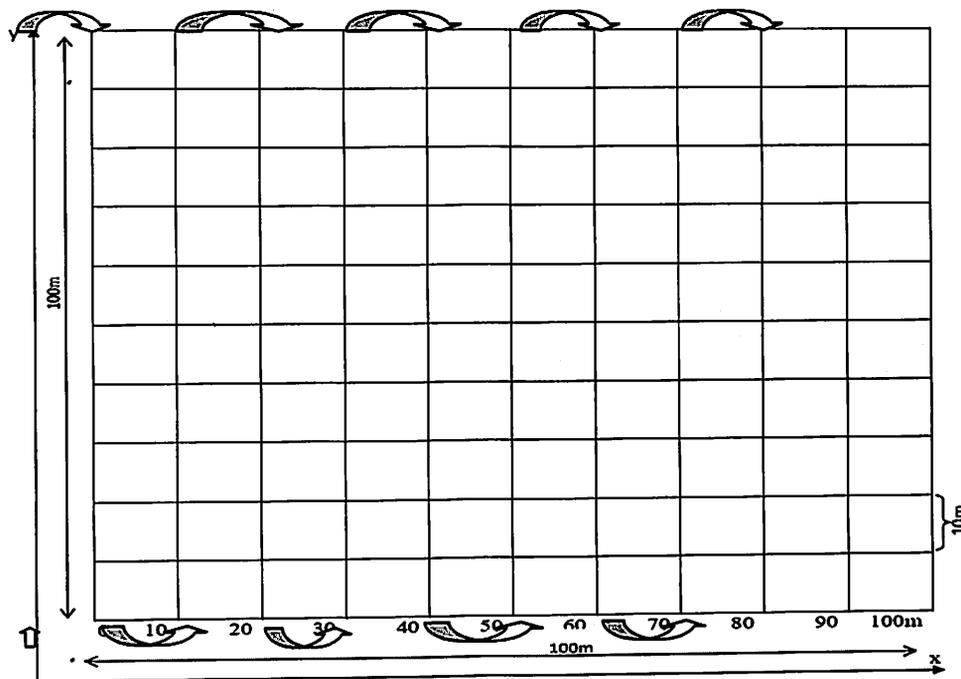


Figure 3. Parcelle de 1 ha subdivisée en 100 placettes de 10 m x 10 m.

2.2.2.2. *Protocole de prise des données*

Dans chaque carré, la circonférence de différents individus a été mesurée en 2008 à 1,30 m au dessus du sol et matérialisée par deux traits en peinture rouge durant la première campagne et la seconde campagne faite en 2014 consistait à remesurer la circonférence au même endroit et à la même hauteur. Les tiges non retrouvées ont été considérées comme mortes.

2.2.2.3 *Analyse et traitement des données*

2.2.2.3.1. *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 :

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

2.2.2.3.2. *Accroissement annuel moyen (Δd)*

Les circonférences mesurées en 2008 et 2014 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 (Favrichon 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
- t = année

Avec t_1 et t_2 respectivement l'année initiale et l'année finale de prise des mesures.

L'accroissement de la surface terrière 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.

2.2.2.3.3. *Taux de recrutement (TR)*

Le recrutement est le passage d'un individu non recensé lors de la campagne d'inventaire précédente vers le diamètre de précomptage (dc.) qui est de 10 cm.

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 suivante :

$$TR (\%) = 100 \times \left(\frac{N_{t_1, t_2}}{N_{t_1}} \right) / \Delta t$$

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 $\Delta t = t_2 - t_1$

2.2.2.3.4. *Taux de mortalité (TM)*

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 est supérieur au diamètre de recrutement.

Il se calcule par la formule ci-après (Bedel & *al.*, 1998 ; Durrieu de Madron & *al.*, 1998 a ; SPIAF, 2007) :

$$TM (\%) = 100 \times \left[1 - \left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{1/t} \right]$$

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.

2.2.2.3.5. Taux de prélèvement (TP)

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

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

2.2.2.3.6. Biomasse aérienne

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. Pour cette étude, nous avons opté pour l'équation allométrique proposée par Chave et al., 2005 où la densité du bois d'*A. fragans* est égale à $0,53 \text{ g/cm}^3$.

2.2.2.3.7. Le calcul du stock de carbone (C)

Le calcul du stock de carbone forestier se fait en multipliant la matière sèche de la biomasse aérienne par un facteur de conversion (CF) qui est égal à 0,5. (Timothy et Brown 2005). Elle est calculé par la formule $C = \text{Biomasse} \times 0,5$ ou $C = \text{Biomasse}/2$

2.2.2.3.8. Indice de reconstitution

Il constitue le rapport 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.

L'indice de reconstitution obtenu ne chiffre pas la reconstitution réelle entre la dernière et la prochaine, mais donne une idée du renouvellement de la ressource entre une exploitation qui a eue lieu à la date d'inventaire d'aménagement et une exploitation effectuée en 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. Il est calculé à partir de la formule suivante (SPIAF, 2007) :

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

Avec % Re (t) = pourcentage de reconstitution du nombre de tiges initialement exploitables (\geq DME) au temps t ; N_0 = effectifs qui auraient dépassé 60 cm de diamètre (diamètre considéré) en 25 ans (arbres d'avenir) ; N_p = nombre de tiges de diamètre (diamètre supérieur à 60 cm ; σ = taux de dégâts dû à l'exploitation (7%) ; a = taux de mortalité et t = temps de passage, soit 25-ans.

2.2.3 Analyses statistiques

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

Le logiciel R nous a permis d'établir certaines figures et de faire les tests t-student pour comparer la surface terrière, la biomasse produite et le carbone séquestré entre les deux années (2008 et 2014).

Le test t-Student a pour formule : $t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\frac{S^{2p}}{n_1} + \frac{S^{2p}}{n_2}}}$ avec X_1 et X_2 = moyennes arithmétiques de 2 séries ; S^{2p} = 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 est calculé par la 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 deux années 2008 et 2014). 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 classe de la variable qualitative ($k \geq 2$) ; i = numéro de la classe de la variable qualitative ($1 \leq i \leq k$).

Etant donné que les calculs statistiques sont longs et fastidieux, nous n'avons pas eu à les montrer en détails ; car de nos jours, l'analyse des données se fait à l'aide des programmes informatiques, en l'occurrence le logiciel.

CHAPITRE III. INTERPRETATION DES RESULTATS

Lors de la première campagne d'inventaire était réalisée en 2008, 31 individus ont été inventoriés ; soit une densité moyenne de 3,44 pieds/ha et en 2014 au cours de la deuxième campagne, 29 individus ont été inventoriés ; soit une densité moyenne de 3,22 pieds/ha.

3.1. Taux de recrutement (TR)

Le tableau 1 présente le nombre initial, les nouveaux recrutés et le taux de recrutement (TR) des individus d'*A. fragrans* 6 ans après la première campagne de mensuration

Tableau 1. Taux de recrutement des individus d'*A. fragrans*

Effectif initial	Recruté (6 ans après)	TR (%)
31	2	1,08

Le tableau 1 montre que, 2 individus ont été recrutés pendant la campagne de l'année 2014, c'est-à-dire 6 ans après la première campagne effectuée en 2008 et cela représente un taux de recrutement de 1,08 %.

3.2. Taux de mortalité (TM)

Le tableau 2 présente le nombre des individus morts au cours de la campagne de l'année 2014

Tableau 2. Taux de mortalité des individus d'*A. fragrans*

Effectif initial	Morts (6 ans)	TM (%)
31	2	1,13

Le tableau 2 montre qu'après 6 ans, 2 individus sont morts sur un total de 31 individus initialement inventoriés en 2008, ce qui représente un taux de mortalité de 1,13 % en 2014.

Après 6 ans, la figure 4 illustre le taux de mortalité en fonction des classes de diamètre

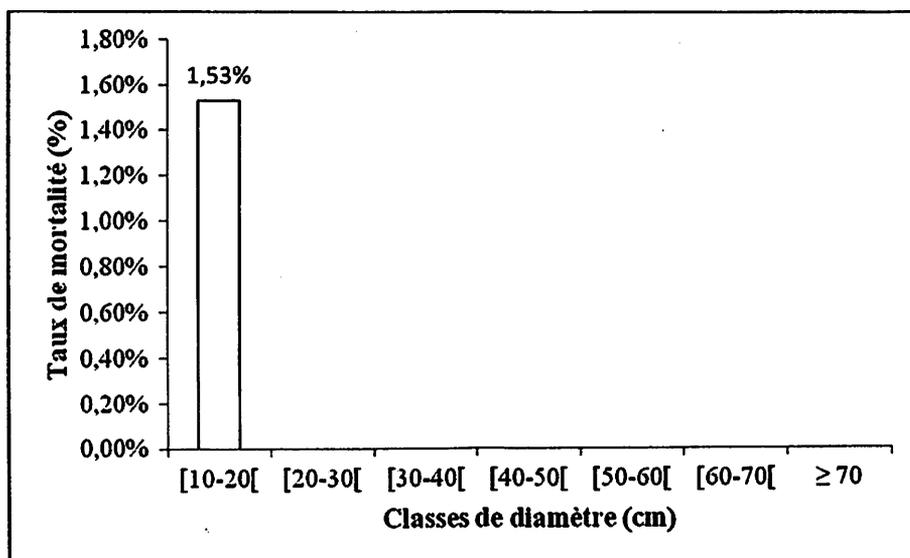


Figure 4. Le taux de mortalité en fonction des classes de diamètre

La figure 4 montre que, en particulier, seul la classe de diamètre de [10-20[cm présente un taux de mortalité de 1,53%.

3.3. Accroissement diamétrique annuel ou accroissement annuel moyen

3.3.1. Accroissement annuel moyen (AAM)

Le tableau 3 illustre l'accroissement annuel moyen (AAM) des individus d'*A. fragrans* 6 ans après la première mensuration

Tableau 3. Accroissement annuel moyen (AAM)

AAM (cm/an)	Maximum	Minimum
0,41 ± 0,15	1,86	0,19

Dans le tableau 3 apparaît que les accroissements annuels moyens de l'ensemble des individus d'*A. fragrans* sont de $0,41 \pm 0,15$ cm/an avec un maximum de 1,86 cm/an et un minimum de 0,19 cm/an.

3.3.2. Accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre

La figure 5 présente l'accroissement annuel moyen en fonction des classes de diamètre des individus d'*A. fragrans*

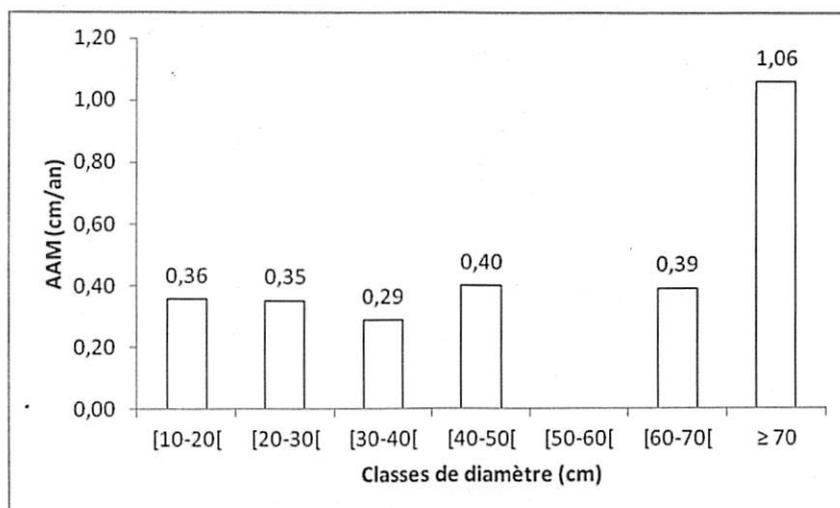


Figure 5. Accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre

Il apparait sur la figure 5 que, la classe à $d_{hp} \geq 70$ cm présente un accroissement annuel moyen le plus élevé de l'ordre de 1,06 cm/an, suivie de [40-50[cm avec 0,40 cm/an tandis que la classe de [30-40[cm présente un accroissement annuel moyen faible de l'ordre de 0,29 cm/an. En utilisant le test de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il y a une différence hautement significative (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 33,4$; dl = 6, $p < 0,001$)

3.4. Structure diamétrique

La figure 6 présente la structure diamétrique des individus d'*A. fragrans* en fonction de différentes classes de diamètre

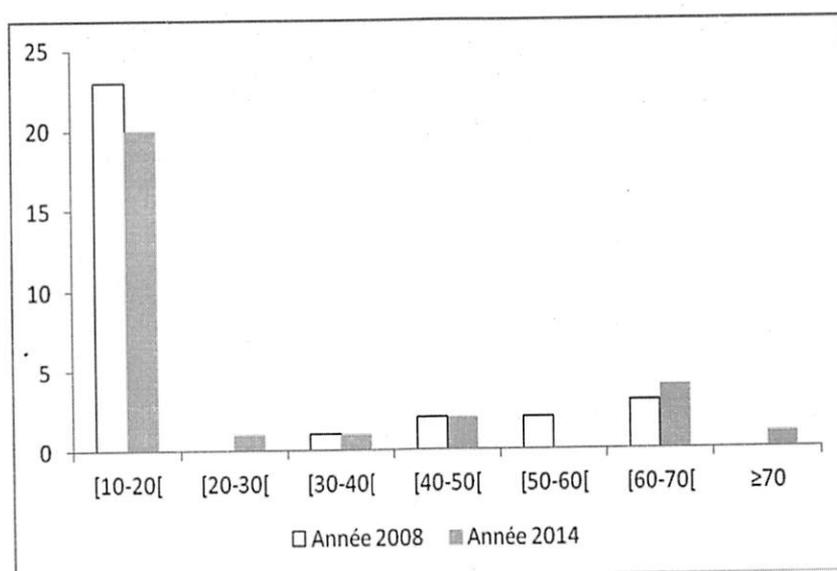


Figure 6. Structure diamétrique des individus entre 2008 et 2014

La figure 6 ci-haut montre que, pour l'année 2008, le nombre d'individus est plus élevé dans la classe [10-20[cm et décroît dans la classe de [30-40[cm puis croît jusqu'à la classe de [60-70[cm. Il convient de signaler que les classes de [20-30[cm et à dhp ≥ 70 cm ne présentent aucun individu tandis qu'en 2014, le nombre d'individus est plus élevé dans la classe [10-20[cm et décroît dans la classe de [20-30[cm puis croît jusqu'à la classe de [60-70[cm avec une absence d'effectifs à la classe de [50-60[cm et décroît dans celle à dhp ≥ 70 cm.

3.5. Surface terrière (m²/ha)

La surface terrière était de 0,2390 m²/ha ($0,0341 \pm 0,0386$ m²/ha) en 2008 et en 2015, elle est de 0,2704 m²/ha ($0,0093 \pm 0,0133$ m²/ha) (Annexe).

La figure 7 montre que, pour l'ensemble de 9 ha, 50% des individus regroupés en différentes classes de diamètre ont des surfaces terrières comprises entre 0,03 à 0,055 m²/ha à 2008 tandis qu'en 2014, elles sont comprises entre 0,01 à 0,08 m²/ha. En utilisant le test t-Student pour comparer les surfaces terrières entre les deux années, on constate qu'il y a une différence significative au seuil $\alpha = 0,05$ ($t = 42,4$; $dl = 1$ et $p = 0,04 < 0,05$)

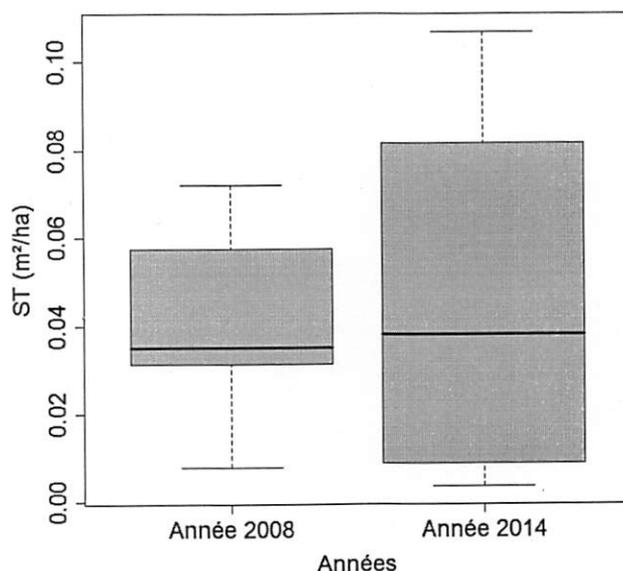


Figure 7. Surface terrière des individus d'*A. fragans* regroupés en différentes classes de diamètre pour les années 2008 et 2014. La boîte représente l'intervalle dans lequel sont regroupés 50% des surfaces terrières et la barre épaisse à l'intérieur de la boîte indique la surface terrière moyenne ; la barre basse indique la surface terrière minimale et la barre haute indique la surface terrière maximale.

3.6. Quantité de la biomasse produite et du carbone séquestré

Le tableau 4 présente l'évolution de la biomasse produite et du carbone séquestré par les individus d'*A. fragans* pour les années 2008 et 2014

Tableau 4. Evolution de la quantité de la biomasse et du carbone séquestré

Années	BM (t/ha)	Δ BM (t/ha)	C(t/ha)	Δ C(t/ha)
2008	2,7615	0,0891 \pm 0,1593	1,3808	0,0445 \pm 0,0797
2014	3,1777	0,1057 \pm 0,1833	1,5889	0,0548 \pm 0,0917
Gain annuel (t/ha/an)	0,0694		0,0347	

Le tableau 4 montre que, la biomasse totale produite en 2008 était de 2,7615 t/ha (0,0891 \pm 0,1593 t/ha) tandis qu'en 2014, elle est de 3,1777 t/ha (0,1096 \pm 0,1833 t/ha), soit le gain annuel de l'ordre 0,0694 t/ha/an par rapport en 2008. La quantité de carbone séquestrée en 2008 était 1,3808 t/ha (0,0445 \pm 0,0797 t/ha) tandis qu'en 2014, elle est de 1,5889 t/ha (0,0548 \pm 0,0917 t/ha), soit un gain annuel de 0,0347 t/ha/an. En utilisant le test t-Student pour comparer la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré entre les deux années, on constate qu'il y a une différence significative au seuil $\alpha = 0,05$ ($t = 14,3$; $dl = 1$ et $p = 0,04 < 0,05$)

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

Les figures 8 et 9 ci-dessous présentent la quantité de la biomasse produite et celle du carbone séquestré en fonction des classes de diamètre.

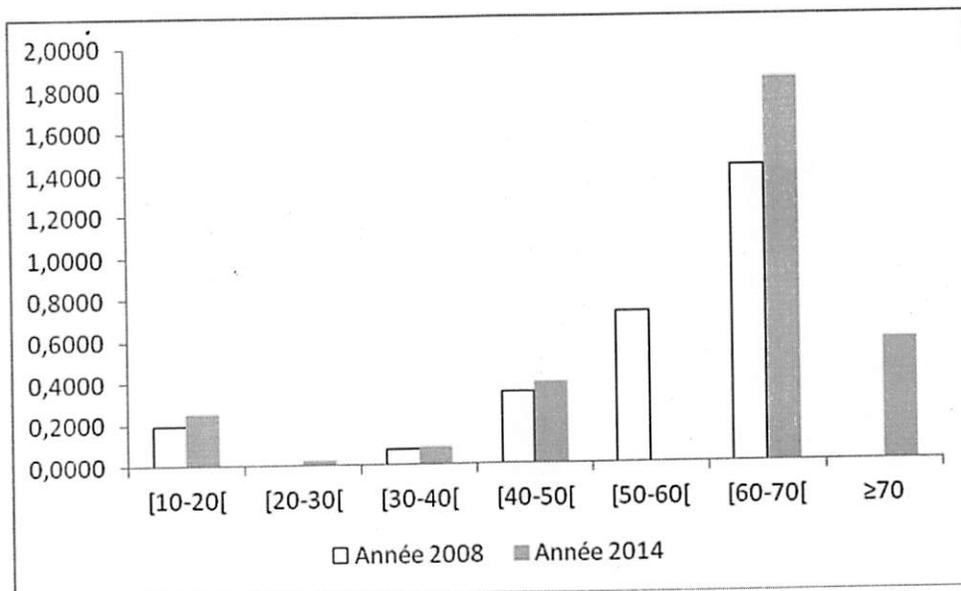


Figure 8. Biomasse produite en fonction des classes de diamètre

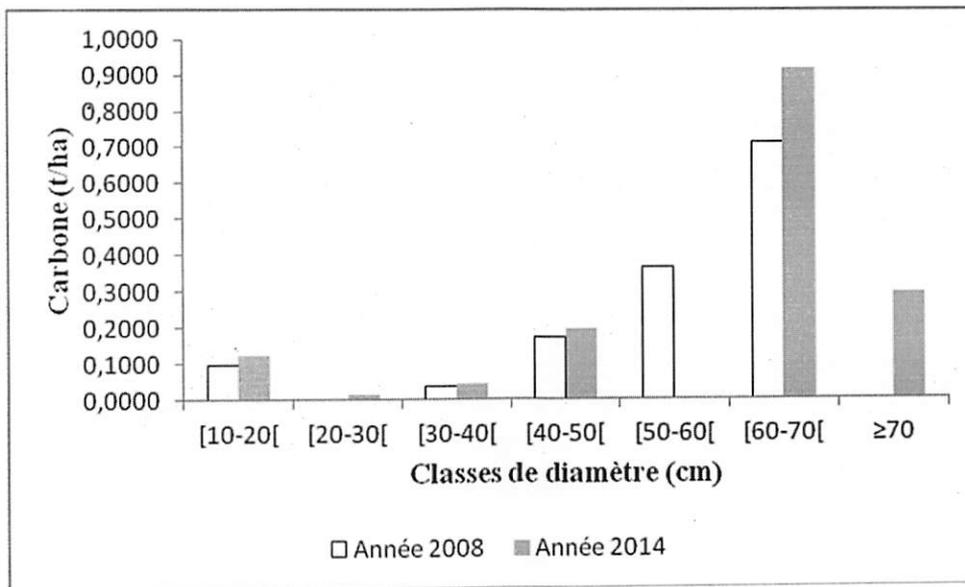


Figure 9. Carbone séquestré en fonction des classes de diamètre

La figure 8 et 9 montrent que, pour les deux années, la classe de [60-70[cm avait produit plus la biomasse et séquestré plus le carbone, suivie de [50-60[cm tandis que celle de [30-40[cm avait produit et séquestré moins. Par conséquent, en 2014, c'est toujours la classe de [60-70[cm qui a produit plus de biomasse et séquestré plus le carbone, suivie de celle à dhp ≥ 70 cm tandis que celle de [30-40[cm a produit et séquestré moins.

Il convient de signaler que, la classe de [20-30[cm pour l'année 2008 et celle de [50-60[cm n'ont pas d'individus. La dite figure montre clairement qu'il y a une évolution de la production de la biomasse durant l'intervalle de 6 ans.

En utilisant le test de Kruskal-Wallis pour comparer les accroissements annuels moyens en fonction des classes de diamètre, on constate qu'il y a une différence hautement significative (Kruskal-Wallis $\chi^2 = 33,4$; dl = 6, $p < 0,001$)

3.8. Corrélation entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre

La figure 10 ci-dessous, illustre la corrélation nette entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre des individus.

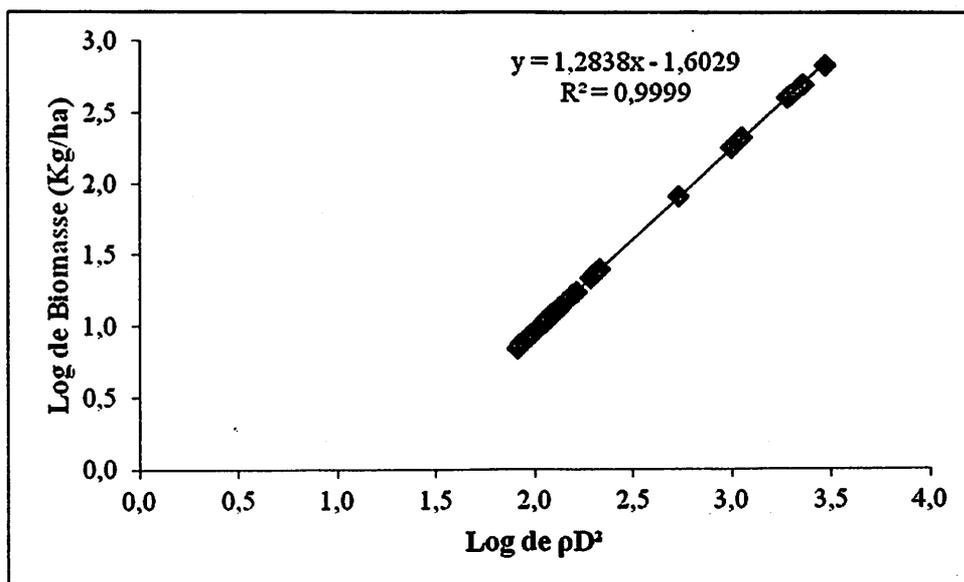


Figure 10. Corrélation entre la biomasse, la densité du bois et diamètre.

La figure 10 montre clairement qu'il existe une corrélation positive entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre, c'est-à-dire que la biomasse augmente en fonction de la densité du bois et du diamètre de l'arbre.

3.9. Taux de reconstitution

Avec un total 5 pieds exploitables, le tableau 5 illustre les taux de reconstitution en fonction de différents taux de prélèvement.

Tableau 5a. Taux de prélèvement de 50 % (2,5 pieds)

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7
Effectif initial	20	1	1	2	0	4	1
AAM (cm/an)	0,36	0,35	0,29	0,40	0,0	0,39	1,06
Passage (%)	90	87,5	72,5	100	0	97,5	265
Maintien (%)	10	12,5	27,5	0	100	2,5	0,0
Tiges exploitées	0	0	0	0	0	2	0,5
Tiges endommagées	1,4	0,07	0,07	0,14	0	0	0
Nouvel effectif	18,6	0,93	0,93	1,86	0	2	0,5
Tiges vivantes 25 ans	15,05	0,75	0,75	1,51	0,0	3,01	0,75
Mortalité naturelle	3,55	0,18	0,18	0,35	0,0	0,0	0,0
Tiges maintenues 25 ans	1,86	0,12	0,26	0,0	0,0	0,05	0,0
Tiges de passage 25 ans	16,74	0,81375	0,67	1,86	0,0	1,95	1,33
Effectif 25 ans après	20	16,86	1,07	0,67	1,86	0,05	1,95

5b. Taux de prélèvement de 75 % (3,75 pieds)

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7
Effectif initial	20	1	1	2	0	4	1
AAM (cm/an)	0,36	0,35	0,29	0,40	0,00	0,39	1,06
Passage (%)	90	87,5	72,5	100	0	97,5	265
Maintien (%)	10	12,5	27,5	0	100	2,5	0
Tiges exploitées	0	0	0	0	0	3	0,75
Tiges endommagées	1,4	0,07	0,07	0,14	0	0	0
Nouvel effectif	18,6	0,93	0,93	1,86	0	1	0,25
Tiges vivantes 25 ans	15,05	0,75	0,75	1,51	0,00	3,01	0,75
Mortalité naturelle	3,55	0,18	0,18	0,35	0,0	0,00	0,0
Tiges maintenues 25 ans	1,86	0,12	0,26	0,00	0,0	0,03	0,0
Tiges de passage 25 ans	16,74	0,81375	0,67	1,86	0,0	0,98	0,66
Effectif 25 ans après	20	16,86	1,07	0,67	1,86	0,03	0,98

5c. Taux de prélèvement de 100 % (5 pieds)

Classes de diamètre	1	2	3	4	5	6	7
Effectif initial	20	1	1	2	0	4	1
AAM (cm/an)	0,36	0,35	0,29	0,40	0,0	0,39	1,06
Passage (%)	90	87,5	72,5	100	0	97,5	265
Maintien (%)	10	12,5	27,5	0	100	2,5	0
Tiges exploitées	0	0	0	0	0	4	1
Tiges endommagées	1,4	0,07	0,07	0,14	0	0	0
Nouvel effectif	18,6	0,93	0,93	1,86	0	0	0
Tiges vivantes 25 ans	15,05	0,75	0,75	1,51	0,0	3,01	0,75
Mortalité naturelle	3,55	0,18	0,18	0,35	0,0	0,0	0,0
Tiges maintenues 25 ans	1,86	0,12	0,26	0,0	0,0	0,0	0,0
Tiges de passage 25 ans	16,74	0,81375	0,67	1,86	0,0	0,0	0,0
Effectif 25 ans après	20	16,86	1,07	0,67	1,86	0,0	0,0

Le tableau 5 indique qu'en tenant compte du diamètre minimum d'exploitation de 60 cm, le nombre des tiges exploitables au temps initial A0 est de 5 pieds. En utilisant les trois scénarios, lorsqu'on prélève successivement 50% (tableau 5a) ; 75% (tableau 5b) ; et 100% (tableau 5c) des tiges exploitables après 25 ans, le taux de reconstitution serait successivement égal à 40% ($\% Re = [(0,05+1,95)/5] \times 100$) ; 20,2 % ($\% Re = [(0,03+0,98)/5] \times 100$) et 0 % ($\% Re = [(0)/5] \times 100$).

CHAPITRE IV. DISCUSSION DE RESULTATS

4.1 Evaluation du taux de recrutement

Après 6 ans, deux individus ont été recrutés, soit un taux de 1,08 %. Boyemba (2011) a obtenu un taux de 0,6 % pour le *Pericopsis elata* ; dans la parcelle permanente du bloc nord, Kaswera (2014) dans son étude sur la dynamique de *Cynometra hankei* a obtenu un taux de 1,01 % et Nyembo (2013) a obtenu pour toutes les espèces confondues un taux de 3,5% ; Menga (2011) dans son étude sur l'écologie des peuplements naturels de *Millettia laurentii* dans la région du lac Mai-Ndombe en RDC a trouvé des valeurs oscillant autour de 3,91% à 8,62%. De ces résultats, nous constatons que le taux de recrutement d'*A. fragrans* est supérieur à celui de *Pericopsis elata*, a peu près égal à celui de *Cynometra hankei* et inférieur à celui de *Millettia laurentii*.

4.2 Evaluation du taux de mortalité

Sur 31 individus initialement inventoriés en 2008, 2 individus sont morts six ans après, soit un taux de 1,13%. Kaswera a obtenu pour *Cynometra hankei* un taux de 1,46%. Ce taux est presque semblable aux observations faites par Lejoly (2000) qui oscillent entre 1 à 2 %. Boyemba (2011) a observé *Pericopsis elata*, un taux de 0,9% dans la classe de 80-90 cm et de 3,5 % pour celle à $dhp \geq 120$ cm. Pour l'espèce *Millettia laurentii*, Menga (2011) a obtenu un taux de mortalité respectivement de 1,79 à 7,77 % dans le groupement à *Millettia laurentii* et *Dichostemma glaucescens* et de 2,34 à 2,58 % dans le groupement à *Picralima nitida* et *Millettia laurentii*.

De ce taux de mortalité d'*A. fragrans* en le comparant avec celui de *Pericopsis elata* à $dhp \geq 120$ cm et de *Millettia laurentii*, nous constatons que celui d'*A. fragrans* est inférieur par rapport aux deux espèces précitées et a peu près similaire à celui de *Cynometra hankei*.

4.3 Accroissement et surface terrière

Les accroissements diamétriques moyens de l'ensemble des individus à $dhp \geq 10$ cm sont des $0,41 \pm 0,15$ cm/an. En comparant avec ceux de *Cynometra hankei* (0,30 cm/an) (Kaswera, 2014) ; pour *Pericopsis elata* dans les plantations (0,64 et 0,69 cm/an) (Assumani, 2009) à Yangambi; au Gabon, Doucet (2007) (0,35 cm/an) dans une plantation de 60 ans d'âge ; au Ghana, Adler (2007) (1,3 cm/an) dans une plantation de 55 ans tandis qu'en Côte d'Ivoire, CITES (2003) (0,85 à 1 cm/an) pour une plantation de 65 ans et dans la forêt

naturelle (0,42 cm/an) Boyemba (2011). Pour l'espèce *Millettia laurentii* dans les plantations de l'INERA-Yangambi, l'accroissement annuel moyen varie entre 0,52 à 0,94 cm/an (Assumani, 2009) mais forêt naturelle au Cameroun, (Doucet, 2007) a obtenu 0,23 cm/an ; en Côte d'Ivoire, Durrieu de Madron et al. (1998), ont obtenu la valeur de 0,2 cm/an à Mopri et en RDC, Algoët (2008) a obtenu 0,3 cm/an.

En comparant *A. fragrans* avec *Cynometra hankei*, *Millettia laurentii* et *Pericopsis elata* dans le milieu naturel, nous constatons que *A. fragrans* à un accroissement annuel moyen élevé que *C. hankei* et *M. laurentii* mais moins élevé que *P. elata*. Mais dans une plantation, *Pericopsis elata* et *Millettia laurentii* ont des accroissements annuels moyens plus élevés que celui d'*A. fragrans*.

La dynamique d'accroissement d'une espèce varie considérablement suivant les conditions des milieux dans lesquels elle se trouve. L'accroissement est très élevé dans les plantations que dans les milieux naturels et cette différence serait due aux traitements sylvicoles que subissent ces espèces.

La surface terrière est de 0,2390 m²/ha ($0,0341 \pm 0,0386$ m²/ha) en 2008 à 0,2704 m²/ha ($0,0093 \pm 0,0133$ m²/ha) en 2015, soit un accroissement de 0,00523 m²/ha/an. En comparant les deux valeurs de la surface terrière, on a constaté qu'il y a une différence significative entre les deux années (Cf. point 3.5, figure 7), c'est-à-dire que la surface terrière augmente avec le nombre d'années. Les résultats similaires ont été observés chez les espèces *Guarea thompsonii* (Amula, 2013), *Petersianthus macrocarpus* (Agbema, 2013), *Prioria oxyphylla* (Isetcha, 2013) et *Cynometra hankei* (Kaswera, 2014) dans la même parcelle permanente.

4.4 Evolution de biomasse et du stock de carbone

Quant à l'évolution de la biomasse et de stock de carbone, les résultats obtenus ont montrés que la quantité de la biomasse est passée de 2,7615 t/ha en 2008 à 3,1777 t/ha en 2014, soit avec un gain annuel de 0,0860 t/ha/an tandis que pour le carbone séquestré est passé de 1,3808 t/ha en 2008 à 1,5889 t/ha en l'an 2014, soit avec un gain de 0,043 t/ha/an (Cf. tableau 4). Comme pour l'accroissement de la surface terrière, la biomasse augmente aussi avec le nombre d'années. D'où, l'hypothèse selon laquelle « la biomasse des individus d'*Anthonotha fragrans* augmente avec le nombre d'années, c'est-à-dire qu'elle est significativement différente entre les années 2008 et 2014 » est acceptée. Les résultats

similaires ont été observés chez les espèces *Guarea thompsonii* (Amula, 2013), *Petersianthus macrocarpus* (Agbema, 2013), *Prioria oxyphylla* (Isetcha, 2013) et *Cynometra hankei* (Kaswera, 2014) dans la même parcelle permanente.

Ebuy (2009) dans son étude sur l'estimation du stockage de carbone dans les plantations de l'I.N.E.R.A.-Yangambi (RDC): cas d'*Autranella congolensis*, de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Drypetes likwa* a obtenu comme résultats à l'I.N.E.R.A.-Yangambi. Dans une plantation à *Autranella congolensis* de 60 ans ; la biomasse produite était de 592,6 tonnes/ha, soit 296,3 tonnes/ha du carbone séquestré avec une moyenne de 9,8 tonnes/an de la biomasse produite, soit 4,9 tonnes/an du carbone séquestré. Celle de 68 ans, a produit 487,1 tonnes de biomasse, soit 243,55 tonnes/ha du carbone séquestré avec une moyenne de 5,7 tonnes/an de la biomasse produite et de 2,85 tonnes/an du carbone séquestré. Enfin, celle de 70 ans, a produit 747,8 tonnes/ha de biomasse soit 373,9 tonnes/ha du carbone séquestré avec une moyenne de 10,6 tonnes /an de la biomasse produite et 5,3 tonnes/an du carbone séquestré. Une plantation à *Gilbertiodendron dewevrei* de 70 ans, a produit 458,6 tonnes/ha de biomasse, soit 229,3 tonnes/ha du carbone séquestré avec une moyenne de 6,5 tonnes/an de la biomasse produite et de 3,25 tonnes du carbone séquestré ; celle de 62 ans, a produit 451,7 tonnes/ha de biomasse, soit 225,85 tonnes/ha du carbone séquestré avec une moyenne de 7,3 tonnes/an de la biomasse produite et de 3,65 tonnes/an du carbone séquestré et enfin, celle de 35 ans, a produit 277,9 tonnes/ha de biomasse, soit 138,5 tonnes/ha du carbone séquestré avec une moyenne de 7,94 tonnes/an de la biomasse produite et 3,97 tonnes/an de carbone séquestré.

En comparant la biomasse produite et le carbone séquestré par hectare de l'espèce *Anthonotha fragrans*, on constate que les espèces *Autranella congolensis* et *Gilbertiodendron dewevrei* en plantation ont produit et séquestré plus la biomasse et carbone qu'*A. fragrans* et que l'espèce *A. congolensis* a produit et séquestré plus la biomasse et le carbone que *G. dewevrei*. Cette différence serait liée à la densité du bois car elle est plus élevée chez *A. congolensis*(0,75 g/m³) suivie de *G. dewevrei* (0,71 g/cm³) et enfin, *A. fragrans* (0,53 g/cm³)

4.5 Probabilité de la reconstitution de l'espèce après exploitation

En se référant au diamètre minimum d'exploitation de 60 cm et du taux lié au dégât d'exploitation de 7% et en prélevant respectivement 50%; 75% et 100% des tiges exploitables au temps initial (to), après 25 ans, le taux de reconstitution serait respectivement de 40 % ; 20,2 % et 0 %. D'où l'acceptation de l'hypothèse selon laquelle « le nombre de

jeunes tiges étant moins suffisant, l'espèce ne se reconstitue pas 25 ans après la première exploitation quel que soit le taux de prélèvement effectué ». Les résultats similaires ont été observés chez *Cynometra hankei* où le taux de reconstitution était respectivement de 46,45% ; 26,35% et 9% (Kaswera, 2014).

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

A. conclusion

La présente étude portant sur la dynamique de population d'*A. fragrans* avait pour les objectifs suivants d'évaluer la biomasse produite par les individus d'*A. fragrans* 6 ans après la première campagne de mensuration et apprécier le taux de reconstitution de la dite espèce après l'exploitation

Après analyse les résultats suivants ont été observés :

- Le taux de recrutement après 6 ans est de 1,08% et de mortalité de l'ordre de 1,13% ;
- L'accroissement diamétrique annuel moyen sont de $0,41 \pm 0,15$ cm/an avec un maximum de 1,86 cm/an et un minimum de 0,19 cm/an ;
- L'accroissement de la surface terrière est passé de 0,2390 m²/ha en 2009 à 0,2764 m²/ha en 2014 et celui de la biomasse est passé de 2,7615 t/ha à 3,1777 t/ha ainsi que du carbone séquestré est passé de 1,3808 t/ha en 2008 à 1,58885 t/ha en 2014,
- En prélevant respectivement 50 % ; 75 % et 100 %, le taux de reconstitution après 25 ans serait respectivement de 40 % ; 20,2 % et 0 % ;
- La corrélation est positive entre la biomasse, la densité du bois et le diamètre de l'arbre.

B suggestion

Eu égard à ces résultats, nous suggérons ceux qui suit :

- Que les deux parcelles permanentes de la réserve forestière de Yoko soient bien entretenues et aménagées et, que le marquage et la numérotation des individus de différentes espèces soient refaits pour un bon suivi de leur dynamique;
- Que de telles études se poursuivent dans les intervalles de temps plus longs pour mieux cerner la dynamique des essences les plus exploitables d'une part et celles actuellement moins exploitées dans le milieu naturel afin de mettre à la disposition des décideurs, les données fiables liées surtout au taux de reconstitution en se focalisant sur celui de prélèvement pour une gestion rationnelle et durable de ces ressources.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alder D., 1989. Natural forest increment, growth and yield. In: Wong, J.L.G. (ed.) Forest inventory project, seminar proceedings, Accra. Overseas Development Administration, UK and Ghana Forestry Department. and Conservation, 5 : 447-459.
- 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.
- Algoët J.B., 2008. Phénologie et régénération du Wenge (, *Millettia laurentii*) en République démocratique du Congo. ENGREF, FRM, 74 p.
- Amula K. ; 2013. Structure, accroissement diamétrique et évolution du stock de carbone des essences de la forêt semi-caducifoliée de la réserve forestière de la Yoko : cas de *Guarea thompsonii* Sprague & Huch. Dans la parcelle permanente du bloc Nord (Ubundu, province orientale, RD Congo). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 64 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, 72 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, 64 p.
- Bedel F. Durrieu de Madron, L., Favrichon V., Maitre H.F., Barhen A., Narbone ph., 1998. Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt africaine. Le dispositif de M'Baiki en République Centrafricaine (1982-1995). CIRAD Forêt, Montpellier. Série FORAFRI, document 1, 71p.
- 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, 101p.
- Boyemba B.F., 2011. Ecologie de *Pericopsis elata* (Harms) Van Meeuwen (Fabaceae), arbre de forêt tropicale africaine à répartition agrégée. Thèse, ULB, 181p.
- 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 SB., and Yamakura T.. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* (200) 145: pp 87-99

- CITES 2003. Review of Significant Trade: *Pericopsis elata*, PC 14 Doc. 9.2.2.
- Clark D.B., 1996. Abolishing virginity. *Journal of Tropical Ecology* 12: 735-739.
- Debroux L. 1998 :L'aménagement de la forêt tropicale fondée sur la gestion des populations d'arbres : l'exemple du moabi (*Baillonella toxisperma* Pierre) dans la forêt du Dja, Cameroun. Thèse de doctorat, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 270 p.
- Doucet-L., 2007. Dynamique des peuplements forestiers de l'Afrique centrale. Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 50 p
- Durrieu de Madron L., Favrichon V., Dupuy B., Bar Hen A., Houde L., Maître H.F., 1998. Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif d'Irobo, Côte d'Ivoire (1978-1990). *Projet FORAFRI*. 68p.
- Ebuy A., 2009. Estimation du stockage de carbone dans les plantations de l'I.N.E.R.A. Yangambi (RD Congo) : cas de d'Autranella congolensis (De Wild).A.Chev. de Gilbertiodendron dewevrei (De Wild) J. Léonard et « Drypetes likwa (J.Léonard.) Nomen. DEA, Fac.Sc./UNIKIS, 118p.
- 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, 158p.
- Franklin et al., 1997. Tree death as an ecological process. *Bioscience* 37 (8) : 550-556
- Forget P-M., 1988. Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. Thèse de doctorat, Université de Paris VI, 245 p.
- Frontier S. et Pichad-Viale, D., 1993. Ecosystème : structure fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21. Masson, Paris, 2ed. 447p.
- Gounot M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, 25p
- Ifuta N.B., 1993. Paramètres écologiques et hormonaux durant la croissance et la reproduction d'*Epomops franqueti* (Mammalia : chiroptera) de la forêt ombrophile équatoriale de Masako (Kisangani-Zaïre). Thèse de doctorat, inédite, K.UL., 142p.
- Hartshorn G.S., 1972. The ecological life history and population dynamics of *Pentaclethra macroloba*, a tropical wet forest dominant and *Styphnodendron excelsum* an occasional associate. Dr. Th., Univ. Seattle, pp 75
- 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) Bretteler dans la parcelle permanente du bloc nord (Ubundu, Province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FS/UNIKIS, 35 p
- Jesel S., 2005 : Ecologie et dynamique de la régénération de *Dicoryna guianensis* (Caesalpiniaceae) dans une forêt guyanaise. Thèse de doctorat, Institut National Agronomique, Paris-Grignon, 288 p.
- Kalo M. 2014. Estimation de stock de carbone forestier par la méthode de Chave dans la réserve forestière de la Yoko, FGRNR/UNIKIS, 20 p
- Kaswera K, 2014. Etude de la dynamique de *Cynometra hankei* Harms dans la parcelle permanente du bloc nord de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, Province Orientale, RDC). Mémoire inédit, FS/ UNIKIS, 30 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.
- Lejoly J., Ndjele, M-B., et Geerinck, D., 2010. Catalogue-Flore des plantes vasculaires des Districts de Kisangani et de la Tshopo. 4ème édition revue et augmentée, incluant les clés et la distribution pour 70 familles. (Bruxelles) – mai 2010 (RD Congo). Publiée dans *Taxonomania* 30 : 1-308.
- Lomba B.L et Ndjele, MB., 1998. Utilisation de la méthode de transept en vue de l'étude de la phytodiversité dans la réserve de yoko (Ubundu RDC). *Annales* (11) Fac. Sc. /UNIKIS, pp 35-45
- Lomba B. L., 2007. Contribution à l'étude de la phytodiversité de la réserve forestière de Yoko (Ubundu, RD Congo) DES inédit, Fac Sc./UNIKIS, 60 p.
- Lomba B.L. 2011. Systèmes d'agrégation et structures diamétriques en fonction des tempéraments de quelques essences dans les dispositifs permanents de Yoko et Biaro (Ubundu, province orientale RD. Congo). Thèse inédit, Fac. Sc./Unikis, 261 p
- Menga M., 2011. écologie des peuplements naturels de *Millettia laurentii* De Wild.(Wenge) dans la région du lac Mai-Ndombe, en RD Congo. Thèse, FS /UNIKIS, 190 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 Fac. Sc./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.

- Picard N., 2008. Analyse des données de pré-inventaire de Yoko. UPR « dynamique de forêts naturelles », Libreville, Gabon, 436 p.
- Soki K., 1994. Biologie et écologie des termites (Isoptère) des forêts ombrophiles du Nord-est du Zaïre (Kisangani) Thèse de doctorat, ULB, 329 p.
- SPIAF, 2007. Guide opérationnel. Modèle de calcul de la possibilité forestière. MECN, Eaux et Forêts, RDC, 17 p.
- Tailfer Y. 1989 ; La forêt dense de l'Afrique centrale-Identification pratique des principaux arbres. Agence de Coopération Culturelle et Technique et CTA, Wageningen, tomes 2. 704 et 705 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, 39 p

ANNEXE

Effectifs des individus d'*Anthonotha fragans* inventoriés dans la parcelle permanente de Yoko

C08 : circonférence (cm) mesurée en 2008 ; C14 : circonférence (cm) mesurée en 2014 ; D08 : diamètre 2008 ; D14 : diamètre 2014 ; ST08 : surface terrière (m²/ha) obtenue en 2008 ; ST14 : surface terrière obtenue à (m²/ha) 2014 ; BM08 : biomasse (t/ha) produite en 2008 ; BM14 : biomasse (t/ha) produite en 2014 ; C08 : carbone séquestré (t/ha) en 2008 ; C14 : carbone séquestré (t/ha) en 2014 ; AAM : accroissement annuel moyen (cm/an)

Carré	C08	D2008	ST08	BM08	C08	C14	D14	ST14	BM14	C14	AAM
2	41	13,1	0,0015	0,0080	0,0040						
2	38,5	12,3	0,0013	0,0068	0,0034	46	14,6	0,0019	0,0108	0,0054	0,40
2	40	12,7	0,0014	0,0075	0,0037	48	15,3	0,0020	0,0121	0,0061	0,42
2	46	14,6	0,0019	0,0108	0,0054	54	17,2	0,0026	0,0166	0,0083	0,42
3	180	57,3	0,0287	0,3628	0,1814	192	61,1	0,0326	0,4245	0,2122	0,64
4	34,2	10,9	0,0010	0,0049	0,0025	42	13,4	0,0016	0,0085	0,0043	0,41
4	55,4	17,6	0,0027	0,0177	0,0089	62	19,7	0,0034	0,0239	0,0119	0,35
5	36,7	11,7	0,0012	0,0060	0,0030						
5	39,5	12,6	0,0014	0,0072	0,0036	48	15,3	0,0020	0,0121	0,0061	0,45
5	94,6	30,1	0,0079	0,0719	0,0359	100	31,8	0,0088	0,0829	0,0414	0,29
6	31,6	10,1	0,0009	0,0040	0,0020	39	12,4	0,0013	0,0070	0,0035	0,39
6	33,5	10,7	0,0010	0,0047	0,0023	40	12,7	0,0014	0,0075	0,0037	0,35
6	40,4	12,9	0,0014	0,0077	0,0038	48,5	15,4	0,0021	0,0125	0,0062	0,43
6	45,4	14,5	0,0018	0,0105	0,0052	52	16,6	0,0024	0,0150	0,0075	0,35
6	53,7	17,1	0,0026	0,0163	0,0082	60	19,1	0,0032	0,0219	0,0109	0,33
6	56,4	18,0	0,0028	0,0186	0,0093	63	20,1	0,0035	0,0249	0,0124	0,35
6	200,7	63,9	0,0356	0,4725	0,2363	206	65,6	0,0375	0,5031	0,2516	0,28
7	33,5	10,7	0,0010	0,0047	0,0023	40	12,7	0,0014	0,0075	0,0037	0,35
7	33,3	10,6	0,0010	0,0046	0,0023	42	13,4	0,0016	0,0085	0,0043	0,46
7	34,7	11,1	0,0011	0,0051	0,0026	42	13,4	0,0016	0,0085	0,0043	0,39
7	35,9	11,4	0,0011	0,0056	0,0028	45,6	14,5	0,0018	0,0106	0,0053	0,51
7	39,1	12,5	0,0014	0,0070	0,0035	46	14,6	0,0019	0,0108	0,0054	0,37
7	42,5	13,5	0,0016	0,0088	0,0044	50	15,9	0,0022	0,0135	0,0068	0,40
7	43,2	13,8	0,0017	0,0092	0,0046	50	15,9	0,0022	0,0135	0,0068	0,36
7	48,9	15,6	0,0021	0,0127	0,0064	55	17,5	0,0027	0,0174	0,0087	0,32
7	138	43,9	0,0168	0,1879	0,0940	145	46,2	0,0186	0,2127	0,1063	0,37
7	202,5	64,5	0,0363	0,4828	0,2414	206	65,6	0,0375	0,5031	0,2516	0,19
8	180,5	57,5	0,0288	0,3653	0,1826	189	60,2	0,0316	0,4086	0,2043	0,45
9	36,7	11,7	0,0012	0,0060	0,0030	44	14,0	0,0017	0,0096	0,0048	0,39
9	128	40,8	0,0145	0,1555	0,0778	136	43,3	0,0164	0,1811	0,0906	0,42
9	200	63,7	0,0354	0,4685	0,2343	220	70,1	0,0428	0,5889	0,2945	1,06
Total			0,2390	2,7615	1,3808			0,2704	3,1777	1,5889	
Moyenne			0,0077	0,0891	0,0445			0,0096	0,1131	0,0566	0,41
Ecart-type			0,0119	0,1593	0,0797			0,0135	0,1857	0,0928	0,15