

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DE GESTION DES RESSOURCES
NATURELLES RENOUVELABLES
« F.G.R.N.R. »



B.P : 2012
KISANGANI

Estimation du stock de carbone dans les plantations forestières de
l'INERA /Yangambi , cas : de *Gilbertiodendron dewevrei* (De Wild) J.
Léonard et Millettia laurentii (De Wild.)

Par

Philémon KAKULE MAVOKO

Mémoire de Fin d'Etude

Présenté et défendue en vue de l'obtention du
grade d'**Ingénieur Agronome**

Option : Eaux et Forêts

Directeur : Pr. Ir. LOKOMBE

Encadreur : CT. Ir. Ebuy JEROME



ANNEE ACADEMIQUE : 2012 – 2013

DEDICACE

A vous YAVHE ;

A vous nos très chers parents Benjamin MUSIYIRO et Jeanne MUYIRA pour votre dévouement, vos conseils, votre orientation, et vos apports tout au long de mon parcours scientifique. Ce mémoire est le résultat de votre générosité, vos sacrifices et votre amour sincère. A vous nos tantes Claudine SIVIRWA et Marie SIVIRWA Pour vos conseils, encouragements et vos assistance aussi bien matérielle que morale ;

A vous nos frère et sœur : Mumbere MAKWEKE, Jéléphadi MABOKO, Seré MAKWEKE, Paulin MABOKO, Eric MABOKO, Yeredé MAKWEKE, Baraka MBAFUMOJA, Jean de Dieu MBAFUMOJA, Grace MAKWEKE, Prisca MABOKO, niclette KAMBESA, Suza MUGHOLE, Laetitia MAILA pour votre affection fraternelle et pour que ce travail, vous serve d'exemple à suivre et à dépasser ;

A vous nos très chers regrettés Yalala KAMBALLE, notre grand mère Thérèse MAVOKO, notre oncle Chibe KONGOLO qui nous avons perdu dura notre parcours académique ;

Je dédie ce travail

Philémon KAKULE MAVOKO

Remerciements

Cette partie est, pour moi, l'une de plus difficile à rédiger. Comment faire des «remerciements» sans oublier personne qui a contribué à la réalisation de ce mémoire? Je m'excuse par avance pour les oublis... Il faut alors commencer par le début ! Le début de notre mémoire nous le devons à Dieu tout puissant qui a affermi nos premiers pas à l'université et qui a contribué fondamentalement dans la réalisation de ce mémoire grâce à sa bienveillance et à ces aides précieuses ; à Lui seul nous devons toute la gloire. Nous lui en sommes très reconnaissants.

Ensuite, nous adressons nos plus vifs remerciements à tous ceux qui, de près ou de loin, ont aidé à la réalisation du travail présenté dans ce document, notamment:

- Aux autorités académiques en particulier le professeur NSHIMBA, le professeur MOANGO et le chef de travaux BOLLA respectivement doyen et vices doyens, aux autres professeurs, chef de travaux et assistants de la faculté de gestion de ressources naturelles renouvelables/UNIKIS pour tout ce qu'ils ont fait pour nous pendant le séjour de notre formation tant théorique que pratique ;*
- Au Professeur Ingénieur JP. LOKOMBE qui, en dépit de ses multiples occupations a accepté la direction de ce mémoire ;*
- Au chef de travaux Ingénieur Ebuy JEROME pour l'excellent encadrement reçu de sa part. Son expérience et ses conseils nous ont été d'une grande utilité ;*
- A mon très cher papa Benjamin MUSIYIRO et ma mère Jeanne MUYIRA, nous sommes très reconnaissant pour tant d'amour et des sacrifices à notre égard;*

Pour leurs encouragements et leurs assistance aussi bien matérielle que moral qui nous ont permis de faire ce mémoire dans de bonnes conditions, nous remercions nos tentes Claudine SIVIRWA et Marie SIVIRWA, le professeur Mathe MWERU, le professeur Jean-Marie KAHINDO, Papa KYOGHERO et Mbusa MBALASE et son épouse NEEMA, David MUSIYIRO ; Famille SITUKA nous disons un grand merci ;

Je remercie ceux sans qui ce mémoire ne serait pas ce qu'il est. Aussi bien par les discussions que j'ai eu la chance d'avoir avec eux, leurs suggestions ou contributions fondamentales. Je pense ici en particulier à Jean-Luc TULONDE, Alphonse BANGANYRE Amili BAOMBEI, Eli SITUKA à qui nous disons merci ;

Que nos frères, sœurs, amis intimes; notamment : passi MATHE, Semey NZOLOKA, Muhindo ITEVA, eliya SOMBOLA, Mapendo KILOLE, Kavali TONDO, jeans-bosco KATASI, muyisa MUSESERO, Jeacson NDUNGO, Kahambu KULUKA, Darlause VUSAYIRYO, Jeremi KAVOTA, Jusmine MBASA, Degrez SIRIMUHANI, pour votre affection, trouvent ici l'expression de notre très profonde gratitude.

Nous restons très reconnaissant à nos camarades : AMILI, BOTSUNA, AGAMA, NGELE, BAFELO, YAMINGU, ANDOBIA, MALESO, TULONDE, NYIMI, BOLOMBE, LINANGELO, WANI, LAKI, YABUDA, NDELEMBO, KATHO, YAWILI, MOSUNGA, MODIMEYA, MILINGANTON, BALANGA, avec qui nous avons parcouru le chemin du savoir, aussi dur soit il, que le temps passé ensemble nous soit bénéfique pour l'avenir. Que vous tous non cités trouvez dans ces lignes l'expression de notre attachement.

Philémon KAKULE MAVOKO

RESUME

Les forêts jouent, un rôle majeur dans la régulation du cycle du carbone et de la séquestration dioxyde de carbone atmosphérique, l'un des principaux gaz à effet de serre. Les forêts contiennent la moitié du stock de carbone terrestre, plus que n'importe quel autre écosystème. 8% de carbone terrestre stockés dans les forêts vivantes au niveau mondial se trouve dans les forêts de la R.D.Congo. Le présent travail est le résultat d'une étude qui s'est axée sur l'estimation de stock de carbone dans les peuplements de *Millettia laurentii* et *Gilbertiodendron dewevrei* en utilisant une méthode indirecte dans les plantations de l'INERA/Yangambi à Yangambi, situées à environ 100 km de la ville de Kisangani.

L'objectif global est d'estimer et comparer les quantités de carbone séquestré dans la biomasse aérienne des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Millettia laurentii* en plantation forestière de l'INERA/Yangambi. Quatre plantations ont fait l'objet de cette étude, dont deux de *Gilbertiodendron dewevrei* et deux autres de *Millettia laurentii* d'une superficie de 0,36ha chacune.

Un inventaire en plein faisant recours à des mesures de dhp a porté sur les essences précitées et tous les sujets d'autres espèces ayant un dhp supérieur ou égale à dix centimètres. Les données issues du dit inventaire ont permis de trouver la densité des arbres pour chaque parcelle et le dhp (individuel) duquel ont été dégagés la surface terrière, le dhp de l'arbre moyen, les biomasses du peuplement et le stock de carbone à partir d'une équation allométrique proposée par Pearson et Brown (2005) :

$$\text{Biomasse (kg)} = \exp(-2,289 + 2,649 \times \ln \text{dhp} - 0,021 \times \ln \text{dhp}^2)$$

A issue de cette estimation, les peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* ont présenté stock de carbone de 190,52 tc/ha et 84,29tc /ha respectivement pour le premier peuplement et deuxième peuplement. Les peuplements de *Millettia laurentii* ont livrés quant à eux un stock de 301,2tc/ha et 222,56tc/ha respectivement pour le premier peuplement et deuxième peuplement. Ce pendant le teste z de Fisher a révélé qu'il n'existe aucune différence significative entre les valeurs moyennes observées liées aux paramètres dendrométriques.

Mots-clés : carbone, biomasse, plantation forestière, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Millettia laurentii*,

SUMMARY

Forests play a major role in regulating the carbon cycle and atmospheric carbon dioxide sequestration, key greenhouse gas emissions. Forests contain half the stock of terrestrial carbon than any other ecosystem. 8% of terrestrial carbon stored in living forests worldwide is found in the forests of the DRC . This work is the result of a study that focuses on the estimation of carbon stock in the stands *Millettia laurentii* and *Gilbertiodendron dewevrei* using an indirect method in plantations INERA / Yangambi to Yangambi place about 100 km from the city of Kisangani. The overall objective is to estimate and compare the amount of carbon sequestered in aboveground biomass stands *Gilbertiodendron dewevrei* and *Millettia laurentii* in forest plantation INERA / Yangambi . Four plantations were subject of this study , including two *Gilbertiodendron dewevrei* and two other *Millettia laurentii* with an area of 0.36 ha each.

A full inventory making use of measures DBH focused on the aforementioned species and all subjects of other species with a dbh greater than or equal to ten centimeters. Data from the said inventory helped to find the density of trees per plot and dbh (individual) of which were identified basal area , dbh of the average tree stand biomass and carbon stock from an allometric equation proposed by Pearson and Brown (2005):

$$\text{Biomass (kg)} = \exp (- 2.289 + 2.649 \times \ln \text{dbh} - 0.021 \times \ln \text{dbh}^2)$$

A result of this estimation , stands *Gilbertiodendron dewevrei* showed carbon stock of 190,52 tc / ha and 84.29 tC / ha respectively for the first and second stand stand. Stands *Millettia laurentii* have delivered for their stock of 301.2 tC / ha and 222.56 tC / ha respectively for the first and second stand. During this test z Fisher found that there is no significant difference between the mean values observed dendrometric related parameters.

Keywords: carbon, biomass, forest plantation, *Gilbertiodendron dewevrei*, *Millettia laurentii*,

ACRONYME

- \bar{X} : moyenne
- m^2 : mètre carré
- C : Carbone
- CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
- CH₄: Methane
- CO₂: Dioxide de Carbone
- dhp : Diamètre à hauteur de poitrine
- DM : diamètre moyen
- EXP : Exponentiel

- **FAO** : Food and agriculture organization of the united nations
- **GES**: Gaz à effet de serre
- **GIEC** : Groupe intergouvernemental d'Experts d'évolution du Climat
- **H₂O**: L'Eau
- **INERA**: Institut nationale et pour l'étude et la recherché agronomique en RDC
- **IPCC** : Intergouvernemental Panel on Climate Change
- **Log** : Logarithme
- **m** : mètre
- **MDP** : Mécanisme de Développement Propre
- **RDC** : République Démocratique du Congo
- **REDD** : Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des Forêts
- **ST** : Surface terrière
- **tC/ha** : Tonne de carbone par hectare
- **P1** : premier peuplement
- **P2** : deuxième peuplement

LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Carte administrative de Yangambi

Figure 2 : Fruit et feuille de *Gilbertiodendron dewevrei* dans la plantation (Yangambi)

Figure 3,4 : Proportion relative de carbone (C), d'Eau (H₂O), et d'autres éléments (par contenues dans (a) la biomasse humide et (b) sèche des arbres.

Figure 5 : Densité initiale et actuelle de *Millettia laurentii* et celle des espèces compagnes.

Figure 6: Dispersion des valeurs de dhp (cm) de l'espèce d'intérêt et des espèces compagnes pour les deux parcelles de *Millettia Laurentii*

Figure 7 : Surface terrière de l'espèce d'intérêt et des autres espèces pour les deux peuplements de *Millettia Laurentii*.

Figure 8: Densité initiale et actuelle de *Gilbertiodendron dewevrei* et celle de espèces compagnes

Figure 9 : Valeurs moyennes de dhp de *Gilbertiodendron dewevrei* et des espèces compagnes observées dans les deux plantations.

Figure 10 : Surface terrière de *Gilbertiodendron dewevrei* et des autres espèces

Figure 11 : compare les peuplements en fonction de leur dhp moyen

Figure 12 : Stock de carbone par classe de dhp du premier peuplement de *Millettia laurentii*

Figure 13 : Stock de carbone par classe de dhp du deuxième peuplement de *Millettia laurentii*

Figure 14 : Stock de carbone par classe de dhp dans premier peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

Figure 15 : Stock de carbone par classe de dhp dans premier peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

Figure 16 : Stock de carbone à partir du diamètre moyen dans les différents peuplements

Figure 17 : Comparaison des peuplements en fonction de stock de carbone.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Propriétés physiques de *Gilbertiodendron dewevrei*

Tableau 2 : Synthèse des résultats des paramètres dendrométriques des peuplements de *Millettia Laurentii*

Tableau 3 : Synthèse des résultats des paramètres dendrométriques des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei*:

Tableau 4 : Taux de survie et de mortalité de *Millettialaurentii* et de *Gilbertiodendron dewevrei*

Tableau 5: Aspect global de stock de carbone dans les peuplements de *Millettia laurentii* et *Gilbertiodendron dewevrei*

Tableau 6 : Comparaison du stockage de carbone par les deux méthodes d'estimation (DM) diamètre moyen et la (N) densité.

Tableau 7: Comparaison des Surface terrière moyenne des peuplements

Tableau 8: Comparaison de taux de mortalité et le taux de survie

Tableau 9: Comparaison intra et extra spécimens dans les plantations.

Tableau 10: Comparaison des nos résultats entre eux

Tableau 11: Comparaison du stockage de carbone de nos résultats avec d'autres types des forêts

0. INTRODUCTION

0.1. Contexte scientifique et problématique

Les forêts contiennent la moitié du stock de carbone terrestre, plus que n'importe quel autre écosystème. 8% de carbone terrestre stockés dans les forêts vivantes au niveau mondial se trouve dans les forêts de la R.D.Congo. C'est plus que n'importe quel autre pays d'Afrique et on estime que le pays possède la 4^e plus grande réserve forestière du carbone au monde (Greenpeace, 2007 cité par Ebuy 2009)

Le changement climatique d'origine anthropique s'avère le plus important dans la mesure où des perturbations du cycle mondial du carbone ont été notées à cause de la combustion de combustibles fossiles et des changements dans l'utilisation des terres (IPCC, 2007). En effet, les concentrations des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, dioxyde de carbone (CO₂) à l'occurrence, ne cessent d'augmenter de telle sorte que les conséquences négatives de cette situation alarmante sont déjà observables, entre autres l'augmentation des températures à la surface de la terre et des océans, la montée du niveau de la mer ainsi que la perturbation des écosystèmes naturels par le phénomène du changement climatique (IPCC, 2006).

Pour faire face à ce problème lié au changement climatique, la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique a été établie en Juin 1992 afin de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère (CCNUCC, 1992). Cette convention est renforcée par le protocole de Kyoto (au Japon en 1997). Ce dernier propose un calendrier de réduction des émissions des gaz à effet de serre. Il comporte des engagements absolus de réduction des émissions pour 38 pays industrialisés, avec une réduction globale de 5,2 % des émissions de dioxyde de carbone en 2012 par rapport aux émissions de 1990 (Protocole de Kyoto, 1997). Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) constitue un des moyens pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) en ce sens que celui-ci permet le développement durable en encourageant les investisseurs publics et privés à mener des projets éligibles parmi lesquels on peut citer le projet de développement des puits de GES à travers des activités de reboisements (IPCC, op cit.)

Les arbres, le sol, les océans constituent des réservoirs de carbone faisant objets des études afin d'augmenter leur potentiel de stockage. Ainsi, la présente étude va être axée dans ce sens selon le mécanisme « Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts » (REDD) visant à examiner des options possibles pour réduire les émissions de

carbone dues à la déforestation et à la dégradation des forêts dans les pays en voie de développement tout en conservant les écosystèmes naturels afin de maintenir ou augmenter leur capacité à emmagasiner du CO₂ (IPCC, op cit).

En effet, avec des réservoirs estimés à 652 Gt C pour la végétation (FAO, 2001; IPCC, 2007), ces écosystèmes ont une grande influence sur le cycle du carbone en jouant le rôle de réservoir. Ceci se réalise grâce au processus de la photosynthèse (Locatelli et Lescuyer, 1999 ; Robert et Saugier, 2003 ; IPCC, 2006 ; Wayne 2011).

Il s'avère ainsi indispensable de connaître les potentialités de chaque catégorie d'affectation des terres (pâture, plantations forestières, forêts naturelles, etc.) en termes de séquestration de Carbone et de pouvoir le quantifier. En particulier sous les tropiques, où la végétation pousse vite et absorbe donc le carbone plus rapidement, la plantation d'arbres prélève de grandes quantités de carbone en un laps de temps relativement bref; les forêts peuvent stocker jusqu'à 15 tonnes de carbone par hectare et par an dans leur biomasse et leur bois (Brown, et al 1999). Pour cela, plusieurs compartiments contribuant à la fixation de Carbone atmosphérique et constituant les réservoirs de Carbone sont à considérer (IPCC, 2006), à savoir : les biomasses aérienne et souterraine, la matière organique morte de la litière (IPCC, 2003).

Notons que les plantations forestières, selon leur âge, sont reconnues pour avoir un effet sur l'augmentation du stock de Carbone dans ses compartiments de la biomasse (Paul *et al.* 2002; Lal, 2005). Toutefois, divers facteurs peuvent affecter la capacité de fixation de C dans ces différents compartiments (Locatelli et Lescuyer, 1999; Guo et Gifford, 2002), comme : l'espèce, l'âge, intervention sylvicole (Nelson, ND., 1984).

Vu les qualités marchandes et les exploitations accrues des espèces exploitables dans notre région, il nous est impérieux d'approfondir la connaissance sur ces espèces en se focalisant sur leurs capacités de stockage de carbone. Les produits bois sont des stocks de carbone plutôt que des puits de carbone. Ils retiennent le carbone tout au long de leur cycle de vie : utilisation, réemploi et recyclage et ceci constitue environ 49% de la masse du bois (Defays., 2009), En outre l'utilisation de produits à base de bois (papiers, panneaux, sciages, emballages, charpentes, menuiseries, meubles,...) permet de maintenir le carbone capté hors de l'atmosphère.

La présente étude se propose donc d'aborder la problématique de stockage de carbone de différentes espèces d'arbres forestiers exploitables (*Gilbertiodendron dewevrei* et *Millettia*

laurentii) dans les plantations forestières installées entre 1938 et 1942 à Yangambi à travers les questionnements suivants peuplements: Deux peuplements équiennes regorgent-ils la même quantité du carbone stockée? Le taux de survie et de mortalité ont-ils une influence sur le stockage de carbone dans ces plantations ? Y a-t-il une différence entre la quantité du carbone stockée par *Gilbertiodendron dewevrei* et *Millettia laurentii* de même surface terrière et à une même densité de plantation ? Existent-il une différence entre la quantité de carbone stockée estimée à partir de l'arbre de diamètre moyen et celle trouvée à partir de la somme des arbres inventoriés dans une plantation ?

0.2. Hypothèses

À l'issue de questions de recherche posées, quatre hypothèses ont été formulées

- Les stocks de carbone des peuplements équiennes ne seraient pas les mêmes ;
- Le stock de carbone serait fonction de taux de survie et de mortalité dans les différentes plantations;
- Le stockage de carbone de ces plantations (*Gilbertiodendron dewevrei* et *Millettia Laurentii*) serait fonction de leur densité et la surface terrière;
- Le stock de carbone estimé à partir de l'arbre de diamètre moyen ne serait pas le même avec celui trouvé à partir de la somme des arbres inventoriés.

0.3. OBJECTIFS

0.3.1. Objectif général.

Notre étude a pour objectif général d'estimer et de comparer les quantités de carbone séquestré dans la biomasse aérienne des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Millettia laurentii* en plantation forestière de l'INERA/Yangambi à Yangambi.

0.3.1. Objectifs spécifiques

L'étude poursuit les objectifs spécifiques ci-après :

- Déterminer la quantité de carbone stockées par ces espèces dans les différentes plantations à âge égal ;
- Connaître le taux de survie et de mortalité de ces espèces et leur influence sur le stock de carbone dans les différentes plantations ;

- Estimer la quantité de carbone de ces plantations selon leurs densités et surface terrière ;
- Connaître et comparer la quantité estimée de carbone en partant de l'arbre de diamètre moyen dans ces différents peuplements.

0.4. INTERET DU TRAVAIL

Les résultats escomptés pour ce mémoire peuvent être utilisés pour inscrire les plantations de l'INERA /Yangambi dans le processus de REDD comme puits de carbone. Si possible, les revenus issus du marché carbone permettront d'offrir au pays et particulièrement à ce centre de recherche (INERA/ Yangambi) des incitations économiques. Ce travail ouvre la voie et constitue un fondement pour d'autres chercheurs qui, envisageront d'entreprendre des études ultérieures dans ce domaine.

0.5. ETUDES ANTERIEURES

Plusieurs auteurs nous ont précédés quant à ce qui concerne les études sur l'estimation de stock de carbone dans la biomasse aérienne des écosystèmes forestiers dont quelques uns sont :

Ebuy (2009) a fait des estimations de stockage du carbone dans les plantations de l'INERA/Yangambi. En présentant ses résultats selon les espèces, *Austranella congolensis* a démontré sa pertinence pour le stockage de l'élément carbone (373,9 Ct/ha) suivie de *Gilbertiodendron dewevrei* (229,3 Ct/ha et 121 Ct/ha) et en dernière position *Drypetes likwa* (113 Ct/ha).

Tulonde A.,(2013) a fait une étude sur Séquestration du carbone dans deux peuplements équienens : cas de *Pericopsis elata* (Hams) Van Meeuwen en plantation forestière de l'I.N.E.R.A-Yangambi à Yangambi. Dans deux peuplements il a obtenu des résultats suivants pour la biomasse aérienne vivante, 79,1 tC.ha le deuxième peuplement contre 54,5 tC.ha-1 pour le premier peuplement avec une différence non significative.

Angbonga B.(2011), a fait une estimation du carbone et du volume dans les plantations expérimentales de INERA/Yangambi. Cas de *Symphonia globulifera* L.f et *Mammea africana* Sabini. Dans ce travail, il a estimé à partir d'un arbre abattu de *Symphonia globulifera*, 222,067t/h de biomasse fraîche, 114,140t/ha de biomasse sèche soit 57,07t/ha de stock de carbone séquestré par *Symphonia globulifera*.

Dupouey et *al.* (1999) a évalué les stocks et flux de carbone dans les forêts françaises. Dans ce travail, le stock de carbone dans la biomasse des forêts françaises est évalué à 860 MtC pour 14,5 millions d'hectares de forêt, celui des sols à 1 140 MtC. Le stock total des forêts françaises est donc de 2 000 MtC. Le stockage net a été dans les forêts françaises de 10,5 MtC/an entre 1979 et 1991, soit 10 % de nos émissions annuelles de carbone fossile.

Notons que cette liste n'est pas exhaustive. Dans toutes les littératures, la nouveauté de cette étude est clairement justifiée.

0.6. Subdivision du travail

Hormis l'introduction, le présent travail est scindé en quatre chapitres : le premier parle des généralités, le deuxième montre les matériels et méthodes utilisés, le troisième présente les résultats, et le dernier chapitre discute les résultats obtenus, suivis d'une conclusion et suggestions.

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES

1.1. MILIEU D'ETUDE

1.1.1. Situation géographique

La présente étude a été menée dans le territoire de Yangambi situé au Nord-est de la cuvette congolaise entre $24^{\circ} 29'$ de longitude est de $0^{\circ}50'$ de latitude Nord à une altitude variant autour de 500m (Crabba, 1965).

Yangambi se trouve dans le district de Tsopo dans la Province Orientale en R.D.C. Ce territoire est très reconnu grâce à l'Institut nationale d'enseignement et de recherché agronomique (INERA) et l'Institut Facultaire Agronomique (IFA).

La figure ci-dessous illustre la carte de Yangambi.

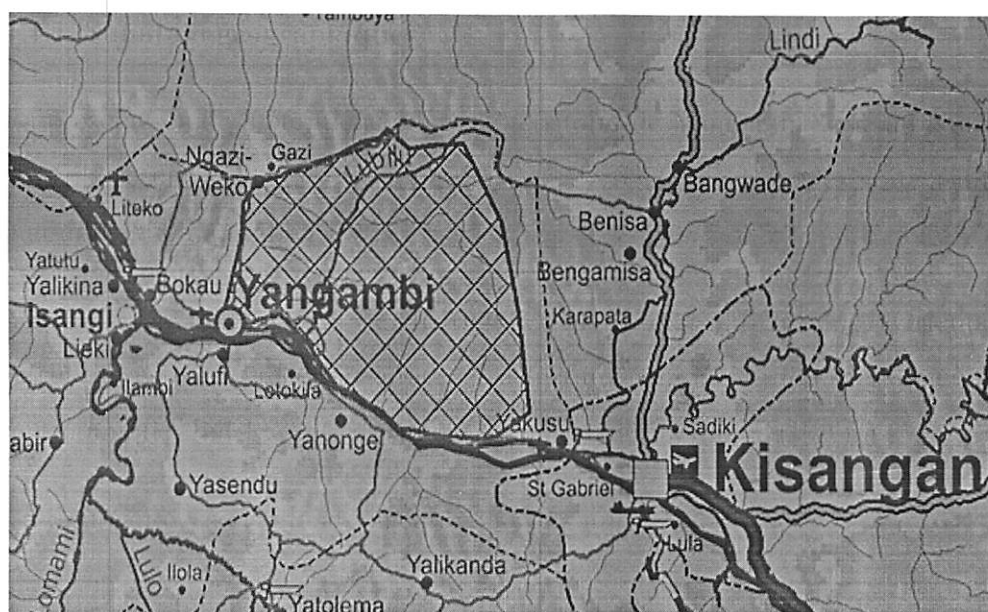


Figure (1): Localisation du site d'étude

1.1.2. Climat

Le climat de Yangambi est un climat équatorial continental qui appartient au type Af de Köppen ; A représente les climats tropicaux dont la température moyenne du mois le plus froid est supérieur à 18°C et f représente la précipitation mensuelle du mois le plus sec qui est supérieure à 60 mm (Bultot, 1972).

Les données climatiques telles que la température, les précipitations et l'humidité relative

fournies par la station climatologique de Yangambi, ont permis d'avoir une idée sur les variations mensuelles des facteurs climatiques.

1.1.2.1. Température

La moyenne maximale annuelle des températures est de 30,3°C, la minimale de 20°C et la moyenne de 25,2°; les trois gammes de températures restent presque constantes toute l'année, ne montrant que de très faibles amplitudes. Leur tendance générale est à la baisse pendant le second semestre de l'année, ce qui confirme que la grande saison sèche se manifeste en début d'année (janvier et février), alors que la petite est à peine esquissée au second semestre (, juin et juillet) Asumani(2009)

1.1.2.2. Précipitations

Les totaux des moyennes mensuelles des précipitations et du nombre de jours de pluies sont respectivement de 1 837 mm et de 180 jours; globalement, il pleut en moyenne une fois tous les deux jours à Yangambi (Assumani, 2009). Ces deux moyennes augmentent pendant le deuxième semestre de l'année, ce qui indique que la petite saison des pluies se manifeste au premier semestre (mai à juin), la grande au deuxième (août à novembre).

Cette répartition est confirmée par la tendance à la baisse des températures notées pendant le deuxième semestre de l'année. Les plus faibles pluies sont observées en janvier et juillet de chaque année, les plus abondantes en octobre. Il en va presque de même en ce qui concerne le nombre de jours de pluies: il pleut pendant moins de jours en janvier et février et plus de jours en octobre et novembre. Cette manifestation des pluies en deux périodes de l'année influence profondément les activités agricoles et le développement des arbres à Yangambi.

1.1.2.3. Humidité relative

L'humidité relative au cours de l'année est très élevée et montre de très faibles amplitudes entre elles. La moyenne mensuelle calculée durant la période 1951-1972 étant 86,9%. (Sengele et Crabbe, 1973 in Zwave, 2010).

1.1.3. Sol

Décrits par Deleenher, D'hoore et Sys (1952), les sols de Yangambi dérivent des sables éoliens datés du pliocène inférieur.

On y trouve des ferrasols de plateaux qui sont des sables grossiers possédant une teneur assez élevée en éléments fins.

Selon Kellog (1949), le sol de Yangambi a des caractères suivants :

- un rapport silices sesquioxyde bas ; une petite quantité des minéraux
- une capacité d'échange faible, un peu de matériaux solubles ;
- une activité d'argile faible, un degré de cohérence assez élevé des agrégats structuraux et couleur rouge à rougeâtre du sol.

Sys et al (1961), et Kombele (2004) identifient le sol de Yangambi en quatre principales séries de sols dont :

- La série Yangambi (Y_1) s'identifie aux latosols développées dans les dépôts éoliens non remaniés avec une teneur en argile comprise entre 30 et 40 % et ayant une couleur ocre-jaune ; elle occupe principalement les plateaux à Yangambi.
- La série Yakonde (Y_2) : sont des sols de haut de versant, développés sur des sédiments éoliens fort altérés et remaniés par ce colluvionnement, dont la teneur en argile varie entre 20 et 30%, elle occupe principalement le haut de versants à Yangambi.
- La série Isalowe (Y_3) s'est développée à partir des sédiments éoliens fortement altérés. S'étend depuis les hauts de versants jusqu'au fond des vallées, les sols de cette séries sont de couleur ocre-jaune et contiennent moins de 20% d'argile et occupent les fortes pentes à Yangambi, à l'exception des falaises de Yangambi dominées par le complexe Z ;
- Le complexe Bohondé-Boto (AT) concerne les alluvions des tributaires intérieurs. Il présente en général un horizon blanc ou gris influencé à moins de 120 cm de profondeur par la nappe phréatique. Il est l'association de deux séries de sols : bohondé-Boto. Il occupe les bas fonds et les abords des cours d'eau intérieurs à Yangambi.

1.1.4. Végétation

Au point de vue phytogéographie, Yangambi fait partie du secteur central de la région Guinéenne. Il se rattache géographiquement et climatiquement au district du bassin central du Congo domaine des forêts ombrophiles équatoriales. (Kombele 2004).

Par suite de la position au bord du district du bassin du Congo et de l'influence des facteurs

au voisinage. Essentiellement concentrés dans le bassin de Nyong moyen, du Dja, de Boumba, de la Ngoko et de la Sangha. Présence sporadique dans la zone forestière plus occidentale (mais ici confusions possible avec d'autres *Gilbertiodendron*). Ebuy(2009)

édaphiques et entropiques ; il comprend un pourcentage élevé de type forestier sud-Equatorial. Ceux-ci appartiennent aux groupes des forêts semi caducifoliées à *Scorodophloeus zenkeri* (Harms), (Germain et Evrad, 1954).

Floristiquement, ces peuplements se caractérisent par une proportion non négligeable dans les strates supérieures d'essences caducifoliées. La végétation très dense est dominée par les faciès suivants (Gilson et Van wambeke, 1956)

1.1.5. Population

Yangambi comptait en 2005 environs 33 mille habitants. Avec un taux de croissance annuel de l'ordre de 3,2%. Cette population pourrait doubler d'ici les deux prochaines décennies. L'examen du pyramide des âges renseigne que Yangambi compte plus de jeunes que d'adultes (Anonyme, 2005).

En effet, 38,9% de la population est âgée de moins de 20 ans; 37,6% ont un âge compris entre 40 et 59 ans (Anonyme, 2005).

Le taux d'analphabétisme de la population âgée de 15 et plus, a été estimé à 32,7%. Cette situation est inquiétante du fait que la contribution de cette tranche de la population se trouve réduite, le sexe ratio indique une population de 51% de la population est constituée de femmes contre 49% d'hommes (Anonyme, 2005)

1.2. DEFINITIONS ET ELARGISSEMENT DES CONCEPTS

1.2.1. APERÇU SUR LES ESPECES ETUDIEES

1.2.1.1. *Gilbertiodendron dewevrei*

Nom Pilote: Limbali *Famille:* Fabaceae (gousse) *Niveau :* Zéro (dialycarpellaires ou à un seul carpelle) ; *Classe:* Caesalpinioideae (stipule) *Ordre :* Fabales ; *Distribution :* En peuplement pratiquement purs (parfois sur Plusieurs hectares voire dizaines d'hectares) ; avec Régénération abondante, dans les fond des vallées ni inondés ni marécageux, sur leur pente ou au voisinage. Essentiellement concentrés dans le bassin de Nyong moyen, du Dja, de Boumba, de la Ngoko et de la Sangha. Présence sporadique dans la zone forestière plus occidentale (mais ici confusions possible avec d'autres *Gilbertiodendron*). Ebuy(2009)

Répartition en Afrique : du Nigeria et en République Démocratique du Congo. *Base* : cylindrique *Fût*: droit et cylindrique, bas branchu ; L : 20m de diamètre : 3 m. *Houppier* : peu développé, feuillage dense vert foncé pendant, à jeunes pousses et jeunes feuilles rouge vif. *Ecorce*: jaunâtre (1cm) s'exfoliant en grandes plaques minces Irrégulière laissant apparaître de nombreuses petit lenticelles brunes ; tranche dure, fibreuse, brun rouge. *Aubier* : différencié, blanc à brun rosé clair (5-10 cm). Bois : brun rougeâtre. *Feuilles* : persistantes, alternes, composées pennées à 2-5 paire de grande folioles opposées (10-50 X 5-20 cm), garnies de quelque glandes noirâtres sur le bord de limbe à 15-20 paires de nervures latérales ; stipule lancéolées persistantes munies de deux oreillettes à la base.(Vivien J. & Faure J. J.,1985).

Fruits : gousses plates, ligneuses (15- 30 X6-9 cm) brunâtre, ridées transversalement, avec un des bords marqué d'un côte, revêtue de poils denses très courts. *Graines*: 4-6 par fruit (diamètre : 4-5 cm), plates.

Propriétés physiques : les propriétés indiquées concernent les bois à maturités ces propriétés peuvent varier de façon très notable selon la provenance et les conditions de croissances du bois (Vivien J. & Faure J., 1985.).

Tableau 1 : Les propriétés physiques de *Gilbertiodendron dewevrei*

| | Moyenne | écart type |
|--------------------------------|---------------------|------------|
| Densité | 0.81 | 0.05 |
| Dureté Monnin | 5.1 | 1.1 |
| Coeff. de rétrait volumique | 0.62 | 0.05 |
| Rétrait tangentiel total | 9.1 % | 0.8 |
| Rétrait radial total | 4.7 % | 0.5 |
| Point de saturation des fibres | 28 % | |
| Stabilité en service | moyennement stable. | |

Source (Vivien J. & Faure J. J., 1985.)

Les deux figures ci-dessous illustrent les plantations de *Gilbertiodendron dewevrei* et ses matériel biologiques (feuilles et tige).

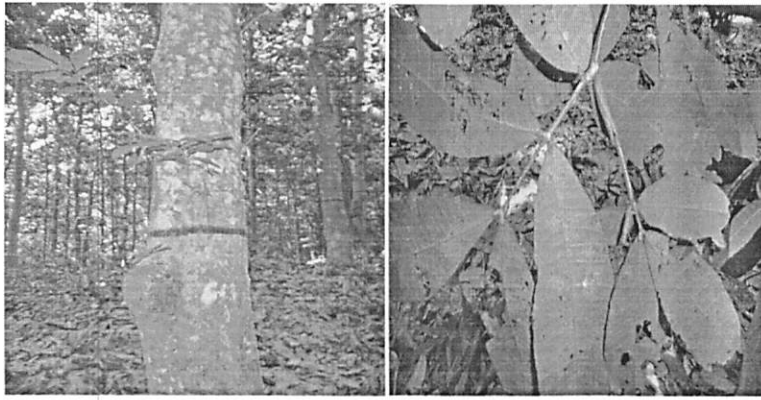


Figure 2: tronc et feuille de *Gilbertiodendron dewevrei* dans la plantation (Yangambi)
source Ebuy 2009

1.2.1.2. *Millettia laurentii* (Dewild.)

Millettia laurentii (Fabacée) est une espèce caractéristique de la forêt dense humide semi-décidue, bien connue pour son bois brun foncé veiné de noir et finement striée sur quartier. Elle donne un bon bois d'ébénisterie et elle est de préférence utilisée en placage. Elle est également utilisée dans la fabrication des meubles massifs, les agencements de magasin, la décoration intérieure, la construction de chemin de fer, la sculpture, la gravure, la tournerie, la moulure, etc. La distribution géographique de *Millettia laurentii* est concentrée dans une petite portion de la cuvette centrale (provinces de Bandundu, sud de l'Equateur et provin orientale) ainsi que dans les territoires de Kasangulu (Bas-Congo), d'Ilebo et Mweka (Kasaï Occidental). Ces habitats sont très sollicités par les opérateurs forestiers et elle est, par conséquent, surexploitée. De plus, les populations forestières utilisent ses jeunes pieds dans la carbonisation.

➤ Dénomination

- **Scientifique :** *Millettia laurentii*
- **Commerciale :** Wenge
- **Locales ou vernaculaires :** Awong (Gabon) ; N'toko, nsonso (Congo Brazza) ; Wenge (R.D.Congo)

➤ Description botanique

Les caractéristiques de l'espèce sont: **Port :** tronc se divisant en plusieurs branches avec de nombreuses ramifications, rameau sinueux, retombants, feuillage dense. **Fût :** rarement droit et souvent avec le nœud ; cylindrique : longueur 15m, diamètre 1,2m.

Ecorce : grise (1,5-2cm), rugueuse avec des dépressions en empreintes de doigt et de petites bosses alignées verticalement ; tranche granuleuse extérieurement, lamellée intérieurement, blanc moucheté de jaune orangé, à exsudation abondante ponceuse de teinte groseille. **Feuille :** caduques, alternes, composées, pennées, longues (25-30cm), à 6-9 paires de folioles opposées (12-15x3-5cm) plus une foliole terminale plus large, terminées en pointe, à nervure médian. Proéminente en dessous, nervures secondaires saillantes sur les 2 faces. **Fleurs :** grandes grappes de fleurs violettes **Fruit :** gousse ligneuse, linéaires, oblongues (18-28x3-5cm), plates avec des bords proéminents, s'ouvrant par 2 valves. **Habitat :** vieille forêt (Vivien et Faure, 1985)

➤ Description du bois

Le bois présente sur les faces transversales et radiales une figure uniforme finement striée avec une alternance de stries très sombres et plus claires. Cette alternance fait apparaître sur la face tangentielle une très belle figuration flammée. Les stries foncées et flammes sont faites du tissu fibreux, le plus dur. Les stries plus claires sont faites de parenchymes, plus tendre. Le grain est grossier, le fil droit. Dans son aire de croissance optimale, le Wenge a une teinte brun chocolat, avec un reflet pourpre à violet après usinage.

En dehors de cette zone, il est plus noir, moins stable et plus difficile à usiner. Les troncs peuvent présenter des « mulots », des insectes attaquent le bois vert et creusent dans les arbres sur pied des galeries de 5mm de diamètre et de 1 à 2cm de long (Wikipedia, 2007).

Quoique ces attaques s'arrêtent entièrement après l'abattage et n'ont aucune influence sur la durabilité ni sur les propriétés mécaniques du bois, les grumes présentant de telles piqûres ne sont utilisées que pour la fabrication de frises, ce qui n'autorise qu'un rendement très réduit au sciage. (Wikipedia, 2007).

➤ Dimensions, classe de durabilité et applications

Les sciages bruts sont importés sous deux formes : les frises et les avivés. Les frises (« Strips ») ont une épaisseur de 26mm et une largeur de 80mm, les longueurs sont soit variables allant généralement de 65 à 185cm ; parfois de 35 à 55cm, en augmentant par pas de 5cm, soit fixes, généralement 45 et 50cm, parfois 90, 100 ou 150cm, pour planches ou parquets. Les sciages bruts avivés (« Standards ») sont disponibles en épaisseurs de 26, 34, 40, 52 ou 65 mm. Leurs largeurs sont de 15cm et plus, augmentant par pas de 1cm, avec en pratique une moyenne de 18 à 20cm. Les longueurs commencent à 180cm en augmentant par

pas de 5cm, avec pratique une moyenne de 250-260cm. Les avivés sont surtout en pratique une moyenne du meuble et en aménagement intérieurs (escaliers, travaux de tournerie et de marqueterie, placage). Le Wenge a une durabilité naturelle élevée (classe de durabilité II) et résiste aux attaques des insectes xylophages et des termites (Assumani, 2009).

1.2.2. Biomasse et carbone forestier

La biomasse d'un arbre signifie le poids ou la masse de son tissu vivant de la plante et elle est généralement exprimée en unités de tonnes métriques (t). Une biomasse vivante peut être séparée en composantes aérienne (feuilles, branches et tiges) et en sous-sol (racines). Elle est plus fréquente pour estimer la **biomasse** (Wayne 2011).

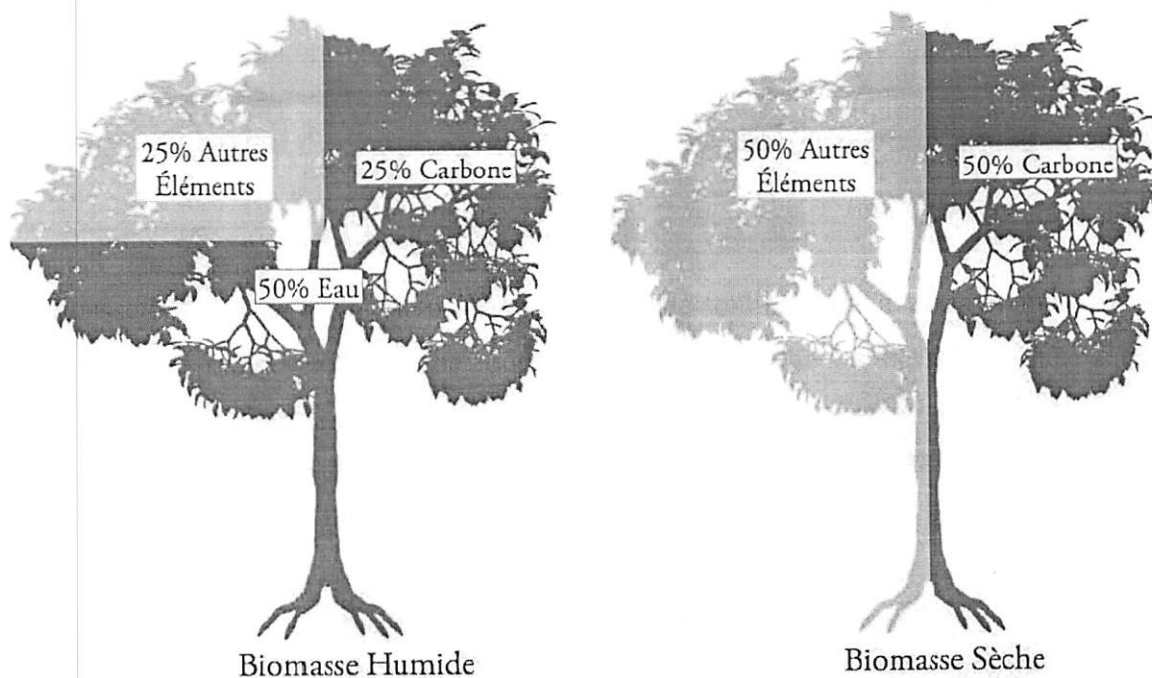


Figure 3,4: Proportion relative de carbone (C), d'Eau (H_2O), et d'autres éléments (par contenues dans (a) la biomasse humide et (b) sèche des arbres.

Le carbone est l'un des éléments chimiques les plus abondants sur Terre et il est présent dans tous les êtres vivants. Il est également une composante naturelle de l'atmosphère Terrestre. Indiqué par le symbole C, le carbone se trouve en grande quantité dans les feuilles, les branches, les tiges et les racines des arbres. En plus d'être composé de 50% d'eau, la biomasse d'un arbre vivant contient environ 25% de carbone. Les 25% restants sont constitués de diverses quantités d'autres éléments dont l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le calcium (Ca), le magnésium (Mg) et d'autres oligo-éléments. Cependant, si toute l'eau contenue dans un arbre vivant a été extraite, la proportion de la biomasse sèche

restante qui se compose de carbone augmenterait de 25% à 50%. Par conséquent, le carbone représente environ la moitié du total des AGB d'un arbre. Par exemple, si un arbre a une AGB de 2,4 tonnes, alors le carbone trouvé dans cet arbre a un poids de 1.2 tonnes (soit $2,40 \text{ t} \div 2 = 1,20 \text{ t}$) (Wayne 2011).

Le carbone se trouve dans les composés chimiques du dioxyde de carbone (CO_2) et du méthane (CH_4), deux gaz à effet de serre qui se produisent naturellement dans l'atmosphère mais sont également produites en grande quantité par des activités humaines, à savoir la combustion de combustibles fossiles comme le charbon et l'huile. Les gaz à effet de serre agissent comme une couverture sur la surface Terrestre, arrêtant la chaleur près de la surface, en gardant la température de la planète assez chaude pour soutenir la vie. Cependant, lorsque la concentration de ces gaz dans l'atmosphère augmente, l'épaisseur de la couverture augmente également, provoquant la hausse des températures autour du monde. Trop de réchauffement peut avoir des effets dramatiques sur le climat mondial, ce qui rend certaines zones de la planète impropres à l'existence des plantes, des animaux, et des êtres humains. (Bellido diaz , 2002)

1.2.3. PLANTATION FORESTIERE

1.2.3.1. Historique sur les plantations forestières de Yangambi

A Yangambi, on trouve les plantations forestières sur le plateau Lusambila, les plantations du plateau sont situées entre les rivières Lusambila et Isalowe ; L'altitude y est de 470 m. Avant l'établissement de ces plantations, le sol était couvert d'une vieille forêt secondaire où les arbres atteignaient 35 m de haut et 3 m de circonférence.(Assumani 2009)

Ces plantations ont été exécutées sous plusieurs méthodes : Layon, Martineau et Blanc-étoc. Le bloc d'enrichissement avait une superficie de 61 ha, l'arboretum représentait 31 ha, les parcelles d'observations anciennes représentaient 28,5 ha, le placeaux dense 24 ha et le bloc Ole, 24 ha, enrichi en layons. Le bloc est divisé en trois séries de 8 ha, chaque série est divisée en deux groupes de 4ha. Actuellement, cette superficie est très réduite suite à la pression de la population locale.

1.2.3.2. Plantation forestière selon la FAO

L'estimation de la superficie de plantations forestières est hérissée de difficultés. Le terme «plantations» a différentes significations et même lorsqu'il existe une définition précise, elle n'est pas universellement applicable.

En général, la qualification de «plantation forestière» dépend du degré d'intervention humaine dans l'établissement ou l'aménagement de la forêt. Dans de nombreux cas, la différence entre les forêts semi-naturelles et les forêts plantées est essentiellement arbitraire, étant donné la vaste gamme de pratiques sylvicoles qui sont adoptées dans les systèmes d'aménagement intensifs. Autant dire que la classification des plantations forestières est un véritable casse-tête!

Dans le cadre du Programme FRA 2000, les plantations forestières des régions tropicales et subtropicales sont définies comme suit:

Peuplements forestiers établis par plantation ou/et par semis dans le cadre de processus de boisement ou de reboisement. Il s'agit soit: de peuplements composés d'espèces introduites (tous les peuplements étant plantés), ou; de peuplements d'espèces locales sous aménagement intensif, satisfaisant tous les critères ci-après: une ou deux espèces par plantation, classe équiennne, espacement régulier. (FAO, 1998).

Pour les pays déjà examinés dans le volume de FRA 2000 sur les forêts tempérées et boréales, la précision suivante (liée à l'intensité de l'aménagement) a été ajoutée à cette définition:

- Sont exclus: Les peuplements qui ont été établis par plantation, mais qui n'ont pas été soumis à un aménagement intensif pendant une période significative; ces peuplements sont considérés comme semi-naturels

Ces définitions contiennent plusieurs ambiguïtés. Par exemple, qu'entend-on par «espacement régulier», en particulier si un peuplement a été établi par ensemencement à la volée? De même, les expressions «sous aménagement intensif» et «période significative» sont laissées à l'interprétation de chacun et la dimension de la surface visée par la prescription «classe équiennne» n'est pas spécifiée (cette exigence s'applique-t-elle à des compartiments, à des blocs de la forêt ou à l'unité d'aménagement tout entière?).

S'il est vrai qu'un certain degré d'ambiguïté est nécessaire pour que la définition soit applicable à tous les types de forêts existant dans le monde, et reste stable dans le temps, il faut néanmoins trouver un compromis entre la spécificité et la stabilité. Ainsi, dans le cadre de

ces définitions, un certain nombre de pays ayant un couvert forestier important, comme la Finlande, l'Allemagne et le Canada, signalent qu'ils n'ont pas de plantations forestières, alors que les rapports de pays voisins, qui ont apparemment des conceptions et des pratiques forestières similaires, font état de superficies de plantations significatives.

CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE

2.1. MATERIEL

2.2.1. Matériel biologique

Deux types de peuplements ont servis à la réalisation de la présente étude, il s'agit peuplement de *Millettia laurentii* (Wenge) et celui de *Gilbertiodendron dewevrei* (Limbali). Tous ces peuplements ont été réalisés par la méthode de Blanc-étoc. Le matériel biologique de notre étude est constitué de tiges de *Gilbertiodendron dewevrei* (Limbali) et de *Millettia laurentii* (Wenge) et aussi les tiges des espèces compagnes dans les plantations forestières de l'I.N.E.R.A/Yangambi a Yangambi.

2.1.2. Matériels techniques

Les mesures du diamètre des arbres individuels constituent la base de la plus part des approches couramment utilisées pour obtenir des estimations de biomasse forestière et de carbone. Pour mesurer le diamètre à hauteur de la poitrine nous nous sommes servis du Ruban circonférentiel, une baguette de 1,30m de longueur pour indiquer le niveau de dhp ; Fiche de comptage pour la prise des données ; Les sanguines pour indiquer le niveau de dhp et la numérotation des tiges.

2.2. METHODE DE TRAVAIL

Notre étude a été faite dans les plantations de l'INERA/Yangambi dans les parcelles PA1 et PA2 de 60×60m et d'écartement 2×3 pour le *Gilbertiodendron dewevrei* installées en 1974, et dans les parcelles 6H et 7H de 60×60m d'écartement 2×10m pour le *Millettia laurentii*, installées en 1963.

2.2.1. Inventaire

Compte tenu de la faible superficie des placettes soit 0,36ha chacune, nous avons réalisé un inventaire en plein. Cet inventaire avait pour objectif la quantification de la biomasse existant dans ces différentes plantations qui ont fait l'objet de notre étude. Ainsi tous les arbres de diamètre au dessus de 10 cm ont été pris en compte.

2.2.2. Identification

Les arbres inventoriés ont été identifiés sur pied par un identificateur de la section agroforesterie de l'INERA en utilisant les caractères végétatifs tels que: la forme du tronc, la texture de l'écorce, couleur et odeur de l'exsudant, la phyllotaxie et/ou en utilisent les caractères des organes reproductrice lorsqu'ils sont disponible

2.2.3. Mesure de DHP

Une des mesures forestières les plus faciles à mesurer ordinaires acquises au niveau mondial est le diamètre à hauteur de poitrine ou le dhp des arbres. Dans le domaine de la foresterie, dire à hauteur de poitrine, définie à 1.3 mètres au-dessus du sol, est la hauteur standard internationalement reconnue à laquelle le diamètre des arbres est mesuré.

Les mesures de dhp sont utilisées dans le calcul des estimations du volume, de la surface terrière et de la biomasse aérienne de bois (carbone) des arbres individuels et des forêts entières. Le fait de prendre la mesure dhp d'un arbre est relativement facile à faire, et avec un peu de pratique, les mesures de nombreux arbres peuvent être obtenues rapidement et avec précision dans le champ.

Après avoir mesuré le dhp d'un arbre, l'arbre doit être marqué par un crayon de couleur vive ou une pièce de signalment afin qu'il ne soit pas accidentellement mesuré plus d'une fois. Généralement, un grand «X» ou une marque similaire est placé sur l'arbre.

2.2.4. Estimation et calculs de la biomasse aérienne et de stock de carbone

1. Différentes méthodes adaptées pour la mesure de la biomasse aérienne

Deux méthodes peuvent être adaptées pour la mesure de la biomasse aérienne : la méthode indirecte et la méthode directe (Rakotozafy, 1996 ; Rakotondrasoa, 2009).

L'approche la plus directe pour estimer la biomasse aérienne d'un arbre implique un certain nombre d'étapes, notamment la récolte de l'arbre, la coupe de l'arbre, dont les feuilles, les branches et les souches, en petits morceaux plus maniables, le four de séchage des morceaux, et la pesée soigneuse des morceaux une fois qu'ils sont complètement secs et que toute l'eau ait été extraite.

Bien que très appropriée, cette méthode est très longue, coûteuse, et destructrice. Par conséquent, elle n'est pas une approche pratique pour l'obtention d'estimations de la biomasse pour beaucoup d'arbres ou de terrains forestiers entiers.

Les limites associées à des méthodes directes ont conduit de nombreux chercheurs à développer des rapports mathématiques, communément appelées équations allométriques (méthode indirecte), qui concernent la biomasse aérienne des arbres individuels aux caractéristiques d'autres arbres qui sont plus faciles à mesurer sur le terrain. Ces caractéristiques comprennent le diamètre à hauteur de poitrine (dhp), la hauteur totale, et la densité du bois.

Quelques équations ont été avancées par Brown (1997) dans sa publication (FAO Forestry Paper). Elles varient en fonction du type de climat. En effet, ces équations ont été développées à partir de bases de données qui ont été stratifiées en 3 principales zones climatiques, à savoir : zone sèche ($P < 1500$ mm), zone humide ("moist") ($1500 \text{ mm} < P < 4000$ mm) et zone très humide (wet) ($P > 4000$ mm). Comme les plantations de l'INERA/yangambi appartient à la région dans la quelle la pluviosité environne 2000mm/an, elle se classe de ce fait dans le « moist forest » soit la zone humide dans la quelle la pluviosité se situe entre 1500mm et 4000mm

Chave & al (2005) ont également élaboré des équations allométriques adaptées et actuellement utilisées au niveau international. Leurs utilités se fondent sur la croissance des forêts sous climat tropical, la régénération naturelle ainsi que la plantation et les forêts aménagées dans les continents situés dans les zones tropicales. Les variables retenues pour obtenir la biomasse aérienne sont le Diamètre DHP, la Hauteur totale et la Densité sèche du bois ainsi que le type de forêt selon les trois principales zones climatiques. Pour cette dernière, il s'agit d'une zone sèche ou « *dry* » si la précipitation annuelle est en dessous de 1500 mm ; une zone humide ou « *moist* » si cette précipitation se trouve entre 1500 mm et 3500 mm ; et une zone très humide ou « *wet* » si celle-ci dépasse 3500 mm. La zone humide « moist » est toujours retenue dans cette étude.

2. Biomasse vivante

Pour déterminer la quantité de carbone séquestré dans la biomasse, nous avons commencé d'abord par calculer la biomasse. Sur ce, l'équation générale pour les forêts tropicales humides fut choisie selon les modèle proposé par Pearson et Brown (2005) :

$$Biomasse (kg) = \exp (- 2,289 + 2,649 \times \ln dhp - 0,021 \times \ln dhp^2)$$

Où

Biomasse = matières sèches aériennes, en kg (arbre)-1

dhp = diamètre à hauteur de poitrine, en cm

ln = logarithme naturel

exp = exponentielle soit « e à la puissance de »

3. Calcul du stock de carbone

Le calcul du stock de carbone forestier dans les arbres est obtenu, pour l'ensemble des arbres, en multipliant la matière sèche de la biomasse aérienne par un facteur de conversion de 0,5 (Anonyme, 2009). Selon Kozlowski *et al.* (1991) de 40 % à 50 % de la biomasse sèche des plantes est du carbone qui provient de la fixation de CO₂. Selon Alexeyev *et al.* (1995), un coefficient de 0,5 (50%) permet de déterminer adéquatement le contenu en carbone de la plupart des espèces d'arbres forestiers et des plantes sous couvert.

Soit :

$$Carbone = \frac{Biomasse (Kg)}{2}$$

Pour extrapoler des valeurs des parcelles jusqu'aux valeurs par hectare requiert un facteur d'expansion. Ces facteurs d'expansion indiquent quelle surface est représentée par chaque placette ou échantillon. Cette standardisation est nécessaire pour pouvoir aisément interpréter les résultats et aussi faire des comparaisons avec d'autres études.

$$Facteur d'expansion = \frac{10000m^2}{Surface de la place, cadren ou carotte de sol (m^2)}$$

2.2.5. Analyse des données

➤ Traitement des données

Après la collecte des données sur le terrain, nous les avons saisies sur Microsoft Office Word et elles ont été traitées sur Microsoft Office Excel et par le logiciel SPSS, pour réaliser des tableaux et graphiques des paramètres dendrométriques et la quantité de carbone.

En fin ces logiciels prés cite nous ont permis, en statistique, d'exécuter le teste de différence significative Z (bilatérale).

➤ Densité de peuplement

La densité (notée N), paramètre définie au niveau du peuplement, est le nombre de tiges sur pied ramené à l'hectare (Gaudin, 1996 et Terea, 2006).

$N = \frac{n}{S}$ avec N : densité (en tiges/ha); n : nombre de tiges présentes sur la surface considérée ; S : surface considérée (ha).

➤ Conversion de la circonférence en diamètre

Dans des parcelles de 3600 m², les circonférences des arbres ont été prises au niveau de 1,30 mètre du sol à l'aide du ruban circonférentiel.

Ce ruban estime une grandeur appelée circonférence dont la définition n'est pas ambiguë. Il faut diviser par π pour obtenir le diamètre (Lokombe, 2004) :

$$\text{Diamètre} = \frac{\text{Circonférence}}{3,14}$$

➤ Calcule du diamètre moyen

On peut calculer un diamètre moyen dm qui correspond à la moyenne arithmétique des diamètres, mais on utilise assez souvent (et même principalement dans le monde de la recherche forestière) le diamètre de l'arbre moyen noté dg . On l'obtient de la manière suivante:

- On peut mesurer ou calculer pour un peuplement donné la valeur de la surface terrière G et celle de la densité N. Le rapport entre ces deux grandeurs donne la valeur gm : surface terrière moyenne du peuplement.
- On peut alors relier cette surface terrière à un diamètre, que nous noterons dg , diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne.

$$gm = \pi dg^2/4 \text{ donc } dg = (4gm/\pi)^{1/2}$$



➤ Surface terrière

La surface terrière (notée G), paramètre décrivant là encore le peuplement, est la somme des sections transversales au diamètre de référence de tous les arbres du peuplement (Massenet, 2005 ; Terea, op cit)

$G = \frac{[(\frac{\pi}{4}) \times D^2]}{S}$ avec G : surface terrière (m²/ha) ; d : diamètre de l'arbre (m) ; S : surface considérée (ha).

Elle s'exprime en mètres carrés, ramenée à l'hectare. Cette valeur permet de suivre l'évolution du peuplement dans son ensemble et de comparer différents peuplements.

La surface terrière d'un peuplement est égale à la somme des surfaces terrières des arbres qui le composent.

➤ La mortalité et la survie des arbres

Le taux de survie = $\frac{\text{effectif actuelle}}{\text{effectif initiale}} \times 100$

Taux de mortalité = $\frac{\text{effectif initiale} - \text{effectif actuelle}}{\text{effectif initiale}} \times 100$

➤ Moyenne arithmétique

$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum niXi$ où ni= fréquence observée

CHAPITRE TROISIEME: PRESENTATION DES RESULTATS

Il sera présenté dans ce chapitre tous les résultats relatifs de notre étude après analyse et traitement des donnés.

3.1. DENSITE DE PEUPLEMENT, DHP ET SURFACE TERRIERE

3.1.1. Peuplement de *Millettia laurentii*

3.1.1.1. Densité

Le peuplement comptait 237 arbres d'espèces confondues (espèce d'intérêt et autres espèces colonisatrices) après inventaire. Soit 100 tiges d'espèce d'intérêt et 8 tiges d'espèces colonisatrices dans le premier peuplement contre 103 tiges d'espèce d'intérêt et 26 tiges d'espèces colonisatrices dans le deuxième peuplement. Installés en 1963; ces deux peuplements ont été abandonnés dès le jeune âge et qu'au fil des ans, ces peuplements ont été envahis. La figure ci-dessous présente la densité initiale et actuelle de *Millettia laurentii* ainsi que celle des espèces compagnes.

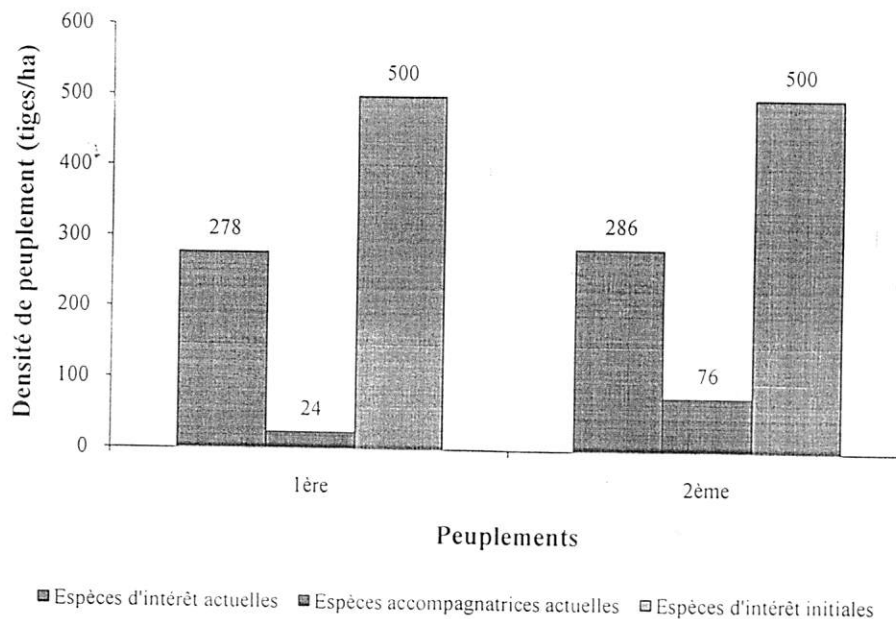


Figure 5 : Densité initiale et actuelle du peuplement de *Millettia laurentii* et celle d'autres espèces

Dans cette figure, nous rappelons que les densités initiales étaient les mêmes (500 tige/ha) à l'installation de ces deux peuplements.

Par contre, actuellement les densités sont différentes dans les deux peuplements; 278 tige/ha pour la première parcelle et de 286 tige/ha pour la deuxième parcelle. Notons aussi que les autres espèces de la deuxième parcelle ont une densité élevée soit 76 tiges/ha que celui de la première parcelle soit 24 tiges/ha. Cette différence de densité peut être influencée non seulement par la nature des différentes parcelles (sol) mais aussi cela peut s'expliquer par le taux de mortalité élevé dans ces peuplements qui favorise cette invasion d'espèces colonisatrice.

Notons aussi que, la densité des espèces d'intérêts dans les deux peuplements est supérieure que ce celle d'autres espèces soit 278 tiges/ha des espèces d'intérêts contre 24 tiges/ha d'autres espèces dans le premier peuplement et 286 tiges/ha des espèces d'intérêts contre 76 tiges/ha d'autres espèces dans la deuxième parcelle. La figure qui suit présente le résultat relatif au diamètre moyen.

3.1.1.2. Diamètre à hauteur de poitrine (Dhp)

Est la grosseur d'un arbre mesurée à 1,30 m du sol. Les mesures du diamètre des arbres individuels constituent la base de la plupart des approches couramment utilisées pour obtenir des estimations relatives à la quantité de la matière ligneuse disponible dans un peuplement.

La figure ci-dessous présente les valeurs moyennes de DHP observés des *Millettia Laurentia*

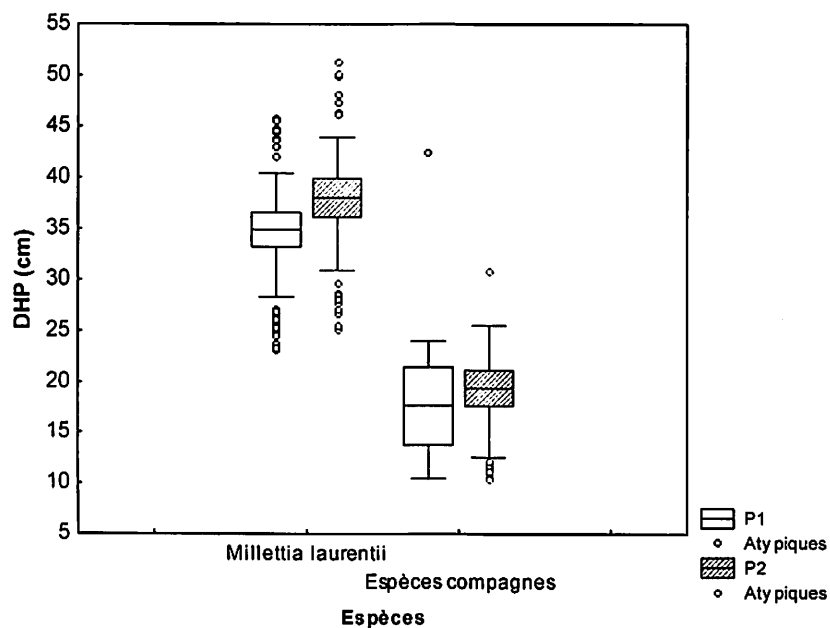


Figure 6 : Dispersion des valeurs de DHP (cm) de l'espèce d'intérêt et des autres espèces pour les deux peuplements de *Millettia Laurentii*

La figure 8 ci-dessus montre que la moyenne de DHP observée dans le peuplement de *Millettia Laurentii* est de 34,89cm et 38,03cm ; celui des autres espèces est de 17,58cm et 19,36 cm respectivement dans le premier et deuxième peuplement. Le deuxième peuplement renferme les valeurs élevées.

Nous constatons également qu'en, comparant la moyenne dhp de l'espèce intérêt et ce celle des autres espèces, les moyennes de dhp de l'espèce d'intérêt sont supérieures dans les deux peuplements. Cette situation montre que, malgré que les peuplements aient été envahis par les autres espèces, les espèces d'intérêt dans les deux peuplements n'ont pas été dominées par les espèces envahisseurs. Est présenter dans la figure ci-dessous ; le résultat relatif aux surfaces terrières des peuplements.

3.1.1.3. La surface terrière de *millettia laurentii* et des autres espèces

La figure ci-dessous présente la Surface terrière totale par hectare observées de *Millettia Laurentii* et des autres espèces.

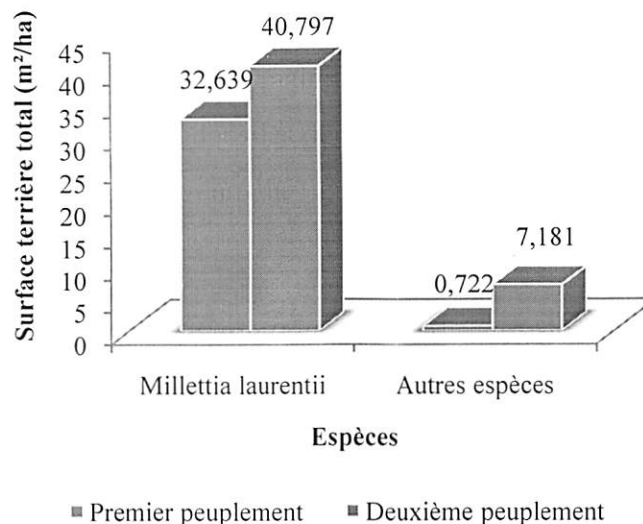


Figure 7 : Surface terrière de l'espèce d'intérêt et des autres espèces pour les deux peuplements de *Millettia Laurentii*.

L'analyse de cette figure montre que la surface terrière totale de *Millettia Laurentii* est de 32,638 m²/ha et de 40,797 m²/ha respectivement dans le premier et deuxième peuplement et

les autres espèces, la surface totale de 0,722 m²/ha et 7,181 m²/ha dans le premier et deuxième peuplements. La surface terrière tant que pour les tiges d'espèce d'intérêt que pour les autres espèces n'est la même dans les deux peuplements de *Millettia Laurentii*. Le diamètre moyen des peuplements n'a pas influencé les surfaces terrières des ces peuplements ; mais plutôt leurs densités (nombre d'arbre). Ensuite, ci dessous suivra le tableau de synthèse des résultats paramètres dendrométriques des peuplements de *Millettia Laurentii*.

Tableau 2 : synthèse des résultats des paramètres dendrométriques des peuplements de *Millettia Laurentii*

| Espèce | ID | N. Peuplement | Ages de P | Surface terrière (m ² /ha) | | | Densité (tige/ha) | DM (cm) |
|------------------|----|------------------|--------------|---------------------------------------|-------|--------|----------------------|------------|
| | | | | E.P | At.E | Total | | |
| <i>Millettia</i> | ML | 1 | 50 | 32,638 | 0,722 | 33,36 | 278 | 34,89 |
| <i>Millettia</i> | ML | 2 | 50 | 40,797 | 7,181 | 47,978 | 286 | 38,03 |
| TOTAL | - | | - | 73,4 35 | 7,903 | 81,338 | - | - |

ID : Identifiant de l'espèce ; N.P : nombre de peuplement ; A. p : âge de peuplement ; DM : diamètre moyen ; E.P : espèce principale ; At. E : autres espèces.

Il ressort de ce tableau que la surface terrière totale du peuplement 2 est plus supérieure que le peuplement 1 à âge égale (50 ans) soit 47,97 m²/ha et 33,36 m²/ha. Or, comparativement au premier peuplement, le deuxième peuplement est le peuplement qui a été plus colonisé par les autres espèces que le peuplement 1 ; pour cause la surface terrière des autres espèces dans ce peuplement est aussi supérieure que le peuplement que le peuplement 1 soit 7,18 m²/ha et 0,72 m²/ha respectivement. Il en va de même pour le diamètre moyen : 38,03 cm pour le second peuplement et 34,89 m² pour le premier peuplement.

3.1.2. Peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

Ce point nous présente la densité initiale et actuelle de *Gilbertiodendron dewevrei* et celle des autres espèces, les DHP et la surface terrière.

3.1.2.1. Densité de peuplement

La figure 8 ci-dessous présente la densité initiale et actuelle de *Gilbertiodendron dewevrei*

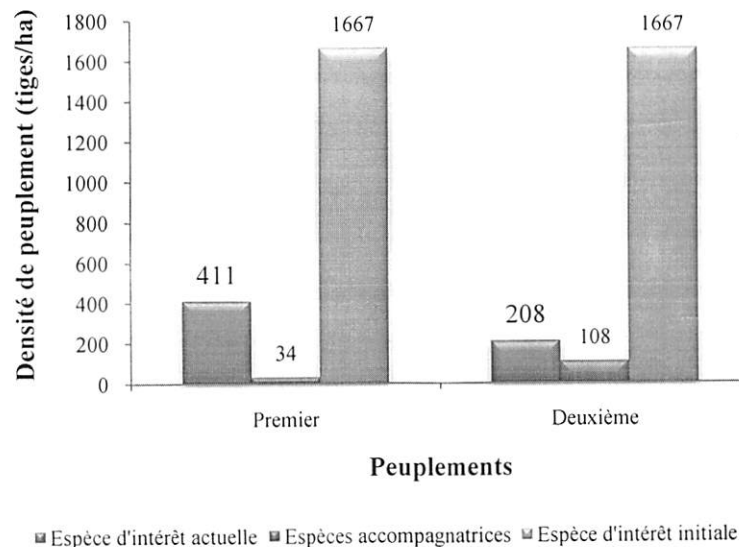


Figure 8 : Densité initiale et actuelle de *Gilbertiodendron dewevrei* et celle de espèces colonisatrices

Il ressort de cette figure que, les densités initiale (lors de l'installation de ces peuplements) étaient les mêmes soient 1667 tige/ha et actuellement la densité est de 411 tige/ha pour l'espèce d'intérêt, 34 tige/ha d'espèces colonisatrices dans le premier peuplement et 208 tige/ha pour l'espèce d'intérêt, 108 tige/ha d'espèces colonisatrices dans le deuxième peuplement.

Il se dégage cependant que les différences de surface terrière s'observe entre les peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei*. Celle des espèces colonisatrices est fonction de nombre des tiges dans un peuplement, mais elle fonction de la grosseur des arbres. .

3.1.2.2. Diamètre à hauteur de poitrine (Dhp)

Le résultat relatif au Dhp est représenté dans la figure 9 Ci- dessous.

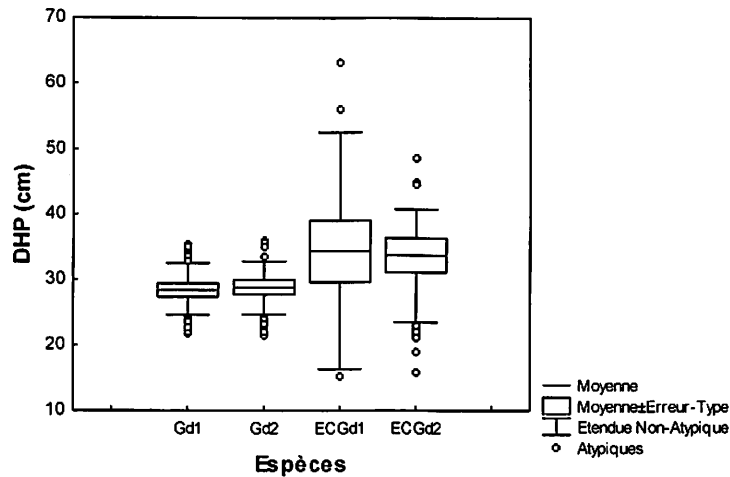


Figure 9: Valeurs moyennes de DHP de *Gilbertiodendron dewevrei* et des quatre espèces observées dans les deux plantations.

L'analyse de la figure 11 ci-dessus, montre que les valeurs moyennes de DHP de l'espèce d'intérêt sont 28.42cm pour le premier peuplement ; 28,9cm pour le deuxième peuplement et la moyenne de Dhp des autres espèces est 36,04 cm et 33,72 cm respectivement pour la première et la deuxième parcelle. Ce résultat se justifie du fait qu'il n'y eu aucune intervention sylvicoles en faveur de peuplements ou peut être que le peuplement n'a pas été suivi dans les jeunes âges. En outre, l'abandon de la plantation après plusieurs années de son existence (50 ans) ne peut que traduire un tel comportement.

3.1.2.3. La surface terrière du peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

La figure 10 ci-dessous illustre la surface terrière de *Gilbertiodendron dewevrei* et des autres espèces.

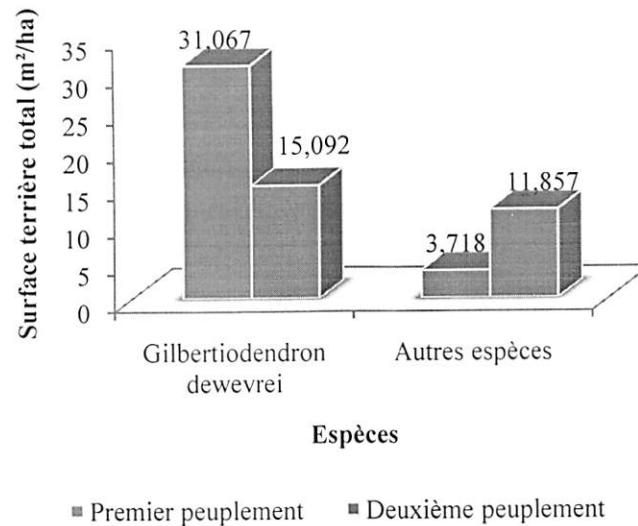


Figure 10 : la surface terrière de *Gilbertiodendron dewevrei* et des autres espèces

La figure 10 ci-haut montre que le total de la surface terrière de *Gilbertiodendron dewevrei* de la première parcelle est de 31,031 m²/ha et de la deuxième parcelle est de 15,092 m²/ha tandis que la surface terrière des autres espèces est 3,718 m²/ha et 11,857 m²/ha respectivement pour la première et le deuxième peuplement. Ce qui se justifie par la différence de densité entre ces deux peuplements (411 tiges/ha et 208 tiges/ha respectivement). Le tableau qui suit synthétise les résultats de tous les paramètres dendrométriques de ces 2 peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei*.

Tableau :3 synthèse des résultats des paramètres dendrométriques des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei*:

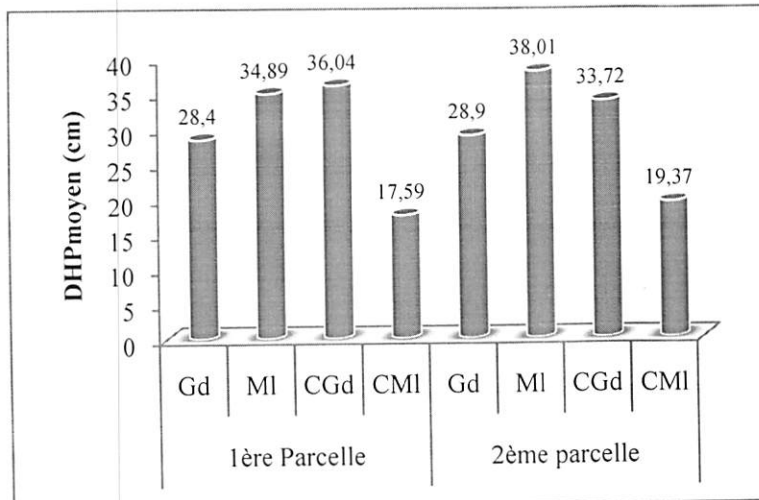
| Espèce | ID | N. Peuplement | Ages de P | Surface terrière (m ² /ha) | | | Densité (tige/ha) | DM (cm) |
|-------------------------|----|------------------|--------------|---------------------------------------|--------|--------|----------------------|------------|
| | | | | E.P | At.E | Total | | |
| <i>Gilbertiodendron</i> | GD | 1 | 39 | 31,067 | 3,718 | 34,785 | 411 | 28,42 |
| <i>Gilbertiodendron</i> | GD | 2 | 39 | 15,092 | 11,857 | 26,949 | 208 | 28,9 |
| TOTAL | | - | - | 46,159 | 15,575 | 61,734 | - | - |

ID : Identifiant de l'espèce ; N.P : Nombre de peuplement ; A.p : âge de peuplement ; DM : diamètre moyen ; E.P : espèce principale ; autres espèces.

Il ressort de ce tableau que la surface terrière totale du peuplement 1 est plus supérieure que le peuplement 2 à âge égale (39 ans) soit 37,785 m²/ha et 26,949m²/ha. Par contre, comparativement au le premier peuplement le deuxième peuplement, est le peuplement qui a été plus colonisé par les autres espèces que le peuplement 1 ; pour cela, la surface terrière des autres espèces dans ce peuplement est aussi supérieure que le peuplement 1 soit 11,857 m²/ha et 3,718 m²/ha respectivement. Il en va de même pour le diamètre moyen : 28,9 cm pour le second peuplement et 28,42 m² pour le premier peuplement.

3.1.3 COMPARAISON DES PEUPLEMENTS EN FONCTION DE DHP

La figure 11 ci-dessous compare les peuplements en fonction de leur dhp moyen,



Légende/ Gd: *Gilbertiodendron dewevrei*; MI: *Millettia laurentii* ; CGd : espèces colonisatrices de *Gilbertiodendron dewevrei* ; CMI : espèces colonisatrice de *Millettia laurentii*

Figure 11: Comparaison des peuplements en fonction de dhp

Dans cette figure, en comparant ces deux peuplements (différentes espèces) nous remarquons qu'ils ont des diamètres moyens qui sont voisins l'un à l'autre; soit 28,4cm et 28,9cm pour le *Millettia laurentii* ; 34,89cm et 38,01cm pour le *Gilbertiodendron dewevrei*. Cet écart de différence des moyennes se justifie par le mode de gestion des peuplements au fil des ans (aucune intervention sylvicole), mais aussi et surtout les aptitudes propres à chaque espèce.

3.2. TAUX DE SURVIE ET DE MORTALITE

Le tableau 4 ci-dessous, présente le taux de survie et de mortalité des arbres dans les peuplements de *Millettia laurentii* et de *Gilbertiodendron dewevrei* dans les plantations forestières de l'I.N.E.R.A./Yangambi.

Tableau 4 : le taux de survie et de mortalité de *Millettialaurentii* et de *Gilbertiodendron dewevrei*

| Espèces | Parcelle | Année de plantation | Méthode | Effectif initial | Effectif actuel | TS (%) | MTS (%) | TM (%) | MTM (%) |
|----------------------------------|------------------|---------------------|---------|------------------|-----------------|--------|---------|--------|---------|
| <i>Millettialaurentii</i> | 1 ^{ère} | 1963 | Blanc | 180 | 100 | 55,5 | 56,5 | 44,4 | 43,6 |
| | 2 ^{ème} | 1963 | étoc | 180 | 103 | 57,2 | | 42,8 | |
| <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> | 1 ^{ère} | 1974 | Blanc | 600 | 148 | 24,7 | 18,6 | 75,3 | 81,4 |
| | 2 ^{ème} | 1974 | étoc | 600 | 75 | 12,5 | | 87,5 | |

Légende : TS : Taux de survie ; MTS : Moyenne des taux de survie ; TM : Taux de mortalité ; MTM : Moyenne des taux de mortalité.

L'analyse de ce tableau montre que les taux de survie des peuplements de *Millettia laurentii* installé en 1963 par la méthode Blanc étoc est de 55,5% dans le premier peuplement contre 57,2% dans le deuxième peuplement et leur moyenne donne 56,5%. Les taux de mortalité est 44,4% dans la premier peuplement et de 42,8% dans le deuxième peuplement et leur moyenne est de 43,6%. Ces taux de mortalité sont élevés à cause de la compétition que ces peuplements ont subit après toutes ces années d'abandon de plantations, mais aussi des actions anthropiques.

Les peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* installés en 1974 par la méthode Blanc étoc présentent le taux de survie de 24,7% dans le premier peuplement et 12,5 % dans le deuxième peuplement et leur moyenne donne 18,6% par contre %. Les taux de mortalité est 75,3% dans la premier peuplement et de 87,5% dans la deuxième peuplement et leur moyenne est de 81,4%. Le taux de mortalité des deux peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* sont largement supérieurs à leurs taux de survie, pour cause : outre la compétition, ces peuplements fait l'objet de la pression anthropique (la population fréquente toujours ces peuplements à la recherche de bois morts.)

En comparant ces deux espèces, le taux de survie de *Millettia laurentii* est plus élevé que celui de *Gilbertiodendron dewevrei*, alors que la première espèce est une plantation plus vieille (50 ans) que le peuplement de la seconde espèce. Cela dépend des aptitudes spécifiques qu'on certaines espèces à s'imposer dans son environnement.

3.3. STOCK DE CARBONE

3.3.1. Stock de carbone par classe de dhp

3.3.1.1. Peuplement de *Millettia laurentii*

Les figures 12 et 13 ci-dessous présentent les données relatives au stock de carbone par classe de DHP des peuplements de *Millettia laurentii*

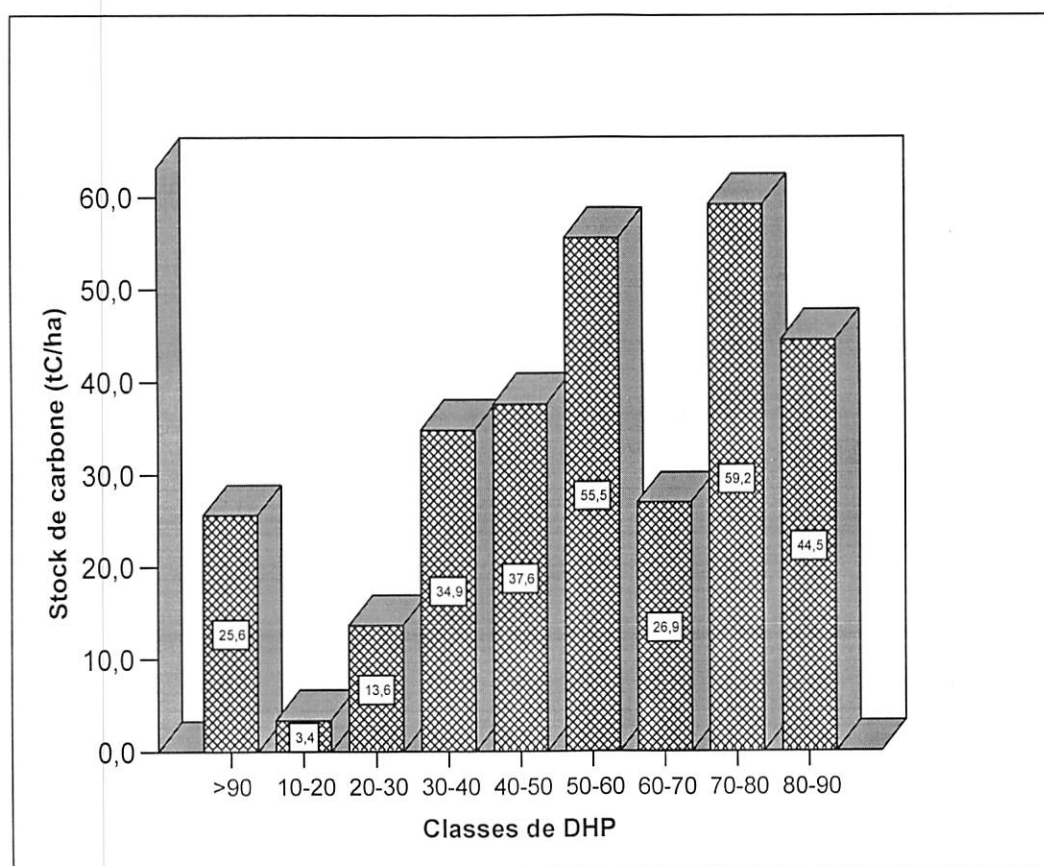


Figure 12 : Stock de carbone par classe de DHP du premier peuplement de *Millettia Laurentii*

Il ressort de cette figure que, les classes 70-80 (avec 59,2tC /ha) et 50-60(avec 55,5tC/ha) regorgent des quantités plus élevées de carbone suivies des classes 80-90 avec (44,5 tC/ha), 40-50 (avec 37,8 tC/ha) 10-20(avec 3tC/ha). La courbe présente une forme irrégulière C'est dire que le stock de carbone est fonction de la classe de diamètre la plus représentative (en termes de densité). Est présenté dans la figure ci-dessous, le stock de carbone par classe de diamètre de la seconde parcelle de *Millettia laurentii*.

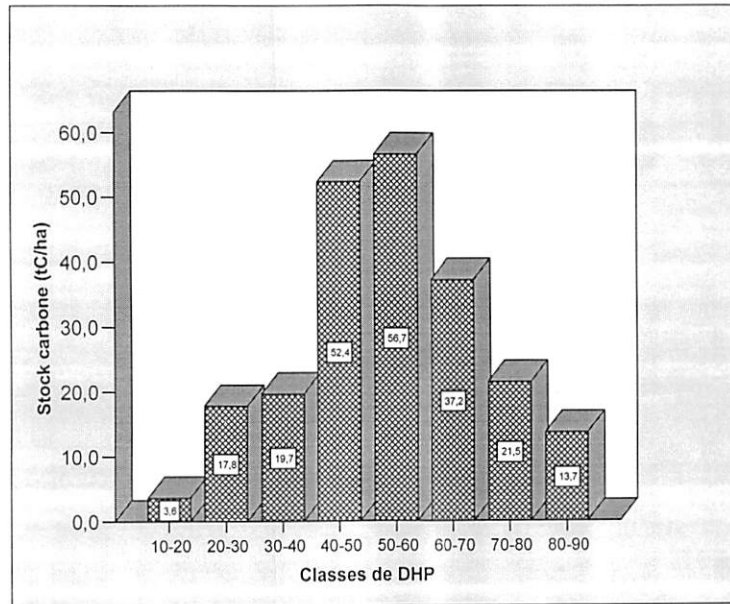


Figure 13 Stock de carbone par classe de DHP du deuxième peuplement de *Millettia laurentii*

Dans la figure 13 ci-haut, notons que les classes de 50-60 (avec 56,7 Tc/ha) , 40-50 (avec 52,4 tC/ha) , 60-70 (avec 37,2 tC/ha) renferment des quantités élevées de carbone, suivies des classes de 70-80(avec 21,5 tC/ha), 30-40 (avec 19,7 tC/ha), 20-30 (avec 17,8 tC/ha) ,80-90 (avec13,7 tC/ha) en fin vient la classe de 10-20 (avec 3,8 tC/ha). La courbe représente une structure en cloche caractéristique des plantations forestières.

3.3.1.2. Peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

le resultat relative au stock de carbone dans les peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei* est représenté dans les figures 14 et 15 ci-dessous.

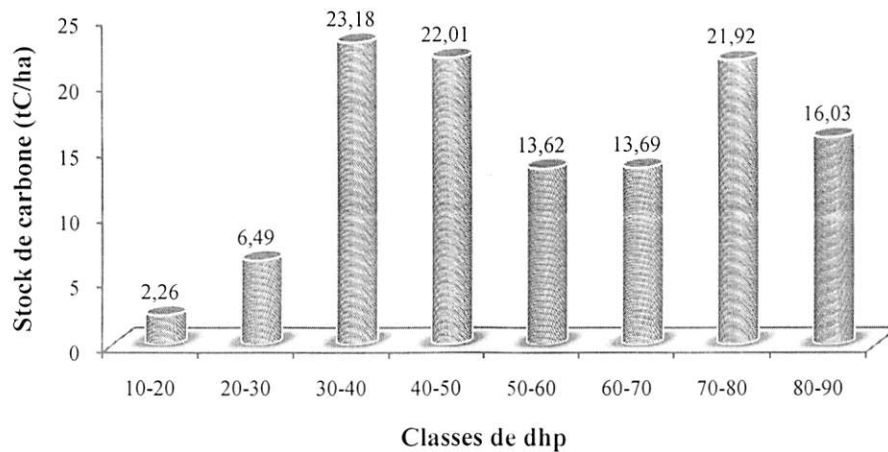


Figure 14 : Stock de carbone par classe de DHP dans premier peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

Il ressort de cet histogramme que dans le premier peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*, les classes 30-40 (avec 23,2 tC/ha), 40-50 (avec 22,0 tC/ha), 70-80 (avec 21,9 tC/ha) ont séquestrées des quantités substantielle de carbone suivi des classes 80-90 (avec 16,0 tC/ha); 60-70 (avec 13,7 tC/ha); 50-60 (avec 13,6 tC/ha); puis les classes 20-30 (avec 6,5 tC/ha); 10-20 (avec 2,3 tC/ha). Le stock de carbone par classe est fonction de la densité par classe de diamètre. Est présenté dans la figure ci-dessous la distribution du stockage de carbone par classe de diamètre dans les peuplements de GD.

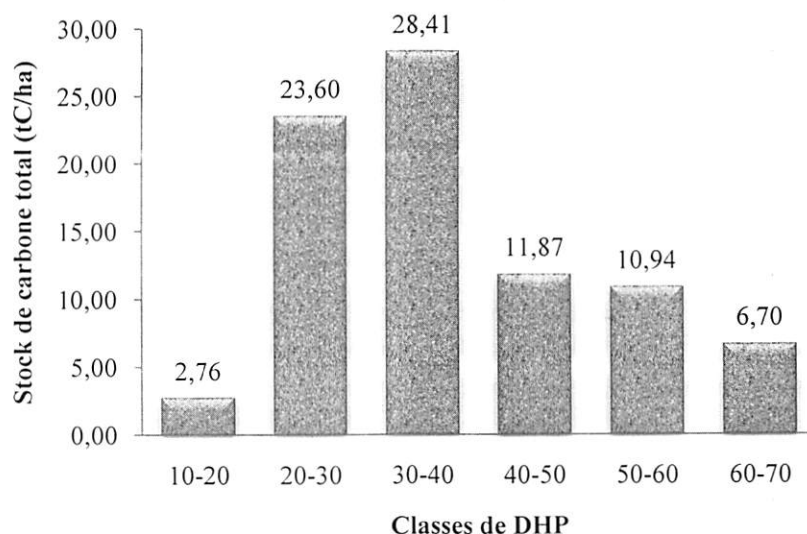


Figure 15 : Stock de carbone par classe de DHP dans deuxième peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei*

Il ressort de cette figure 15 que le stock de carbone est variable selon les classes de DHP, et cet histogramme est en forme d'une cloche. Il atteint son maximum à la classe 30-40cm, puis décroît jusqu'à la dernière classe de 10-20 cm. La courbe représente une structure en forme irrégulière.

3.3.2. Stock de carbone à partir du diamètre de l'arbre moyen

La figure 16 ci-dessous présente le résultat de stock de carbone à partir du diamètre moyen les peuplements de *Millettia laurentii* et de *Gilbertiodendron dewevrei* dans les plantations forestières de l'I.N.E.R.A.- Yangambi

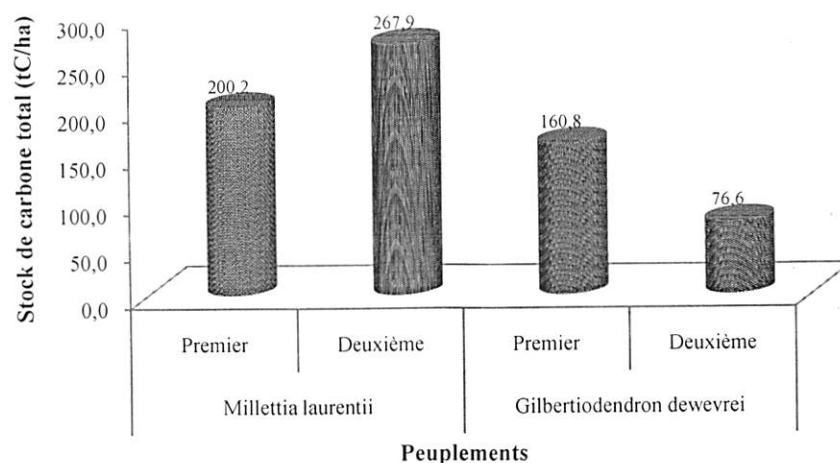


Figure 16 : Stock de carbone à partir du diamètre moyen dans les différents peuplements

Le résultat de cette figure ayant trait au stockage de carbone à partir de l'arbre moyen montre que si ces peuplements subissaient régulièrement les traitements sylvicoles ces peuplements séquestreraient des quantités plus substantielle que ce que nous avons trouvé aujourd'hui dans ces deux peuplements de *Millettialaurentii* soient 200,2 tC/ha et 260,5 tC/ha respectivement pour le premier et deuxième peuplement. Ce dernier peuplement étant supérieur en termes de stock que le premier peuplement.. Dans les peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* le stock de carbone est supérieur dans le premier peuplement (160,5t C/ha) que dans le deuxième peuplement (76.5tC/ha). Cette différence de stock de carbone dans les peuplements de même espèce est fonction de l'arbre moyen et de la densité de peuplements.

En fonction de l'espèce, les peuplements de *Millettialaurentii* stockeraient une quantité élève soit de carbone que celui de *Gilbertiodendron dewevrei*. La densité de peuplements (nombre d'arbre par unité de surface) et l'âge de peuplements sont les premiers éléments qui justifient cette différence entre ces deux espèces.

3.3.3. Aspect global du stock de carbone

Le tableau 5 ci dessous présente les résultats condamnés qui se rapportent à l'aspect global du stock de carbone dans ces différents peuplements.

Tableau 5: l'aspect global de stock de carbone dans les peuplements de *Millettia laurentii* et *Gilbertiodendron dewevrei*

| Peuplements | | Stock de carbone (tC/ha) | | | |
|----------------------------------|------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Premier | Deuxième | Moyenne | Total |
| <i>Millettia laurentii</i> | Espèce d'intérêt | 222,56 | 301,32 | 261,94 | 523,88 |
| | Autres espèces | 3,645 | 12,36 | 8,00 | 16,01 |
| | Total | 226,21 | 313,68 | 269,94 | 539,89 |
| <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> | Espèce d'intérêt | 190,52 | 84,29 | 137,40 | 274,81 |
| | Autres espèces | 24,7 | 80,04 | 52,37 | 261,94 |
| | Total | 215,22 | 164,33 | 189,77 | 379,55 |

En considérant les résultats du tableau 5, ayant trait à l'aspect global de stock de carbone dans les peuplements de *Millettia laurentii* et *Gilbertiodendron dewevrei*, nous constatons que dans les peuplements de *Millettia laurentii*, l'espèce d'intérêt *Millettia laurentii* a séquestrée (stock de carbone) 222,56 tC/ha dans le premier peuplement et 301,32 tC/ha dans le second peuplement. Leur moyenne donne 261,94 tC/ha et leur total est de 523,88 tC/ha (les deux peuplements réunis). Les autres espèces ont stockés 3,645 tC/ha dans la première parcelle et de 12,36 tC/ha dans la deuxième parcelle et leur moyenne donne 8,00 tC/ha tandis que leur totale donne 16,01 tC/ha. Ce qui justifie cette différence de quantité de carbone dans ces deux parcelles mono spécifiques est non seulement leur densité mais aussi leurs surfaces terrières et leur âge des peuplements.

Dans les plantations mono spécifiques de *Gilbertiodendron dewevrei*, notons que les quantités de carbone stockées dans ces peuplements sont différentes à âge égal ; mais l'élément écologique clé qui justifie cette différence est la densité de peuplement ; mais aussi les aptitudes propres de chaque espèce.

Notons ensuite que la quantité de carbone stockée par ces deux différentes espèces est élevée dans le peuplement de *Millettia laurentii* (539,89) (à 50ans) que dans le peuplement *Gilbertiodendron dewevrei* (379,55) à 39ans d'existence.

3.3.4. Comparaison des peuplements en fonction de stock de carbone

La figure ci-dessous présente la comparaison des peuplements en fonction de stock de carbone.

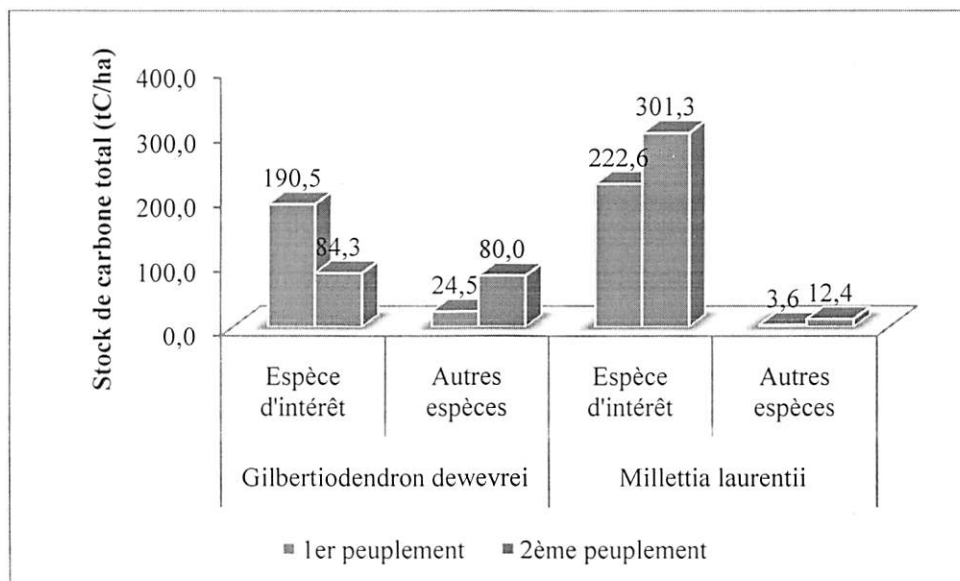


Figure 17: Comparaison des peuplements en fonction de stock de carbone.

De la figure 17 ci dessus, il ressort que dans le premier peuplement le stock de carbone de *Gilbertiodendron dewevrei* est de 190,52 tC/ha avec une moyenne par pied de 1,287 tC/ha dans le premier ; le stockage est inférieur par rapport au peuplement de *Millettia laurentii* soit 222,559 tC/ha avec une moyenne par pied de 2,226 tC/ha ; de même, les autres espèces colonisatrices de ces peuplements présentent des stocks de carbone différents soit 24,478 tC/ha avec une moyenne par pied de 2,054 tC/ha. Pour le peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei* et 3,645 tC/ha avec une moyenne par pied de 0,457 tC/ha pour le peuplement de *Millettia laurentii*. Ce dernier de *Gilbertiodendron dewevrei* étant moins élevé que le peuplement de *Millettia laurentii* parce que moins envahi par les autres espèces,

Dans la deuxième parcelle, le stock de carbone spécifique est aussi différent ; soit 190,522 tC/ha avec une moyenne par pied de 1,287 tC/ha pour le *Gilbertiodendron dewevrei* ; 301,325 tC/ha avec une moyenne par pied 2,925 tC/ha pour le *Millettia laurentii*. Celui de *Gilbertiodendron dewevrei* est toujours moins élevé que l'autre espèce. Les autres espèces de *Gilbertiodendron dewevrei* présente un stock de carbone soit 80,043 tC/ha élevé que ce dernier de *Millettia laurentii* soit 12,373 tC/ha avec les moyennes de 2,052 tC/ha par pied pour *Gilbertiodendron dewevrei* et 0,476 tC/ha par pied pour *Millettia laurentii*.

En comparant les peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* à âge égal, nous pouvons dire qu'en termes de stock, les deux peuplements ont stocké la même quantité de carbone soit 190,522 tC/ha avec une moyenne de 1,287 tC/ha par pied. Par contre le stock de carbone est différent dans les deux parcelles de *Millettia laurentii* soit 222,559 tC/ha avec une moyenne de 2,226 tC/ha pour la première parcelle et 301,395 tC/ha avec une moyenne de 2,925 tC/ha par pied pour la deuxième parcelle.

Le test statistique de la différence significative (test z de Fisher) confirme que la différence n'est pas significative, entre les deux peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* soit $P\text{-Value} > \alpha$ ou $0,552 > 0,05$. En considérant les autres espèces dans ces deux peuplements la différence est aussi non significative au seuil de 5%, soit $p > \alpha$ ou $0,998 > 0,05$.

La statistique révèle la même entre les deux peuplements de *Millettia laurentii* la différence est non significative : soit un $P\text{-Value} > \alpha$ ou $0,14 > 0,05$. La même chose pour les autres espèces de ces deux peuplements la différence est non significative soit $P\text{-Value} > \alpha$ ou $0,949 > 0,05$.

Tableau 6 : Comparaison du stockage de carbone par les deux méthodes d'estimation (DM) diamètre moyen et la (N) densité.

| ID | N° P | Ages de P | N (densité) | ST | TM | TS | tc/ha | |
|----|------|-----------|-------------|---------|-------|------|-----------|-----------|
| | | | | | | | tC/ha(DM) | tC/ha (N) |
| ML | 1 | 50 | 278 | 32 ,638 | 44,44 | 55,5 | 200,2 | 222,5 |
| ML | 2 | 50 | 286 | 40,797 | 42,8 | 57,2 | 267,9 | 301,32 |
| GD | 1 | 39 | 411 | 31,067 | 75,3 | 24,7 | 160,8 | 190,52 |
| GD | 2 | 39 | 208 | 15,092 | 87,5 | 12,5 | 76,6 | 84,29 |

Légende :ID : Identifiant de l'espèce ; N.P : Nombre de peuplement ; A.p : âge de peuplement ; N : Densité, TM :Taux de mortalité, TS :Taux de survie tC/ha(DM):Tonne de carbone en fonction de diamètre moyen, tC/ha(N) : tonne de carbone en fonction de la densité

L'analyse de ce tableau montre que le stockage de carbone est fonction tous les paramètres considérés, mais ces peuplements n'ont pas stockés les mêmes quantités de carbone a âge égal. Par contre, la méthode d'estimation via le DM est moins efficace que la méthode via la densité de peuplement (l'équation allométrique appliquée à tous les arbres du peuplement), pour cause cette méthode sous-estime les résultats.

CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSION DES RESULTATS

4.1. PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES

4.1.1. Densité des peuplements

La superficie des nos placettes était de (0,36ha) dans les quels nous avons réalisé un inventaire en plein. Les données issues du dit inventaire nous ont permis de trouver la densité actuelle de 287, 28 tiges/ha pour la première et 286 tiges/ha pour la deuxième plantation de *Millettia Laurentii* ; 411, 20 tiges/ha et 208 tiges/ha respectivement pour première et la deuxième plantation de *Gilbertiodendron dewevrei*. Ces densités sont différentes dans les deux situations.

Boola (2011) avait obtenue dans la parcelle d'*Aoucumea* 114 tiges/ha et 169 tiges/ha dans la parcelle de *Brachystegia* dans la plantation de Yangambi.

Kumba (2007) avait obtenue dans les forets naturelles 623 individus /ha (forêt naturelle). Cette différence peut se justifier par la différence de taux de mortalité et de la différence d'âge dans les différents peuplements, mais aussi la situation de chaque cas est relative. Est discuté dans le tableau ci-dessous le second paramètre la surface terrière.

4.1.2. La surface terrière

Le tableau 7 ci-dessous compare la moyenne de surface terrière des peuplements de *Gilbertiodendron dewevrei* et *Millettia laurentii* avec celle des autres études

Tableau 7. Comparaison des Surface terrière moyenne des peuplements

| Espèce | Age | S .T (m²/ha) | Référence |
|----------------------------------|-----|--------------|-----------------|
| <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> | 39 | 31,067 | Présent travail |
| <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> | 39 | 15,092 | Présent travail |
| <i>Millettia Laurentii.</i> | 50 | 32,63 | Présent travail |
| <i>Millettia Laurentii.</i> | 50 | 40,797 | Présent travail |
| <i>Brachystegia laurentii</i> | 49 | 16,39 | Francine, 2012 |
| <i>Millettia laurentii</i> | 49 | 36 ,65 | Francine, 2012 |
| <i>Pericopsis elata</i> | 68 | 15,67 | Kyanga ; 2009 |
| <i>Austranella congolensis</i> | 67 | 33,48 | Manala M. 1991 |

La surface terrière trouvée dans nos investigations est de, 31,067m²/ha dans la première parcelle, de 15,092m²/ha dans la deuxième parcelle pour le peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei* ; pour le peuplement de *Millettia Laurentii* la surface terrière est de 32,63 m²/ha et 40,797 m²/ha respectivement dans la première et la deuxième parcelle. Eu regard au résultat susmentionné les valeurs des surfaces terrières entre les espèces dans le présent travail s'éloignent cela s'est justifié par la densité de chaque peuplement. Et l'écart des valeurs entre les deux peuplements d'espèces différentes peut se justifier par cette différence d'âge soit 39 ans pour le peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei* et 49 ans pour le peuplement de *Millettia Laurentii* pour notre étude. Outre cet aspect, il apparaît vraisemblablement que les différences de surfaces terrières observées sont fonction de l'espèce de la densité de peuplements et du mode de gestion des peuplements.

4.1.3. Taux de mortalité et de survie

Le tableau 8 ci-dessous compare des taux de mortalité et de survie dans les différentes plantations de l'INERA/Yangambi.

Tableau 8: Comparaison de taux de mortalité et le taux de survie

| Espece | Age | Taux de mortalité (%) | Taux de survie (%) | Référence |
|-------------------------------|-----|-----------------------|--------------------|-----------------|
| <i>Gilbertiod. dewevrei</i> | 39 | 44,4 | 24,7 | Présent travail |
| <i>Gilbertiod. dewevrei</i> | 39 | 42,8 | 12,3 | Présent travail |
| <i>Millettia laurentii</i> | 50 | 75,3 | 55,5 | Présent travail |
| <i>Millettia laurentii</i> | 50 | 87,5 | 57,2 | Présent travail |
| <i>Brachystegia laurentii</i> | 49 | 70,6 | 30 | Fracine, 2012 |
| <i>Millettia laurentii</i> | 49 | 43,6 | 56,5 | Fracine, 2012 |
| <i>Autranella congolensis</i> | 71 | 75,7 | 17,8 | Ankwanda, 2009 |

En comparant les différents taux de mortalité et de survie illustrés dans le tableau 5 ci-dessus, on trouve que le taux de mortalité dans le peuplement de *Gilbertiodendron dewevrei* est 44,4% pour le premier et de 42,8% pour le deuxième peuplement, néanmoins dans les peuplements équiennes de *Millettia Laurentii* ce taux est élevé dans la deuxième parcelle soit 87,5% que dans la première parcelle soit 75,3% . Ces différents taux de mortalité et de

survie entre les peuplements se justifient par la compétition interspécifique, conséquence de l'abandon du peuplement depuis les jeunes âges.

En comparant nos résultats avec ceux trouvés par Akwanda (2009) et Fracine (2012) nous constatons des différences des taux de mortalités et de survie dans ces différents peuplements, cela peut se justifier par le fait que ces peuplements n'ont pas le même âge : (1974, 1963 et 1941 respectivement) ; densité ; et des actions anthropiques.

4.2. Comparaison du stock de carbone de différentes situations étudiées

Les données issues de l'inventaire nous ont permis d'estimer la biomasse des arbres individuels et des peuplements étudiés et grâce aux équations allométriques, il a été possible de trouver le stockage du carbone de ces peuplements. Le tableau ci-dessous compare nos résultats avec celles des autres chercheurs.

Le tableau 9 ci-dessous donne une comparaison en stock de carbone entre nos différentes plantations

Tableau 9 : Comparaison intra et extra spécimens dans les plantations.

| Especies | Ages | Parcelle | Ct/ha |
|---------------------------------|------|----------|--------|
| <i>Millettia laurentii</i> | 49 | 1 | 222,56 |
| <i>Millettia laurentii</i> | 49 | 2 | 261,94 |
| <i>Gilbertiodendron dewevri</i> | 39 | 1 | 190,92 |
| <i>Gilbertiodendron dewevri</i> | 39 | 2 | 84,25 |

L'analyse de ce tableau montre qu'il y a des différences entre les deux plantations en termes du stockage de carbone. Cette différence peut être due non seulement à la différence de densité soit 278 tige/ha dans le premier peuplement et 286 tige/ha dans le deuxième peuplement mais aussi elle est fonction des taux de survie de 55,5 % dans P1 et 57,2 % dans P2 et des taux de mortalités de 44,4 % P1 et 42,8 % P2 dans les deux plantations.

De même, les deux autres plantations de *Gilbertiodendron dewevrei* à âge égal (plantées en 1974), n'ayant pas bénéficiées des interventions sylvicoles dans les jeunes âges, présentent des différences importantes dans le stockage de carbone. Ces différences se justifient pour cause des raisons déjà avancées plus haut notamment : la densité, le taux de survit et celui de mortalité ; ainsi qu'à la mangue de traitement sylvicole

Outre les peuplements équiennes, ces deux espèces étudiées présentent des différences en termes de stockage pour la simple raison que ces peuplements n'ont le même âge et sont deux espèces différentes.

4.1.2. COMPARAISON DU STOCKAGE DE CARBONE AVEC D'AUTRES TYPES DES FORETS

Le tableau 10, ci-dessous compare nos résultats avec des situations autres que les nôtres.

Tableau 10: comparaison du stockage de carbone avec d'autres types des forêts

| Types de forêts | Ages | Ct/ha |
|---|------|-------|
| Forêts primaire mixte (salonga,RDC) | - | 151,1 |
| Forêt primaire mono dominante (ituri ,RDC) | - | 270,8 |
| Forêts primaire mixte | - | 198,9 |
| Foret primaire (posoh malaisi) | - | 169,9 |
| Plantation à <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> Source Chave et al.2008 in Makana 2012 | 39 | 137,4 |
| Plantation de <i>Millettia laurentii</i> | 49 | 261,9 |

Source Makana cité par Ebuy 2009. Légende : Ct/ha : carbone exprimé en tonne par hectare.

Les plantations stockent plus de carbone que les autres types de forêts étudiés en RDC ; la raison est que dans la forêt naturelle il existe des fortes compétitions interspécifiques que dans les plantations. Etant donné que nous avons travaillé dans des vieilles plantations dont les âges sont connus, il est logique de penser que l'âge serait un facteur qui explique ces différences, sans oublier aussi dans la forêt naturelle il y a une diversité spécifique

considérable, tandis qu'en plantations il est question d'une seule espèce. Tous ces facteurs entre en ligne de compte pour justifier ces différences entre nos résultats et ceux des autres types de forêts. (Ebuy 2009)

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

○ CONCLUSION

La présente étude s'est axée sur l'estimation du stock de carbone dans les peuplements de *Millettia laurentii* et *Gilbertiodendron dewevrei* en utilisant une méthode indirecte dans les plantations de l'INERA/Yangambi installée depuis 1963 et 1974.

Ce travail a été effectué dans quatre parcelles, dont deux parcelles de *Millettia laurentii* et deux autres de *Gilbertiodendron dewevrei* dans les quelles nous avons effectué un inventaire en plein. Les données issues du dit inventaire nous ont permis de trouver la densité pour chaque parcelle et le dhp (individuel) qui nous a permis de calculer la surface terrière et a servi dans la formule d'estimation de la biomasse en fin d'obtenir le stock de carbone aérien en utilisant la formule allométrique.

Après analyse de nos résultats, nous avons trouvé que:

- Dans la première plantation de *Millettia laurentii*, taux de mortalité est de 44,4% et le taux de survie de 55,5%, la densité est de 278 tige/ha, la surface terrière de 32,638 m²/ha, stock de carbone en fonction de diamètre moyen est de 200,2 tC/ha et carbone totale de 222,56 tC/ha.
- Dans la deuxième plantation de *Millettia laurentii*, taux de mortalité est de 42,8% et le taux de survie de 57,2%, la densité est de 286 tige/ha, la surface terrière de 40,797 m²/ha, stock de carbone en fonction de diamètre moyen est de 267,9 tC/ha et carbone totale de 301,2 tC/ha.
- Dans la première plantation de *Gilbertiodendron dewevrei*, le taux de mortalité est de 75,3% et le taux de survie 24,7% , la densité est de 411 tige/ha ,la surface terrière de 31,068 m²/ha , stock de carbone en fonction de diamètre moyen est de 160,8 tC/ha et carbone totale de 190,52 tC/ha.
- Dans la deuxième plantation de *Gilbertiodendron dewevrei*, le taux de mortalité est de 85,5% et le taux de survie 12,5%, la densité est de 228 tige/ha, la surface terrière de 15,092m²/ha, stock de carbone en fonction de diamètre moyen est de 76,6 tC/ha et carbone totale de 84,29 tC/ha.

Eu égard aux quatre hypothèses émises au départ, nous pouvons dire qu'elles sont bien vérifiées (affirmées).

○ SUGGESTIONS

La planification pour la réussite d'une activité est à encourager mais le suivi et l'entretien plus précisément dans le domaine sylvicole à beaucoup d'intérêt. Sur ce, nous recommandons que :

- ✓ Les plantations bénéficient d'un entretien soutenable ou durable pour espérer avoir un bon rendement tant qu'à la biomasse (stockage de carbone) qu'à la production des bois ;
- ✓ D'autres chercheurs continuent à mener des recherches dans ce domaine

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alexeyev, V., R. Birdsey, V. Stakanov et I. Korotkov, 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.
- Angbonga B., 2011 .*Estimation du stock de carbone et de volume dans les plantations experimentales de l'INERA/Yangambi. Cas de Symphonia globulifera L.F et Mamea africana Sabine*. Mémoire Master, Unikis 64pp
- Ankwanda A., 2009 : *Contribution à l'étude de mortalité des arbres dans les plantations d'Autranella Congolensis à Yangambi*, Mémoire inédit, UNIKIS/FSA, 34p.
- Anonyme, 2005. Population de Yangambi ; Bureau de cité de Yangambi, 12p.
- Anonyme., 2009. *Inventaire du carbone dans la forêt de diptérocarpes réhabilitée de Sabah, Malaisie* : Face.9p
- Assumani, A., 2009. *Bilan dendrométrique des plantations expérimentales de Pericopsis elata (Harms) van Meeuwen et Millettia laurentii De wild. installées à Yangambi entre 1938 et 1942*. Mémoire de DEA. Fac des Sciences, UNIKIS, 129p.
- Boola B., *Contribution à l'étude de la structure des plantations de l'INERA/Yangambi. Cas d'Aucumea Klaeneana Piere et de Brachistegia Laurentii (De wild) Louis ex Hoyle* Mémoire inédit, UNIKIS/FSA, 65p.
- Brown S., 2005. *Guide de mesure et de suivi de carbone dans les forêts et prairies herbeuses*. Report prepared by Winrock International for United States Agency for International Development. 35 pages.
- Brown S., Schroeder, P. et Kern, J.S. 1999. Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecology and Management*. 123: 81-90.
- Brown S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO, Rome, Italy. 134p
- Bultot, F (1972) : *Atlas climatique du Bassin congolais IIIe partie : température et humidité de l'air, rosée, température du sol*. Bruxelles : publ.INERA. 68p
- Chave J., andalo C., Brown S., Cairns A., Chambers Q., Eamus D., Fölster H., Fromard F., Higuchi N., Kira T., Lescure J.P., Nelson B.W., Ogawa H., Puig H., RIERA B., Yamakura T., 2005. *Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests*. In *Oecologia* 145. pp 87-99.

Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), 1992

De leenhen, D'hore et SYS (1952) : *Cartographie et caractérisation de la Caténa de Yangambi*, publ. INERA, Série SC N° 35, Bruxelles, 66p

Ebuy,J., *Estimation du stockage de carbone dans les plantations de l'I.N.E.R.A.-Yangambi à Yangambi (R.D.Congo) :Cas d'Autranella congolensis (De Wild). A. Chev., de Gilbertiodendron dewevrei (De Wild) J. Léonard et « Drypetes likwa (J. Léonard. nomen) »* Mémoire DEA,Unikis 133pp

FAO, 2001. *Soil carbon sequestration for improved land management*. In, World Soil Resources Reports, Rome, p. 75.

FAO. 2001. *Évaluation des ressources forestières mondiales FRA 2000 – Rapport principal*. Rome

Germain, R. & evrard, C. 1956. *Etude écologique et phytosociologique de la forêt à Brachystegia laurentii*. Publ. INEAC., Sér. Sc., 65 :105 p.

GIEC, 2003. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* Glossaire

GIEC, 2006. *Quatrième rapport national du Canada sur le changement climatique*. 337 pages

Gifford, M.R., Roderick, M.L., 2003. *Soil carbon stocks and bulk density: spatial or cumulative mass coordinates as a basis of expression*. Gloal Change Biology 9, 1507-1514.

Grabbe, (1965) : *L'éco climat de Yangambi*, Office National de la Recherche et du Développement de l'O.N.R.D Kinshasa. 8p

Guo, L.B., Gifford, M., 2002. *Soil carbon stocks and land use: a meta analysis*. Global Change Biology 8, 345-360.

IPCC, 2003. *Good Practice Guidance: Land Use Change and Forestry Sector In: Jim Penman, M.G., Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger,, Riitta Pipatti, L.B., Kyoko Miwa, Todd Ngara,, Wagner, K.T.a.F. (Eds.), Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, Japan.

IPCC, 2006. *Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Volume 4. 83 pages.

IPCC, 2007 *Fourth Assessment Report*, Working Group III, 45 pages

Kombebe, F.B.M, (2004) : *Diagnostiques de la fertilité des sols dans la cuvette centrale congolaise, cas des séries Yangambi et Yakonde*. Thèse de doctorat, 421p.

- Kozlowski, T.T., P.J. Kramer et S.G. Pallardy, 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*, San Diego, California, Academic Press, inc. 657 p
- Kumba, 2008. *Analyse de la structure spatiale des données ponctuelles par la méthode de distance appliquées en écologie du paysage. cas de Gilbertiodendron dewevrei (de wild) J. Leonard, Scorodophloeus zengeri Harms et Uapaka guineensis Mull. Arbres dominants dans la réserve forestière de la yoko, kisangani ; RDc, Mémoire DES, UNIKIS Fac de science 57p*
- Kyanga, S. (2009) : *Contribution à l'étude des accroissements de pericopsis elata (Harms) van Meeuwen par la méthode des Layons et celle de blanc étoc dans les plantations forestières de l'INERA – Yangambi(RDC), Mémoire inédit, UNIKIS/FSA, 65p.*
- Lescuyer, G., Locatelli, B., 1999. *Rôles et Valeurs des forêts tropicales dans le changement climatique*. In Bois et Forêts des tropiques n°260 (2). pp 5-17.
- Lescuyer, G., Locatelli, B., 1999. *Rôles et Valeurs des forêts tropicales dans le changement climatique*. In Bois et Forêts des tropiques n°260 (2). pp 5-17.
- Lokombe D. 2004. *Caractéristiques et stratégies d'aménagement de la forêt dense Humide à Gilbertiodendron dewevrei en région de Bengamisa*, Thèse de Doctorat inédit, IFA/Yangambi, P. 223.
- Nelson, N.D., 1984. *Woody Plants are not Inherently Low in Photosynthetic Capacity* + dans *Photosynthetica*, 18(4), p. 600-605.
- Paul, K.I., Polglase, P.J., Nyakuengama, J.G., Khanna, P.K., 2002. *Change in soil carbon following afforestation*. Forest Ecology and Management 168, 241-257p
- Paul, K.I., Polglase, P.J., Richards, G.P., 2003. *Predicted change in soil carbon following afforestation or reforestation, and analysis of controlling factors by linking a C accounting model (CAMFor) to models of forest growth (3PG), litter decomposition (GENDEC) and soil C turnover (RothC)*. Forest Ecology and Management 177, 485-501.
- Pearson T. & Brown S., 2005. *Guide de Mesure et de Suivi du Carbone dans les Forêts et Prairies Herbeuses*. Rapport Winrock International. 39 p,
- Post, W.M., Known, K.C., 2000. *Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential*. Global Change Biology 6, 317-328p.
- PROTOCOLE DE KYOTO. 1997. *le protocole de Kyoto à la Convention sur les changements climatiques*. 96p

- Rakotomaro, N. J., 2002. *Méthodologie pour l'estimation de la biomasse des différents types de forêts et monitoring des pertes pour le projet de piégeage et de conservation du corridor de Makira-Anjanaharibe-Sud*. IRG/PAGE. 20 pages.
- Rakotondrasoa I., 2009. *Etude du stock de carbone dans la forêt de Manompana*. Mémoire de DEA. Département Eaux et Forêts. ESSA. Université Antananarivo. 60 pages
- Robert, M., Saugier, B., 2003. *Contribution des écosystèmes continentaux à la séquestration du carbone*. C. R. Geoscience 335, 577-595.
- Sebastien M., 2003. *Situation des ressources génétiques forestières de la République démocratique du Congo*, Division des ressources forestières Document de travail FGR/56F Département des forêts FAO, 44pp
- Terea, 2006. *Dendrométrie et Topographie*. Module 2. Formation de forestier aménagiste et de gestionnaire forestier. 46 p.
- Van Wambeke A., Gilson P. et Gutzwiller R., 1956. *Notice explicative de la carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi*. 6. Yangambi: planchette 2:Yangambi, A et B. Bruxelles: Publ. INEAC., 35p.
- Vivien, J. et Faure, J., 1985. *Arbres des forêts denses d'Afrique Centrale MRE-CD* ACCT, Paris, 352p.
- Wayne, W., A. Baccini, M. Nepstad, N. Horning, D. Knight, E.2011. *Field Guide for Forest Biomass and Carbon Estimation*. Version 1.0. Woods Hole Research Center, Falmouth, Massachusetts, USA 46p
- Wikipedia, 2007. *Wenge* (en ligne). Disponible sur internet, consulté le 29 Août 2013 sur <http://fr.wikipedia.org/wiki/wenge>
- Zwave, K., 2010. *Caractérisation de l'agriculture itinérante sur brûlis*. Cas de Yangambi, TFC inédit, FSA, UNIKIS. 53p

TABLE DE MATIERES

DEDICACE

REMERCIEMENT

RESUME

ACRONYME

LISTE DE FIGURE

LISTE DE TABLEAU

| | |
|---|----------|
| 0. INTRODUCTION..... | 1 |
| 0.1. Contexte scientifique et problématique..... | 1 |
| 0.2. Hypothèses..... | 3 |
| 0.3. OBJECTIFS..... | 3 |
| 0.3.1. Objectif général..... | 3 |
| 0.3.1. Objectifs spécifiques..... | 3 |
| 0.4. INTERET DU TRAVAIL..... | 4 |
| 0.5. ETUDES ANTERIEURES..... | 4 |
| 0.6. Subdivision du travail..... | 4 |
| CHAPITRE PREMIER : GENERALITES | 6 |
| 1.1. MILIEU D'ETUDE..... | 6 |
| 1.1.1. Situation géographique..... | 6 |
| 1.1.2. Climat..... | 6 |

| | |
|---|-----------|
| 1.1.2.1. Température | 7 |
| 1.1.2.2. Précipitations..... | 7 |
| 1.1.2.3. Humidité relative..... | 7 |
| 1.1.3. Sol..... | 7 |
| 1.1.4. Végétation..... | 8 |
| 1.1.5. Population..... | 9 |
| 1.2. DEFINITIONS ET ELARGISSEMENT DES CONCEPTS..... | 9 |
| 1.2.1. APERÇU SUR LES ESPECES ETUDIEES..... | 9 |
| 1.2.1.1. <i>Gilbertiodendron dewevrei</i>..... | 9 |
| 1.2.1.2. <i>Millettia laurentii</i> (Dewild.)..... | 11 |
| 1.2.2. biomasse et carbone forestier..... | 13 |
| 1.2.2. biomasse et carbone forestier..... | 14 |
| 1.2.3. PLANTATION FORESTIERE..... | 14 |
| 1.2.3.1. Historique sur les plantations forestières de Yangambi..... | 14 |
| 1.2.3.2. Plantation forestière selon la FAO..... | 15 |
| CHAPITRE DEUXIEME : MATERIEL ET METHODE..... | 17 |
| 2.1. MATERIEL..... | 17 |

| | |
|---|----|
| 2.2.1. Matériel biologique..... | 17 |
| 2.1.2. Matériels techniques..... | 17 |
| 2.2. METHODE DE TRAVAIL..... | 17 |
| 2.2.1. Inventaire..... | 17 |
| 2.2.2. Identification..... | 18 |
| 2.2.3. Mesure de DHP..... | 18 |
| 2.2.4. Estimation et calculs de la biomasse aérienne et de stock de carbone.... | 18 |
| 1. Différente méthode adaptée pour la mesure de la biomasse aérienne..... | 18 |
| 2. Biomasse vivante..... | 20 |
| 3. Calcul du stock de carbone..... | 20 |
| 2.2.5. Analyse des données..... | 20 |
| CHAPITRE TROISIEME: PRESENTATION DES RESULTATS..... | 23 |
| 3.1. DENSITE DE PEUPLEMENT, DHP ET SURFACE TERRIERE..... | 23 |
| 3.1. DENSITE DE PEUPLEMENT, DHP ET SURFACE TERRIERE..... | 23 |
| 3.1.1.1. Densité..... | 23 |
| 3.1.1.2. Diamètre à hauteur de poitrine (Dhp) | 24 |
| 3.1.1.3. La surface terrière de <i>millettia laurentii</i> et des autres espèces | 25 |
| 3.1.2. Peuplement de <i>Gilbertiodendron deweyrei</i> | 26 |

| | |
|---|----|
| 3.1.2.1. Densité de peuplement..... | 27 |
| 3.1.2.2. Diamètre à hauteur de poitrine (Dhp) | 28 |
| 3.1.2.3. La surface terrière du peuplement de <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> | 29 |
| 3.1.3 COMPARAISON DES PEUPEMENTS EN FONCTION DE DHP | 31 |
| 3.2. TAUX DE SURVIE ET DE MORTALITE..... | 31 |
| 3.3. STOCK DE CARBONE..... | 33 |
| 3.3.1. Stock de carbone par classe de dhp..... | 33 |
| 3.3.1.1. Peuplement de <i>Millettia laurentii</i> | 33 |
| 3.3.1.2. Peuplement de <i>Gilbertiodendron dewevrei</i> | 35 |
| 3.3.2. Stock de carbone à partir du diamètre de l'arbre moyen..... | 36 |
| 3.3.3. Aspect global du stock de carbone..... | 37 |
| 3.3.4. Comparaison des peuplements en fonction de stock de carbone..... | 39 |
| | 41 |
| CHAPITRE QUATRIEME : DISCUSION DES RESULTATS..... | |
| 4 .1. PARAMÈTRES DENDROMÉTRIQUES..... | 41 |
| 4.1.1. Densité des peuplements..... | 41 |
| 4.1.2. La surface terrière..... | 41 |
| 4.1.3. Taux de mortalité et de survie..... | 43 |
| 4.2. Comparaison du stock de carbone de différentes situations étudiées... | 44 |
| 4.1.2. COMPARAISON DU STOCKAGE DE CARBONE AVEC D'AUTRES | 45 |
| TYPES DES FORETS..... | |
| CONCLUSION ET SUGGESTIONS..... | 46 |

| | |
|----------------------------------|----|
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 48 |
| TABLE DE MATIERES..... | 52 |

ANNEXE 1: *GLOSSAIRE*

Biomasse: Matière organique aérienne et souterraine, vivante et morte, par exemple, arbres, cultures, graminées, litière, racines, etc. (IPCC, 2007)

Biomasse aérienne: Toute biomasse vivante aérienne, y compris tiges, souches, branches, écorce, semences et feuillage. (IPCC, 2006)

Changement climatique: Variation statistiquement significative des conditions climatiques moyennes ou de la variabilité du climat, persistant pendant une période prolongée (des décennies ou plus). (IPCC, 2007)

Déforestation: Conversion des terrains boisés à utilisation non forestière (IPCC, 2006).

Dégradation forestière: Réduction du couvert de la canopée ou du matériel végétal de la forêt sous l'effet de l'exploitation forestière, du feu, du chablis ou d'autres événements, pour autant que le couvert demeure supérieur à 10%. (FAO, 2000, in RAKOTONDRASOA, 2009)

Dioxyde de carbone (CO₂): Gaz qui se produit naturellement, et qui est également le produit dérivé de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse, ainsi que des changements d'affectation des terres et autres processus industriels. C'est le principal gaz à effet de serre anthropique qui influe sur le bilan radiatif de la terre. (IPCC, 2007)

Gaz à effet de serre: Composants gazeux de l'atmosphère, naturels et anthropiques, qui absorbent et émettent des radiations à des longueurs d'ondes spécifiques dans le spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la terre, l'atmosphère, et les nuages. (IPCC, 2007)

Puits de carbone: Réservoir de carbone dont la taille augmente. Un réservoir de carbone peut être un puits de carbone atmosphérique pendant une certaine période. Il va alors piéger davantage de carbone qu'il n'en libérera (IPCC, 2007).

Régression allométrique : Fonction mathématique établie à partir des mensurations des arbres échantillonnés ; on relie les poids de tronc, de feuilles et autres à des mesures linéaires comme le diamètre ou la hauteur de l'arbre, pour déduire les premières valeurs des secondes, plus faciles à obtenir (Unesco, 1979 in RAZAKAMANARIVO, 2005 ; RAKOTONDRASOA, 2009).

Réservoir de carbone: Système ayant la capacité d'accumuler ou de libérer du carbone. À titre d'exemples, la biomasse forestière, les produits ligneux, les sols et l'atmosphère (IPCC, 2007).

Source de carbone: Réservoir de carbone dont la taille diminue. Un réservoir de carbone peut être une source de carbone atmosphérique à un certain moment lorsqu'il libère plus de carbone qu'il n'en piège. (IPCC, 2007)

Stock de carbone: Quantité absolue de carbone que renferme un réservoir à une période donnée.(IPCC, 2007); pour la GIEC (2003) c'est la quantité de carbone dans un « bassin », à savoir un réservoir ou un système pouvant accumuler ou libérer le carbone.

Plantation forestière : Peuplements forestiers établis par plantation et/ou semis dans un processus de boisement ou de reboisement. Il s'agit d'espèces introduites (tout peuplement planté) ou de peuplements d'espèces indigènes soumis à un aménagement intensif et obéissant aux critères suivants: une ou deux espèces plantées, de classe équienne, avec un espacement régulier.(FAO. 2001).

GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) : organisation fondée en 1988 dans le but d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme.

Protocole de Kyoto : créé en 1997 lors de la 3ème conférence de la CCNUCC (COP 3) et entré en vigueur en 2005, le Protocole de Kyoto établit des objectifs et des échéanciers pour limiter les émissions dans les pays industrialisés. En 2009, 184 pays l'avaient ratifié, accepté ou approuvé. Seuls les Etats-Unis ont signé mais pas ratifié ce Protocole.

REDD (Réduction des Emissions liées à la Déforestation et à la Dégénération des forêts) : l'idée d'un mécanisme global REDD dans le contexte de la CCNUCC a émergé en 2005 lors de la COP de Montréal. Depuis 2008, on parle de **REDD+** pour rendre compte de la comptabilisation dans ce mécanisme de la conservation, de la gestion durable des forêts ainsi que la valorisation des stocks de carbone forestier.

**ANNAXE 2: DONNEES SUR DHP, DENSITE ABONDANCE ? ABONDANCE
RELATIVE, SURFACE TERRIERE DENSITE ET STOCK DE CARBONE DES
AUTRES ESPECES DANS *GILBERTIODANDRON DEWEVREI***

| Peuplement | Espèce | DHPmoyen (cm) | Stock de carbone (T/ha) | Surface Terrière totale (m²/ha) | Abondance (tiges/espèce) | Abondance relative (%) | Densité (tiges/ha) |
|----------------------|---------------------------------|------------------|-------------------------------|--|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Premier | <i>Millettialaurentii</i> | 36,04 | 24,5 | 1,32 | 11 | 92 | 31 |
| | <i>Treculiaafricana</i> | 15,41 | 0,2 | 0,02 | 1 | 8 | 3 |
| | Somme | - | 24,7 | 1,34 | 12 | 100 | 34 |
| Deuxième | <i>Allophylus africanus</i> | 27,07 | 0,76 | 0,058 | 1 | 3 | 3 |
| | <i>Annoaklaineana</i> | 45,33 | 8,57 | 0,39 | 2 | 5 | 6 |
| | <i>Hymenocardiaulmoides</i> | 30,63 | 23,79 | 1,48 | 18 | 46 | 50 |
| | <i>Millettialaurentii</i> | 33,97 | 35,12 | 1,84 | 16 | 41 | 44 |
| | <i>Piptadeniastrumafricanum</i> | 51,23 | 11,79 | 0,50 | 2 | 5 | 6 |
| | Somme | - | 80,04 | 4,27 | 39 | 100 | 108 |
| Total général | | - | 105,1 | 5,61 | 51 | - | 142 |

**ANNEXE 3 DONNEES SUR LES ESPECES COMPAGNES DANS LE PREMIER
PEUPELEMENT DE *MILLETTIA LAURENTII***

| Espèces | DHPmoyen (cm) | Stock de Carbone (tC/ha) | Surface Terrièretotale (m²/ha) | Abondance (tiges/espèce) | Abondance relative (%) | Densité (tiges/ha) |
|---------------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| <i>Antiariswelwitshii</i> | 24 | 0,558185 | 0,045216 | 1 | 12,5 | 3 |
| <i>Antidesmamembranaceum</i> | 10,6 | 0,066304 | 0,00882 | 1 | 12,5 | 3 |
| <i>Hemmocandraulmoidens</i> | 14,2 | 0,142096 | 0,015829 | 1 | 12,5 | 3 |
| <i>Petersianthusmacrocarpus</i> | 42,5 | 2,476152 | 0,141791 | 1 | 12,5 | 3 |
| <i>Pycnanthusangolensis</i> | 11,55 | 0,169306 | 0,021152 | 2 | 25 | 6 |
| <i>Treculiaafricana</i> | 13,15 | 0,23296 | 0,027168 | 2 | 25 | 6 |
| Total | 17,588 | 3,645003 | 0,259976 | 8 | 100 | 24 |

**ANNEXE 4 DONNEES SUR LES ESPECES COLONISATRICES DANS LE
DEUXIEMEPEUPLEMENT DE *MILLETTIA LAURENTII***

| Espèces | DHPmoyen (cm) | Abondance (tiges/espèce) | Abondance relative (%) | Densité (tiges/ha) | Stock de carbone (tC/ha) | Surface terrière totale (m²/ha) |
|-----------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------|--|
| <i>Afzeliabipindensis</i> | 34,05 | 2 | 7,7 | 6 | 2,78 | 0,51 |
| <i>Albiziagummifera</i> | 16 | 1 | 3,8 | 3 | 0,19 | 0,06 |
| <i>Atidesmamembranaseum</i> | 11,3 | 1 | 3,8 | 3 | 0,08 | 0,03 |
| <i>Barterianigritana</i> | 11,5 | 2 | 7,7 | 6 | 0,17 | 0,06 |
| <i>Combretumoblongum</i> | 11,7 | 1 | 3,8 | 3 | 0,09 | 0,03 |
| <i>Macaranga monandra</i> | 18,9 | 1 | 3,8 | 3 | 0,30 | 0,08 |
| <i>Maesopsiseminii</i> | 23 | 1 | 3,8 | 3 | 0,50 | 0,12 |
| <i>Margaritariadiscoïdens</i> | 10,9 | 1 | 3,8 | 3 | 0,07 | 0,03 |
| <i>Millettia drastica</i> | 14,6 | 1 | 3,8 | 3 | 0,15 | 0,05 |
| <i>Paramacrolobiumcoeruleum</i> | 30,8 | 1 | 3,8 | 3 | 1,07 | 0,21 |
| <i>Pentaclethramacrophylla</i> | 21,4 | 1 | 3,8 | 3 | 0,41 | 0,10 |
| <i>Pericopsiselata</i> | 39,8 | 1 | 3,8 | 3 | 2,09 | 0,35 |
| <i>Petersianthusmacrocarpus</i> | 17,5 | 4 | 15,4 | 11 | 1,19 | 0,29 |
| <i>Pycnanthusangolensis</i> | 13,933 | 3 | 11,5 | 8 | 0,45 | 0,13 |
| <i>Tabernaemontanacrasa</i> | 15,5 | 1 | 3,8 | 3 | 0,18 | 0,05 |
| <i>Trilepisiummadagascariense</i> | 11,1 | 1 | 3,8 | 3 | 0,07 | 0,03 |
| <i>Vitex congolensis</i> | 20,6 | 1 | 3,8 | 3 | 0,37 | 0,09 |
| <i>Vitexwelwitschii</i> | 15,7 | 1 | 3,8 | 3 | 0,18 | 0,05 |
| <i>Voacangachalotiana</i> | 39,3 | 1 | 3,8 | 3 | 2,02 | 0,34 |
| Total | 19,365 | 26 | 100,0 | 76 | 12,36 | 2,61 |