UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Caractérisation dendrométrique et estimation du coût de l'inaction à la gestion durable des peuplements forestiers au Burundi : cas du massif forestier de Gakara

Kantungeko, Diomède

2021-08
UB,
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/130

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

CARACTERISATION DENDROMETRIQUE ET ESTIMATION DU COÛT DE L'INACTION A LA GESTION DURABLE DES PEUPLEMENTS FORESTIERS AU BURUNDI : *CAS DU MASSIF FORESTIER DE GAKARA*

Diomède KANTUNGEKO



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du

Diplôme de Master en Sciences et Gestion intégrée de l'Environnement

Option : Gestion des Ressources Naturelles

Sous la direction de : **Prof. Bernadette HABONIMANA**

Vénérand NDORERE, Msc.

Bujumbura, Août 2021

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Dr Ir Elysée NTIRANYIBAGIRA : Président

Dr Ir Richard HABONAYO : Secrétaire

Prof Bernadette HABONIMANA : Directeur

Vénérand NDORERE, Msc. : Co-directeur

Dr Salvator NDABIRORERE : Membre

DEDICACES

A mon Père Elie MANIRAGEZA,

A ma chère Mère Immaculée NIBIGIRA,

A mon Epouse, Gloriose NSABIMANA,

A mon fils Hubert Quintin ABAYEZU.

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Je me dois de remercier tout d'abord Dieu tout puissant de m'avoir donné la santé, la patience et la volonté pour réaliser ce mémoire.

Mes remerciements les plus sincères vont à l'endroit des personnes tant morales que physiques qui ont participé de près ou de loin à la production de ce document.

J'adresse mes respectueux remerciements à l'Université du Burundi pour le soutien matériel et financier qu'il m'a apporté dans la collecte des données à travers le projet intitulé « Le coût de l'inaction à la gestion durable des peuplements forestiers du Burundi : cas des plantations forestières de pins de Vyanda et d'Eucalyptus Gakara».

Mes vifs remerciements vont à l'endroit de l'OBPE d'avoir accepté que ce travail soit mené au sein du massif forestier de Gakara qui ressort de ses responsabilités.

Cette reconnaissance s'adresse au Prof. Bernadette HABONIMANA et Vénérand NDORERE (Msc.) respectivement promoteur et co-promoteur de ce travail pour la pertinence du thème et pour avoir accepté de diriger mon mémoire malgré leurs multiples occupations.

J'adresse particulièrement ma profonde gratitude à tous les enseignants du programme de Master en Science et Gestion Intégrée de l'Environnement plus particulièrement ceux de l'option de Gestion des Ressources Naturelles. Hommage mérité au Prof. NTAKIMAZI Gaspard et Dr Prudence BARARUNYERETZE, responsables du Programme de Master en Sciences et Gestion Intégrée de l'Environnement pour toutes les connaissances transmises.

J'exprime mes profonds remerciements à Monsieur Joël NZOYIHRA et feu Paul MANIRAMBONA responsables du boisement de Gakara pour leur hospitalité à Rutongo, leur sens de bonne humeur, encouragement et la bonne collaboration durant le travail de collecte des données.

Que les membres du jury trouvent ici mes remerciements les plus sincères pour avoir accepté de lire mon mémoire et y apporter des éventuelles améliorations pour qu'il devienne un travail de qualité.

En fin, je pense à ma famille, particulièrement mon épouse pour sa compréhension, ses encouragements et son amour pour la réussite de ce travail. A mes parents et beaux-parents, à mes chers frères et sœurs, à toutes mes tantes et oncles, à mes chers frères et sœurs qui m'ont toujours encouragé sans oublier tous ceux qui m'ont aidé.

RESUME

L'application des traitements sylvicoles au Burundi est un travail fastidieux pour les peuplements forestiers que dispose le pays et l'exploitation tardive ou inadéquate des ressources naturelles occasionne des coûts de l'inaction énormes pour le pays. Le présent travail a été effectué dans le but d'étudier le coût de l'inaction occasionné par l'irrégularité ou l'absence des traitements, le non exploitabilité au bon terme du massif forestier de Gakara, un peuplement composé en grande partie d'*Eucalyptus grandis*.

Les données ont été collectées dans 27 parcelles de dimensions variables appartement aux trois types traitements sylvicoles : coupe rase (CR), coupe normale (CN) et coupe zéro (C0) ; au sein desquelles la collecte est effectuée dans des placettes circulaires de 5 ares. Dans chaque placette, la circonférence à hauteur de poitrine et la hauteur des arbres ont été mesurés et tous les individus d'arbres ont été recensés. Les données relatives aux différents traitements (la biomasse, le volume, la densité, la surface terrière, la hauteur et la circonférence) ont été soumises à l'analyse de la variance pour voir s'il y a un effet significatif entre les différents traitements appliqués.

Les résultats ont montré que les parcelles qui ont subi un traitement sylvicole de la CR ont une biomasse plus élevée (1535 tonnes/ha) suivies de celles qui ont bénéficié de la CN avec 926 tonnes/ha. Les parcelles avec la CR présentent une grande surface terrière de 105,20 m^2/ha contre 76,90 m^2/ha pour les parcelles à C0. Les parcelles avec la CR présentent un volume plus élevé (1161m^3/ha). Elles sont secondées par celles qui ont bénéficié de la CN avec 926 m^3/ha. Une densité plus supérieure est observée au niveau des parcelles de la CR (991 tiges/ha). Les parcelles à C0 enregistrent une densité la plus petite (649 tiges/ha). Les parcelles avec la C0 présentent une circonférence élevée (122 cm) contre une circonférence petite pour les parcelles avec la CR (115 cm). Une circonférence dominante élevée est observée pour les parcelles avec une C0 (208 Cm) contre 183 Cm pour les parcelles ayant subie une CR. Une hauteur moyenne la plus élevée (54 m) a été observée au niveau des parcelles de la CN. Par contre, les parcelles à CR enregistrent une hauteur moyenne la moins élevée (47 m). Les parcelles avec la C0 présentent une hauteur dominante plus élevée (62 m), secondées par celles qui ont bénéficié de la CR avec 59 m. Un effet significatif a été observé entre ces traitements pour la biomasse, la circonférence dominante, la densité et la surface terrière ($p = 0,01$). Par contre, un effet non significatif des traitements a été observé pour la circonférence moyennes ($p = 0,74$), la hauteur moyenne ($p = 0,50$) et la hauteur dominante ($p= 0,9$).

Enfin, les résultats ont montré que le coût de l'inaction lié aux différents traitements est énorme, estimé à trois milliards sept cent soixante-quatorze millions six cent quatre-vingt-six mille neuf cent quatre-vingts trois franc burundais (3 774 686 983 FBu) sur l'ensemble du peuplement d'*Eucalyptus grandis*.

L'organe en charge de la gestion du boisement de Gakara devrait voir les possibilités de valoriser ce patrimoine du pays qui constitue une source de revenu combien importante.

Mots clés : Coût de l'inaction, *Eucalyptus grandis*, Analyse statistique, Caractéristiques dendrométriques, Traitements sylvicoles.

ABSTRACT

The application of silvicultural treatments in Burundi is a tedious work for the forest stands that the country has and the late or inadequate exploitation of natural resources causes enormous costs of inaction for the country. The present work was carried out with the aim of studying the cost of inaction caused by the irregularity or absence of treatments, the non-exploitation in the right term of the forest massif of Gakara, a stand composed largely of *Eucalyptus grandis*.

The data were collected in 27 plots of variable size, which were located in three types of silvicultural treatments: clear-cutting (CR), normal cutting (CN) and zero cutting (C0); within which the data were collected in circular plots of 5 ares. In each plot, the circumference at breast height and the height of the trees were measured and all individual trees were counted. The data for the different treatments (biomass, volume, density, basal area, height and girth) were subjected to analysis of variance to see if there was a significant effect between the different treatments applied.

The results showed that the plots with the CR silvicultural treatment had a higher biomass (1535 tons/ha) followed by those with the NC with 926 tons/ha. The plots with CR have a large basal area of 105.20 m^2/ha compared to 76.90 m^2/ha for the plots with C0. The plots with CR have a higher volume (1161 m3/ha). They are followed by those with NC with 926 m^3/ha. A higher density is observed in the CR plots (991 stems/ha). Plots with C0 have the lowest density (649 stems/ha). Plots with C0 have a high girth (122 cm) compared to a small girth for plots with CR (115 cm). A dominantly high circumference is observed for the plots with C0 (208 Cm) against 183 Cm for the plots with CR. The highest average height (54 m) was observed in the NC plots. In contrast, the CR plots had the lowest average height (47 m). The plots with C0 have a higher dominant height (62 m), followed by those with CR with 59 m. A significant effect was observed between these treatments for biomass, dominant girth, density and basal area ($p = 0.01$). On the other hand, a non-significant effect of treatments was observed for mean girth ($p = 0.74$), mean height ($p = 0.50$) and dominant height ($p = 0.9$).

Finally, the results showed that the cost of inaction related to the different treatments is very considerable, estimated at three billion seven hundred and seventy-four million six hundred and eighty-six thousand nine hundred and eighty-three Burundian francs (3,774,686,983 FBu) for the entire *Eucalyptus grandis* stand.

The office in charge of the management of the afforestation of Gakara should identify the possibilities to promote this patrimony of the country which constitutes an important source of income.

Key words: Cost of inaction, *Eucalyptus grandis*, Statistical analysis, Dendrometric characteristics, Silvicultural treatments.

TABLE DES MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY i
DEDICACES ii
REMERCIEMENTS iii
RESUME iv
ABSTRACT v
TABLE DES MATIERES vi
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES viii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS ix
AVANT-PROPOS x
CHAPITRE I. INTRODUCTION 1
I.1. Contexte et justification de l'étude 1
I.2. Objectif et hypothèse de l'étude 2
I.3. Intérêt du sujet 3
CHAPITRE II : APERÇU GENERAL SUR L'*EUCALYPTUS* 4
II.1. Taxonomie 4
II.2. Morphologie 4
II.3. Caractères botaniques 6
II.4. Biologie de la reproduction 6
II.5. Ecologie 6
II.6. Description du bois de l'*Eucalyptus* 7
II.7. *Eucalyptus* dans le monde 7
II.7.1. Son milieu naturel 7
II.7.2. L'*Eucalyptus* en dehors de son aire d'origine 7
II.8. Importance des plantations d'*Eucalyptus* dans le monde 8
II.9. Importance économique de l'*Eucalyptus* et ses dérivés 8
II.10. Etablissement et conduite des plantations d'*Eucalyptus* 9
II.11. Régime et traitements recommandés 9
II.12. Particularité pour l'*Eucalyptus grandis* 10
II.12.1. Croissance et productivité de l'*Eucalyptus grandis* dans les différents pays d'introduction 11
II.12.2. Usage de l'*Eucalyptus grandis* 11

CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES 12
III.1. Présentation du massif forestier de Gakara 12
III.2. Collecte des données 13
III.3. Traitement des données 16
III.4. Calcul du coût de l'inaction 17
CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 18
IV.1. Présentation des résultats 18
IV.1.1. Paramètres structuraux 18
IV.1.2. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la production de biomasse du peuplement de Gakara 19
IV.1.3. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la circonférence du peuplement de Gakara 19
IV.1.4. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la hauteur du peuplement de Gakara 20
IV.1.5. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la circonférence dominante du peuplement de Gakara 20
IV.1.6. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la hauteur dominante du peuplement de Gakara 21
IV.1.7. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la densité du peuplement de Gakara 21
IV.1.8. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la surface terrière du peuplement de Gakara 22
IV.1.9. Coût de l'inaction occasionné par l'application tardive du mode de traitement sylvicole au massif forestier de Gakara 22
IV.1.9.1. Recettes escomptées par la mise en exploitation du massif en 2020 23
IV.1.9.2. Estimation du coût de l'inaction à la gestion durable du massif forestier de Gakara 23
IV.2. Discussion des résultats 24
CHAPITRE V : CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 26
V.1. Conclusion 26
V.2. Recommandations 27
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 28
ANNEXES 32

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableaux

Tableau 3.1. Correction de la distance de cheminement en fonction de la pente 15
Tableau 3.2. Normes d'interprétation des résultats de l'analyse de la variance 17
Tableau 3.3. Prix de vente des produits forestiers sur pied et proportion retenu parcatégorie.17
Tableau 4.1. Principaux paramètres dendrométriques des parcelles traitement 1, traitement 2 et traitement 3 18
Tableau 4.2. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la biomasse 19
Tableau 4.3. Classification des moyennes de la biomasse en groupes homogènes 19
Tableau 4.4. Résultats de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la circonférence 19
Tableau 4.5. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet de traitements sur la hauteurmoyenne...20
Tableau 4.6. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la circonférence dominante 20
Tableau 4.7. Classification des moyennes de la circonférence dominante en groupes homogènes 20
Tableau 4.8. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la hauteur dominante 21
Tableau 4.9. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la densité.....21
Tableau 4.10. Classification des moyennes pour la densité en groupes homogènes 21
Tableau 4.11. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la surfaceterrière...22
Tableau 4.12. Classification des moyennes pour la surface terrière en groupeshomogènes....22
Tableau 4.13. Produits attendus par ha en fonction de la biomasse disponible 22
Tableau 4.14. Recettes escomptées par la mise la vente des produits forestier en 2020.....23
Tableau 4.15. Coût de l'inaction estimé sur l'ensemble du peuplement d'*Eucalyptus grandis* 24

Figures

Figure 3.1. Carte spatiale des parcelles-échantillons.....12
Figure 3.2. Cheminement entre les centres des placettes 13
Figure 3.3. Prise de mesure suivant les malformations des arbres.....15

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AFOCEL : Association Forêt Cellulose

C0 : Coupe Zéros

Cdom : Circonférence dominante

CIRAD : Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

Cm : Circonférence moyenne

CN : Coupe Normale

CR : Coupe Rase

FAO : Food and Agriculture Organization

GENSTAT : General Statistic

GPS : Global Positioning System

Hdom : Hauteur dominante

Hm : Hauteur moyenne

IGEBU : Institut Géographique du Burundi

Ntige/Ha : Nombre de tige par hectare

OBPE : Office Burundais pour la Protection de l'Environnement

RT : Retrait Transversale

S/Ha : Surface par hectare

ST : Surface terrière

T1 : Traitement 1

T2 : Traitement 2

T3 : Traitement 3

AVANT-PROPOS

A heure actuelle, les forêts du monde sont exploitées à un rythme plusieurs fois supérieur à celui auquel elles sont reconstituées. La demande de bois est considérable et augmente, notamment dans les pays tropicaux en développement dont la population est en expansion. Pour faire face à ces besoins, on opte souvent pour la plantation d'essences exotiques à croissance rapide et d'un rendement élevé en produits ligneux. Parmi ces essences se trouvent les 600 et quelques espèces du genre *Eucalyptus*.

Il fait longtemps qu'une évolution majeure s'est produite aussi bien dans le domaine des plantations établies que dans celui des techniques de plantation. Les *Eucalyptus* revêtent toujours plus d'importance pour le tiers monde, dont plusieurs pays ont signalé l'intérêt qu'ils leur portent.

Les traitements (intervention sylvicole) appliqués pour la conduite des boisements surtout artificiels dans beaucoup de pays, occasionnent de bon résultats si leur application est faite dans de bon termes. Par contre, dans bien de pays en de développement ne parviennent pas à répondre aux exigences adoptées à la conduite des peuplements forestiers et dans ce cas la rentabilité de ces derniers est sous-estimée et occasionnent du coût de l'inaction énorme (cas du massif forestier de Gakara).

Bien que le livre rende hommage aux contributions précieuses de nombreuses autres personnes qui ont coopéré et fourni des opinions et informations, à la fois durant les relevés de données sur terrain et durant traitement de ces derniers. Toutes les personnes ayant facilité ce travail ne pourraient être mentionnées bien que certaines aient été citées dans ce mémoire. Tous droits réservés est particulièrement reconnaissant envers toutes ces personnes qui d'une manière ou d'une autre ont aidé à la réalisation de ce travail. L'auteur est également redevable envers à l'Université du Burundi à travers son projet intitulé « Le coût de l'inaction à la gestion durable des peuplements forestiers du Burundi : cas des plantations forestières de pins de Vyanda et d'*Eucalyptus* Gakara» pour avoir initié cette étude et apporté l'assistance financière qui a permis de la réaliser.

Nous espérons que cette étude sera utile aux décideurs et aux autres responsables de l'aménagement des terres ct les aideront à la planification efficace des interventions futures en faveur d'une gestion meilleure et durable de plantations artificielles au Burundi.

CHAPITRE I. INTRODUCTION

I.1. Contexte et justification de l'étude

La forêt est depuis longtemps considérée comme une composante des territoires essentielle au développement économique des populations et à la production de multiples biens et services éco systémiques. Du niveau local à l'échelle globale, elle contribue, entre autres, à la fourniture de produits forestiers ligneux ou non ligneux, à la régulation du cycle de l'eau, à la protection des sols, à l'atténuation et l'adaptation aux effets du changement climatique, à la conservation de la biodiversité, à la prévention et à la lutte contre la désertification. Pour mieux remplir ses fonctions ; une gestion durable de cette ressource naturelle s'impose à l'échelle de chaque pays (Karsenty, 2019).

Les formations forestières du Burundi se classent en trois grandes catégories à savoir : (i) les formations naturelles ; (ii) les boisements domaniaux et communaux ; (iii) l'ensemble des boisements privés, l'agroforesterie et les arbres hors forêts. Parmi les essences favorisées en milieu rural, il convient de souligner l'*Eucalyptus sp*. et les essences agro-forestières (INECN, GEF et UNDP, 2009).

Dès 1976, d'autres types de boisements artificiels appelés boisements industriels naissent qui ont des dimensions plus énormes que les boisements installés durant la période coloniale. Ils étaient installés sur des anciens pâturages communautaires et leurs objectifs majeurs étaient d'augmenter le taux de couverture forestière au Burundi, de produire le bois de feux et de services et de protéger l'environnement (Ndikumagenge, 1997).

Les boisements privés ne sont plus surveillés et bien conduits et les boisements publics sont en état critique car ils sont mal conduits et on assiste à une dégradation de ces derniers. La gestion durable de ces plantations forestières exige la connaissance qualitative et quantitative des ressources disponibles de la production ligneuse (FAO, 2013).

Les formations artificielles ont évolué progressivement dans le temps depuis la période coloniale jusqu'à nos jours. Une augmentation importante a eu lieu dans les années 1980-1985 avec l'appui des bailleurs de fonds comme la Banque Mondiale.
Le reboisement a permis de relever le taux de la couverture forestière, la politique forestière visait de porter la couverture forestière de 44500 hectares à 500000 hectares, soit 20% de la superficie du pays à l'horizon 2000en vue de satisfaire les besoins socio-économiques et écologiques du pays. Mais en 2000, on était à 120000 ha, soit une augmentation de 75000 ha seulement. La superficie des formations forestières artificielles était estimée à 52000 ha composés de 16000 ha de Pins, 17000 ha d'*Eucalyptus*s pp et 19000 ha de *Callitris* et autres (RUZIMA, 2006).

Le présent travail s'intéresse à l'un des principaux massifs forestiers du Burundi en l'occurrence celui de Gakara (1151ha), composé essentiellement de peuplements d'*Eucalyptus*. Les objectifs initialement choisis à la plantation étaient l'approvisionnement en bois pour la ville de Bujumbura répondant à deux préoccupations majeurs du moment à savoir : (1) Approvisionner

la ville de Bujumbura en bois de feu et service, mais aussi en bois d'œuvre ; (2) Assurer la protection des hauts bassins versants dominant la région du Mumirwa, qui est parmi les régions les plus peuplées du Burundi, et couvrir en boisements les crêtes dénudées. Actuellement, l'objectif de ce massif est la production des produits divers sur la même parcelle : bois de feu, bois de service et bois d'œuvre. Ici nous allons considérer une seule série à production mixte. Le rôle de protection de cette forêt reste indispensable. Les boisements de Gakara sont vieux de quatre décennies mais malheureusement ; ils n'ont pas bénéficié d'une bonne gestion leur permettant d'offrir la meilleure de sa production ligneuse (Rufuguta 2010).

Les boisements de Gakara ont bénéficié des prélèvements par coupe normal pour les uns et la coupe rase les autres (premier passage d'éclaircie). Les produits récoltés ayant servi pour la carbonisation, production de poteaux de support des lignes électriques ou perches de construction. L'analyse de son état de gestion permettra de dégager des observations utiles pour améliorer les méthodes de conduite des peuplements forestiers au Burundi (Bararwandika, 2000).

Les boisements de Gakara sont très importants pour le Burundi car, à côté du fait qu'ils protègent une zone très escarpée, ce sont de grands blocs boisés d'*Eucalyptus* pouvant être exploités à des fins industrielles. Ils présentent un potentiel économique et environnemental important. Ces boisements de Gakara peuvent fournir déférents types de produits et services dont les principaux sont le bois d'œuvre, le bois d'énergie, ainsi que les poteaux pour le support des lignes électriques même en dehors du pays (Rishirumuhirwa et Rose, 1998).

Pour comprendre la dynamique d'un tel massif et élaborer un plan d'aménagement pour une gestion durable, il y a nécessité d'acquisition des données pour différents paramètres dendrométriques et un suivi régulier des dits boisements. Bien plus, l'application des traitements sylvicoles adéquats s'imposent pour permettre au boisement de fournir les produits et offrir les services escomptés. Dans le cas contraire, des pertes aussi bien économiques qu'écologiques sont envisageables.

Suite à différentes contraintes, d'ordre économique, et aux crises socio-politiques répétitives, l'application des différents traitements a été très irrégulière. Les peuplements tant naturels qu'artificiels disponibles, sont utiles à l'homme en lui procurant des revenus indécents de la part de la population riveraine ou de l'Etat en relançant leurs économies d'une part et d'autre part, une rentabilité accrue de la part de l'Etat (Rufuguta, 2009).

I.2. Objectif et hypothèse de l'étude

L'objectif général est d'évaluer les pertes économiques occasionnées par l'application incomplète ou l'absence de traitements dans les peuplements d'*Eucalyptus grandis* du massif forestier de Gakara. Les objectifs spécifiques poursuivis sont :(a) comparer les rendements selon les modes et le rythme des traitements appliqués (b) montrer le coût de l'inaction occasionné par l'application tardive du type de traitements au niveau du massif forestier de Gakara.

Pour atteindre ces objectifs, les hypothèses suivantes ont été formulées: (a) les caractéristiques dendrométriques à l'échelle des parcelles de Gakara varie en fonction du rythme et du type de traitement appliqué, (b) le coût de l'inaction occasionné par l'application tardive ou l'absence de traitement sylvicole du massif forestier de Gakara est énorme.

I.3. Intérêt du sujet

Ce travail, revêt à la fois l'intérêt scientifique et économique.

1. Scientifiquement : par l'inventaire réalisé, il contribuera à la connaissance de l'état actuel du massif forestier de Gakara;
2. Economiquement : ce travail contribuera à la connaissance de la potentialité qu'ont les parcelles d'*Eucalyptus grandis* étudiées en général et du massif forestier de Gakara en particulier.

Le présent travail est articulé sur trois chapitres en dehors de l'introduction. Le premier a été consacré à la synthèse bibliographique ; le deuxième à la présentation du milieu, matériel et méthodes. Le troisième chapitre concerne la présentation, l'interprétation et la discussion des résultats. Le mémoire se termine par une conclusion et quelques recommandations.

CHAPITRE II : APERÇU GENERAL SUR L'*EUCALYPTUS*

II.1. Taxonomie

La première découverte de genre *Eucalyptus* fût en Australie. Il est baptisé Gommier, c'est un genre très vaste et diversifié, de l'arbuste aux arbres parmi les plus hauts du monde. La forêt australienne comporte plus de 95% d'espèce d'*Eucalyptus*. Dans cette région, il se comporte à merveille, présente une croissance rapide et la rectitude de fût qui lui vaut d'ailleurs son extension dans plusieurs régions du monde. On le trouve aussi naturellement en Tasmanie, quelques espèces en Mélanésie et Philippines. L'*Eucalyptus* s'adapte presque à tout climat, on enregistre plus de 800 espèces (Eddine, 2018).

Le genre *Eucalyptus* fut décrit en 1788 par le botaniste français L'Héritier, après qu'il eut examiné des échantillons d'*Eucalyptus obliqua* récoltés par Nelson, naturaliste de la troisième expédition Cook. Dix-neuf *Eucalyptus* avaient été nommés en 1800, et 28 en 1820; la plupart avaient été récoltés par des navigateurs dans les régions côtières d'Australie.

Jeannoda (2011), donne la classification de l'*Eucalyptus* de la manière suivante :

Règne : VEGETAL
Embranchement : ANGIOSPERMES
Classe : DICOTYLEDONES
Ordre : MYRTALES
Famille : MYRTACAE
Section : EXERTARIA
Genre : Eucalyptus
Nom vernaculaire au Burundi : Umukaratusi, Umushirakure.

II.2. Morphologie

Chaque *Eucalyptus* est caractérisé par le port général et les dimensions de l'arbre, l'écorce au stade adulte, les feuilles des jeunes semis, les feuilles de jeunesse et les feuilles adultes et parfois les feuilles de transition entre ces deux derniers stades, dites feuilles intermédiaires, les jeunes rameaux, les inflorescences , les boutons, les étamines, les fruits et les graines (Pryor, 1982). Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

Type : Arbre, arbuste. L'écorce est de couleur et de texture variable selon les espèces et l'âge. Souvent, elle présente plusieurs couleurs, comme un platane, et se détache en lambeaux qui tombent au sol, mais l'écorce peut être aussi dure, fibreuse, floconneuse, lisse.

Rusticité : La plupart des *Eucalyptus* ne supportent pas des températures inférieures à -3-5°C, c'est le facteur qui limite le plus leur culture en dehors de leur zone d'origine.

Hauteur : La croissance est en général rapide, et la taille adulte est très variable selon l'espèce. On trouve des arbustes souvent ramifiés en plusieurs troncs à partir du sol, que les australiens

appellent malles quand ils ont moins de 10 m, jusqu'aux arbres parmi les plus hauts du monde, à tronc unique très droit, qui peut dépasser 90 m de hauteur.

Feuillage : Les *Eucalyptus* ont en majorité des feuilles persistantes, couvertes de glandes à huile, dont le parfum caractéristique se répand après une pluie. Beaucoup d'espèces ont un feuillage aromatique avec des parfums différents : fruité, menthe poivrée, épicé, menthol. La plupart des espèces ont la particularité d'avoir deux formes de feuilles selon leur âge : sur l'arbre jeune elles sont ovales, glauques à bleutées et opposées sur la tige, puis elles deviennent alternes, allongées, plutôt vertes sur l'arbre adulte.

Floraison : Les fleurs, nombreuses, sont très particulières, car elles n'ont pas de pétales, mais de grandes étamines qui donnent cet aspect si particulier. D'abord enfermées sous un opercule, les étamines doivent le soulever pour s'épanouir. La couleur est variable : blanc, crème, jaune, rose et rouge. La taille des fleurs varie également selon l'espèce.

- ✓ **Ecorce**

L'écorce est, avec le port de l'arbre, un caractère qui attire immédiatement l'attention. Sa description est donnée particulièrement pour distinguer de nombreuses espèces d'*Eucalyptus,* par ailleurs semblables.
D'une manière générale, sur un arbre adulte, l'écorce des jeunes branches est lisse, tandis que sur la partie inférieure du tronc, jusqu'à quelques mètres de hauteur, le rhytidome devient plus ou moins persistant et profondément sillonné. Par conséquent, dans la description du type d'écorce, on ne doit tenir compte ni de celle de la base du tronc, ni de celle des petits rameaux.

- ✓ **Feuilles**

Les feuilles de la plupart des *Eucalyptus* varient, parfois de manière très marquée, entre le stade de jeune semis et celui d'arbre adulte. Elles fournissent une aide importante pour la détermination des espèces.

- ✓ **Inflorescences**

L'inflorescence de la plupart des *Eucalyptus* est une cyme bipare très contractée, de sorte que les bractées situées à la base des ramifications successives sont groupées dans ce qui ressemble à un verticille unique au sommet du pédoncule. Souvent, certaines, ou la plupart, sont soudées entre elles. La caractéristique la plus remarquable de la fleur d'*Eucalyptus* est la présence d'un opercule qui présente trois modalités.

- ✓ **Fruits**

Le fruit est formé par le développement du réceptacle et de l'ovaire infère qui s'y attache. La partie supérieure de ce fruit comporte quatre segments. La trace laissée par l'opercule après sa chute forme un anneau extérieur appelé anneau calicinal. Plus à l'intérieur, l'anneau suivant est l'anneau staminal. Ensuite vient le disque, dont l'ontogénèse n'a pas encore été complètement décrite. Au-dessous et à l'intérieur du disque se situe le sommet de l'ovaire qui, à maturité, se fend et se sépare en valves.

II.3. Caractères botaniques

L'*Eucalyptus* possède un excellent fût et une cime étalée plus claire. L'écorce est constituée de manchon fibreux gris clair sur plusieurs mètres, elle est lisse au-dessus. Les feuilles de jeunesse sont alternes, courtement pétiolées, lancéolées, oblongues, largement ondulées. Il porte des rameaux dressés, les jeunes rameaux portent des feuilles opposées, sessiles, ovales, les rameaux plus âgés des feuilles alternes, pétiolées, étroites, allongées, pointues aux deux faces semblables. Les feuilles, les calices ont la forme d'une toupie bosselée dont les parties larges sont couvertes par des opercules qui se détachent au moment de la floraison laissant apparaître de nombreuses étamines. Le fruit est la capsule anguleuse du calice (FAO, 1954).

II.4. Biologie de la reproduction

Le nombre de fleurs par inflorescence peut varier de 3 à 15 d'une espèce à une autre. Chez *Eucalyptus*, les inflorescences sont simples et axillaires, constituées par 7 fleurs (Chaix et *al*., 2002).

L'*Eucalyptus* est parmi les espèces mellifères du fait de son bon inflorescence. De ce fait, l'apiculture favorisera la pollinisation par les abeilles domestiques (Moncur, Mitchell, Fripp, 1995). L'anthèse précède la réceptivité du stigmate de 5 jours chez *Eucalyptus* mais cette durée varie beaucoup en fonction des conditions climatiques (Sedgley, 1989).

La réceptivité du stigmate est synchrone avec l'apparition de la pigmentation de la zone nectarifère. Les grains de pollen ne germeront qu'au moment de la sécrétion d'exsudat produit par le stigmate lors de sa période de réceptivité. Les tubes polliniques se propagent entre les cellules du tissu de transmission (Sedgley, Hand, Smith, 1989). Le nombre de fleurs fécondées par inflorescence doit être suffisant pour qu'elles se maintiennent jusqu'à la maturité des fruits (Chaix, 2015).

II.5. Ecologie

L'*Eucalyptus* se montre comme une espèce très frugale, il résiste sur presque tout sol pauvre jusqu'au riche pourvu qu'ils soient profonds pour faciliter l'enracinement profond de l'*Eucalyptus*. Il n'est pas exigeant et s'accommode à tous les milieux (sur des terrains relativement secs, ou au contraire excessivement humides) comme l'affirment certains auteurs. L'*Eucalyptus* pousse bien sur un sol profond et perméable (Navarro de Andrade, 1931).

L'*Eucalyptus* est un arbre qui possède de petites graines ne contenant que très peu de substances de réserve mais elles sont produites en grand nombre et ont une capacité de s'implanter sur n'importe quel milieu. L'*Eucalyptus* peut coloniser un milieu difficile et des terrains nus dépourvus d'abri. L'*Eucalyptus* s'adapte à toutes les textures, même très argileuses. Il tolère l'engorgement temporaire, mais préfère les sols drainants, en légère pente, chargés en cailloux et galets. Ces espèces ont un système racinaire superficiel, sans pivot (Melun et Nguyen, 2012).

II.6. Description du bois de l'*Eucalyptus*

Le bois de l'*Eucalyptus* a une coloration qui s'étend du rose pâle à brun rouge, son aubier est bien distinct avec un grain grossier, un fil droit au contrefil léger. De densité 0,65 ; l'*Eucalyptus* possède une dureté minimum de 2,5 avec un coefficient de retrait volumique de 0,48%. La plupart des *Eucalyptus* présente un retrait tangentiel total de 10% avec un retrait radial total de 5,8%. Son ratio RT/RR est de 1,7 alors que son point de saturation des fibres est 31% et présente une stabilité en service moyennement stable à peu stable.

La résistance aux champignons et aux termites correspondent aux utilisations sous climat tempéré. Sauf mention particulière relative à l'aubier, les caractéristiques de durabilité concernent le duramen des bois arrivés à maturité, l'aubier doit toujours être considéré comme non durable vis-à-vis des agents de dégradation biologique du bois (CIRAD, 2011).

II.7. *Eucalyptus* dans le monde

II.7.1. Son milieu naturel

Toute espèce tant végétale qu'animal a son milieu endémique. Les *Eucalyptus* sont d'endémicité australienne dans ce sens que la grande majorité ou presque toutes les espèces et même des sous-espèces de ce genre sont propres à l'Australie et des îles de son entourage. Dans les îles comme la Nouvelle-Guinée au nord de l'Australie, les îles orientales de l'archipel indonésien, telles que Timor, les petites îles de la Sonde, Florès et Wetar, beaucoup d'espèces s'y trouvaient à l'état spontané (Eddine, 2018).

II.7.2. L'*Eucalyptus* en dehors de son aire d'origine

L'*Eucalyptus* s'apprête à des conditions variables. En Europe, par exemple, l*'Eucalyptus globulus* s'est très bien acclimaté sur les rivages méditerranéens, ainsi qu'au Portugal.

En Afrique du Nord, on retrouve l'*Eucalyptus* dans de nombreux pays dont le Maroc, l'Algérie, la Tunisie et en Libye. En Afrique Centrale en générale et au Burundi en particulier, les *Eucalyptus* ont été introduits et s'y sont très bien développés, certains donnent même des résultats nettement supérieurs à ceux obtenus dans leur pays d'origine (De Ligne et Guizol, 1987).

Au Burundi, les premières plantations d'*Eucalyptus* débutèrent en 1931, avec des semences provenant du Tanganyika, de Rhodésie (actuel Zimbabwe) et d'Afrique du Sud. Les principales espèces introduites furent *Eucalyptus camaldulensis, Eucalyptus tereticornis, Eucalyptus rudis et Eucalyptus citriodora*. Plus tard s'y ajoutèrent, entre autres, *Eucalyptus saligna, Eucalyptus maidenii, Eucalyptus botryoides, Eucalyptus robusta* et *Eucalyptus resinifera*…(Reynders, 1963).

II.8. Importance des plantations d'*Eucalyptus* dans le monde

En 1956, la superficie totale des *Eucalyptus* en Méditerranée était de l'ordre de 263000 ha. En 1961, elle était estimée, à l'issue de la deuxième conférence mondiale des *Eucalyptus* à Sao-Paulo, à 400 000 ha. Et si l'on admet les chiffres projetés par les pays intéressés, le rythme annuel des plantations se maintient aux environs de 30000 à 40000 ha par an, avec une légère tendance générale à l'augmentation. Ainsi, l'ensemble des *Eucalyptus* méditerranéens constitue une partie non négligeable du stock mondial de cette essence forestière, qui était estimé en 1961, lors de la Conférence de Sao Paulo, à environ 44 millions d'ha en Australie et 1,6 million d'ha de plantations dans le reste du monde (Temgoua et Njoukam, 2011).

(Bouvet, 1999), évoque que l'*Eucalyptus* vient en tête pour les travaux de reboisement dans le monde depuis les années 1960 grâce à ses propriétés d'adaptabilité et de production meilleure et grâce à son intérêt économique. Il a été introduit dans des latitudes et des conditions pédoclimatiques très diverses. De nos jours, les *Eucalyptus* font partie intégrante du paysage, où ils forment parfois de larges communautés monospécifiques et remplacent progressivement la forêt naturelle (Njouonkou *et al.*, 2020).

Les *Eucalyptus* occupent une place très importante dans les reboisements à l'échelle mondiale en raison de leur rapidité de croissance, leur plasticité et de la qualité de leur fibre (Melun etNguyen, 2012). Cette essence forestière a été plantée dans de nombreux pays, pour la production de bois ou pour assécher les sols. En Algérie, l'*Eucalyptus* a été introduit par les français entre 1860 et 1870, d'abord pour l'assèchement des marais dans les zones touchées par la malaria (Treiner, 2000). A partir des années 1960 et 1970, l'*Eucalyptus* a été retenu massivement dans les programmes de reboisement à l'est, au centre et à l'ouest du pays dans le but de répondre aux besoins nationaux en produits ligneux (Salle and Salle, 2020).

II.9. Importance économique de l'*Eucalyptus* et ses dérivés

Les *Eucalyptus* constituent la principale essence utilisée pour les boisements et les reboisements en raison de leur croissance rapide et de leur résistance à la sécheresse, à l'humidité et au feu (Daya, 2018). Les plantations des *Eucalyptus* procurent des produits divers et surtout de bonne qualité. Nous pouvons citer la production de la pâte à papier pour développer l'industrie du papier, les industries de pulpe au Brésil, le bois utilisé dans les industries de produits de reconstitution du bois, industrie des panneaux de particule et contre plaqués en Australie, sans oublier la production du bois de feu, etc. (Dos Santos, Geraldi et Garcia, 2004).

En 1974, il y avait dans le monde près de 4 millions de ha de plantations d'*Eucalyptus*, produisant annuellement une moyenne de quelque 60 millions de m^3 de bois. Il s'agit en majorité de petits bois, d'une grande importance économique pour les pays intéressés et représentant pour eux un investissement considérable. Les produits fournis par les plantations d'*Eucalyptus* se répartissent en gros comme suit: bois de feu et bois de trituration (85%); perches et bois ronds de qualité (10%); bois de sciage (5%) (Eddine, 2018).

Dans les pays ayant des programmes de reboisement plus modestes, mais d'importance non négligeable, la meilleure voie pour accroitre la valeur unitaire de la matière première produite par les plantations d'*Eucalyptus* consiste à investir davantage en vue de mieux valoriser les 15% de bois pouvant donner des bois ronds et des sciages de valeur. Il serait par ailleurs d'un grand intérêt que l'on parvienne à construire des usines de pâte et papier rentables de plus petite taille. Certains pays africains comme l'Afrique du Sud et le Kenya utilisent d'ores et déjà leurs bois d'*Eucalyptus* pour un grand nombre d'emplois, accroissant ainsi considérablement la valeur ajoutée (Pryor, 1982).

II.10. Etablissement et conduite des plantations d'*Eucalyptus*

La mise en place des peuplements d'*Eucalyptus* est souvent fonction des besoins attendus de ces derniers, des plantations de production ou de protection. Les plantations initiales issues des plants sont souvent homogènes. La grande part des plantations d'*Eucalyptus* est traitée en taillis et exploitée aux intervalles de quatre à dix ans. Sur de bonnes terres, on peut planifier de faire trois à quatre révolutions de taillis avec de bonnes production (Pryor, 1982).

Les plans d'exploitation des peuplements d'*Eucalyptus* qu'on traitera en taillis prévoient souvent l'exploitation de ces derniers à bas âges pour maximiser le taux de régénération sur souche. Beaucoup planifient l'exploitation entre 7-10 ans. La première exploitation d'une jeune futaie est une phase importante qui doit se faire avec des coupes soigneusement faits pour rester avec des souches propres propices à assurer une bonne régénération (Pryor, 1982).

II.11. Régime et traitements recommandés

Le traitement sylvicole caractérise l'organisation dans l'espace et dans le temps des opérations sylvicoles, telles que la régénération ou éclaircie sur une unité de gestion. Le traitement façonne le peuplement et déterminent leur structure (AFOCEL, 1992).

Suivant les objectifs assignés au peuplement, le plan d'aménagement établi à ce dernier, le boisement est abattu à la scie à chaine (d'ailleurs plus recommandée qu'à la hache) pour avoir des bonnes souches et cela permettra d'avoir un taillis homogène et vigoureux bien plus rapidement. Il faut prêter attention au niveau de la découpe d'abattage. En coupant trop haut on diminue les chances de survie de la souche. En coupant rez-terre l'écorce peut se décoller.

La hauteur recommandée est de 10-12 cm et la hauteur de la souche tend également à s'accroitre avec les coupes successives de taillis. Il est plus facile de couper un peu plus haut ; cela n'est jamais nécessaire, et les surveillants doivent veiller à l'empêcher. Les *Eucalyptus* ont suffisamment de bourgeons dormants sur la souche primitive, et ces bourgeons se développeront si l'abattage est fait d'une manière correcte. La section doit être aussi nette que possible, et inclinée de manière à faciliter l'écoulement de l'eau. L'accumulation d'eau sur la souche accroit les risques d'attaques de champignons (Pryor, 1982).

Le mode général de régénération représente le régime. A l'intérieur d'un même régime, on y distingue les traitements. Le traitement est l'ensemble des opérations spéciales que l'homme

fait subir à un peuplement, dans le but de satisfaire les besoins de la société d'une manière continue et soutenue (De Ligne et Guizol, 1987).

Le peuplement est soumis à un régime de la futaie lorsqu'il est régénéré par des brins de semences ou des plants issus des graines. Ce régime fournit du bois d'œuvre, constitué de grumes de bonnes qualités technologiques. Il requiert une série de soins culturaux pour assurer un bonne conduite du peuplement dès sa mise en place jusqu'à son exploitation.
La conduite des plantations d'*Eucalyptus* est surtout basée sur la production de qualité et de la quantité du bois. Dans ce dernier cas, le taillis simple est le régime le plus communément adopté (De Ligne et Guizol, 1987). Dans le taillis simple, le peuplement formé de végétaux susceptibles de rejeter de souches ou de racine est exploité à blanc étoc, sans réserve d'aucune tige sur toute une étendue continue. Il se forme, après exploitation, des rejets sur les souches ou des drageons sur les racines.
Taillis sous futaie : consiste dans l'éducation, au-dessus du taillis simple, d'un certain nombre d'arbres de réserve ou futaie. Il est donc constitué de deux éléments distincts, le taillis et la futaie.

D'après la même source (Philippe et Anne, 1987), le taillis sous futaie se conduit ainsi :

- A la première éclaircie : coupe rase avec maintien d'une réserve déterminée à l'avance ;
- A la deuxième éclaircie : coupe rase du taillis et éclaircie dans la réserve si nécessaire ;
- Ainsi de suite jusqu'à l'obtention d'une réserve d'une cinquantaine d'arbres maintenue jusqu'à maturité.

Le taillis sous futaie à densité de réserve faible (100 à 150 tiges à l'ha) permet d'atteindre des dimensions d'exploitabilité durant la révolution tout en maintenant un accroissement élevé, de plus le taillis facilite l'élagage naturel.

II.12. Particularité pour l'*Eucalyptus grandis*

L'*Eucalyptus grandis*, un grand arbre forestier de la famille des myrtacées, connu sous le nom de gomme inondée ou de gomme rose (Myburg, 2014) , cité par (Uyuk, 2018).Il s'adapte sur plusieurs milieux surtout sur de sols profonds et drainés. L'écorce a des reflets blanchâtres, souvent même argentés ou blanches, lisses, parfois verdâtres, rugueuses à la partie inférieure du tronc, souvent sur une hauteur plus grande, et s'écorce facilement (Ridja, 2013). Il constitue l'une des espèces d'*Eucalyptus* principales pour le reboisement. Elle couvre plus de trois millions d'hectares dans la zone subtropicale et est utilisée à la fois pour la production de bois d'œuvre, bois de trituration et de bois énergie (Chaix, 2015).

L'*Eucalyptus grandis* est un arbre qui se répand largement sous les tropiques et les zones subtropicales. On le trouve habituellement dans la nature en Australie, et il est considéré comme une plante importante pour le chercheur en sciences végétales en raison de son extrême capacité d'adaptation aux deux, le climat et le sol (Robinson, Harper et Smettem, 2006) cité par (Uyuk, 2018).

L'Eucalyptus *grandis* commence à fleurir à partir de 2 à 3 ans. La période de floraison est variable à l'intérieur de l'espèce. Elle dépend largement des conditions environnementales qui se présentent par année (température, humidité et de la nutrition). Pour *Eucalyptus grandis* la période de floraison varie du mois d'avril au mois d'août dans son aire naturelle (Boland et *al.*, 1984) et peut aller du mois de juillet au mois de décembre en Afrique du sud (FAO, 1982). Chez *Eucalyptus grandis*, la réceptivité du stigmate est optimale 4 jours après la déhiscence des anthères. En pollinisation libre, seulement environ 8 ovules sont fécondées dans une capsule. Par contre en pollinisation contrôlée, ce chiffre atteint jusqu' à 34 (Eldridge et *al*., 1993).

II.12.1. Croissance et productivité de l'*Eucalyptus grandis* dans les différents pays d'introduction

L'*Eucalyptus grandis* réussit bien en milieu rural sur des sols argileux profonds. Il est satisfaisant sur des sols sablonneux profonds mais il ne pousse pratiquement pas sur des sols sablonneux superficiels. Ci-dessous, l'adaptabilité dans certains pays (Burren, 1995).

Afrique du Sud : les possibilités d'*Eucalyptus grandis* semble toujours très grandes surtout pour la production de pâte à papier. On mentionne des accroissements annuels moyens de 25-35 m^3/ha.
Angola : on indique un accroissement annuel moyen de 20 m^3/ha pour les bonnes stations.
Argentine : sur les sols rouges de la province des Missiones, on a obtenu à l'âge de 14 ans un aam de 50 m^3/ha.
Kenya : il donne de meilleurs résultats dans les zones montagneuses au-dessus de 1800 m. *Eucalyptus grandis* atteint des aam de 21 (plantations) / 32 (rejets de souches) m^3/ha.
Ouganda : *Eucalyptus grandis* en Ouganda peut atteindre des aam de 14-25 m^3/ha pour les bonnes stations de savane et de 17-45 m^3/ha pour les stations de forêts.
Zimbabwe : on mentionne des aam de 7-30 m^3/ha dans des stations non irriguées. Les plantations irriguées ont donné des aam de 40 m^3/ha dans une région recevant seulement 600 mm de pluies par an.
Rwanda : l'*Eucalyptus grandis* a été introduit au Rwanda en 1945 et c'est aujourd'hui l'une des espèces exotiques les plus importantes du pays. C'est une essence qui donne d'excellents résultats au Rwanda mais surtout sur des sols de bonne qualité.
Burundi : dans les hautes collines de 1600-2200 m on peut enregistrer 40 à 50 m^3/ha et un accroissement courant de 10 à 15 m^3/ha à 5 ans. Sur des sols riches de l'étage afro-subalpin (crêtes de haut plateau : supérieur à 2200 m), une production d'*Eucalyptus grandis* peut aller de 50 à 120 m^3/ha avec un accroissent de 20 m^3/ha (De Ligne et Guizol, 1987).

II.12.2. Usage de l'*Eucalyptus grandis*

L'*Eucalyptus grandis* a de multiples usages. Il est utilisé dans la caisserie, contreplaqué, poteaux, bois de feu, ou bois à pâte à papier. L'*Eucalyptus grandis* est aussi utilisé en médecine, le charbon provenant d'*Eucalyptus grandis* possède des nombreuses actions médicinales dues en particulier à son pouvoir d'absorption (Ridja, 2013).

CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES

III.1. Présentation du massif forestier de Gakara

Le massif forestier de Gakara couvre une superficie de 1150 ha. Il a été installé au cours de la période de 1980 à 1983, Il est situé à 55 km de la ville de Bujumbura avec deux possibilités d'accès; route Bujumbura-Ijenda-Mukike et route Bujumbura-Mutumba-Muhuta.
Il s'étend principalement sur deux communes, Mukike et Muhuta, respectivement des provinces de Bujumbura et Rumonge, sur une altitude variant entre 1800 et 2200 m. Le paysage est en général une suite de collines en formes de dômes aux crêtes arrondies, séparées par des vallées très étroites en forme de V aux fortes pentes (Rufuguta, 2010). La figure 3.1 montre la position spatiale des parcelles qui ont fait l'objet de l'étude.

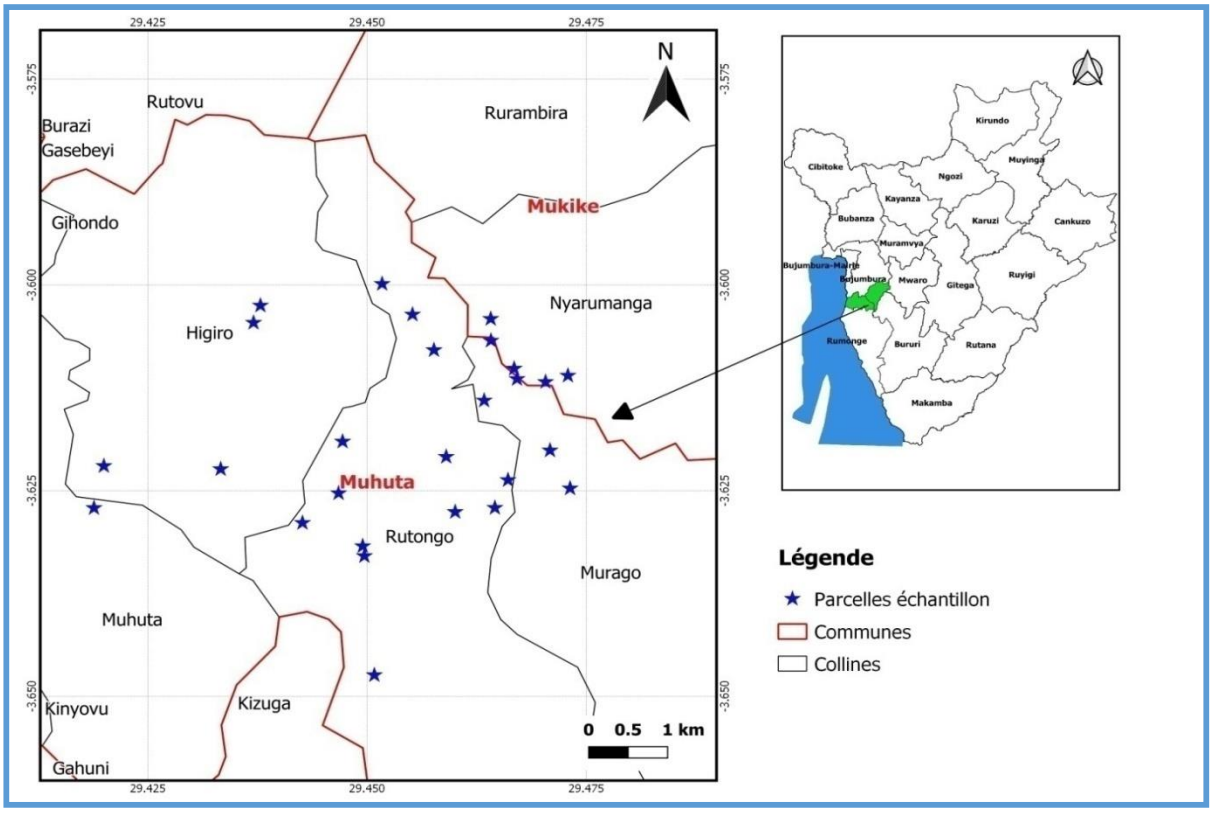


Figure 3.1. Carte spatiale des parcelles-échantillons
Source : Auteur, 2020

Le climat est du type tropical avec une courte saison sèche de moins de trois mois et une pluviométrie annuelle comprise entre 1400 et 1800 mm de pluie. Le climat est tempéré, par l'altitude, les moyennes mensuelles de température étant toujours inférieures à 23°C, elles sont caractérisées par de très faibles amplitudes tant diurnes que saisonnières (IGEBU, 2020).

Le massif comporte118 parcelles mises en place pendant trois campagnes de 1980-1981, 1981-1982 et 1982-1983. Parmi ces parcelles, 50 parcelles ont bénéficié le traitement de coupe normale (CN), 65 parcelles n'ayant pas reçu aucun traitement officiellement (C0) et 3 parcelles ont subi de coupe rase (CR). Ce peuplement forestier est assez homogène, affichant une très

bonne croissance dans son ensemble, il est composé à plus de 90% *d'Eucalyptus grandis* en plus des autres essences comme *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus maïdeni*, *Eucalyptus robusta*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus microcorys*, *Eucalyptus tereticornis et Eucalyptus camaldulensis* (Ndorere, 2009).
Par ailleurs, on peut remarquer quelques lambeaux de galeries forestières sur des collines non occupées par l'*Eucalyptus*, montrant l'existence de l'ancienne forêt naturelle.

III.2. Collecte des données

Les données ont été collecté dans 27 parcelles totalisant une superficie de 740,60 ha dont 12 parcelles ont bénéficié un traitement sylvicole avec CN, 12 parcelles avec un traitement de C0 et trois parcelles ont subi un traitement de CR. Ces parcelles ont été choisies sur toute l'étendue du massif au niveau des parcelles composées d'*Eucalyptus grandis*. Chacune des parcelles est subdivisée en placettes circulaires de cinq ares en raison d'une placette par ha. Le choix des échantillons a été dicté par la situation sur terrain où selon l'objectif du travail était de suivre les peuplements qui ont bénéficié les traitements ci-haut indiqués.

Au sein de la placette, tous les individus d'arbres ont été dénombrés et leur circonférence (à la hauteur de poitrine) et hauteur totale ont été mesurées à l'aide respectivement d'un mètre ruban et le dendromètre Blume Leiss. La technique utilisée pour l'inventaire est celle de Ndorere (2009). La distance entre deux centres de placettes consécutives était de 50 m. Cette distance était ajustée chaque fois en fonction de la pente du terrain. Les coordonnés GPS de chaque parcelle ont été prises pour la réalisation de la carte. La figure 3.2 montre le cheminement pour atteindre les différents centres de placette.

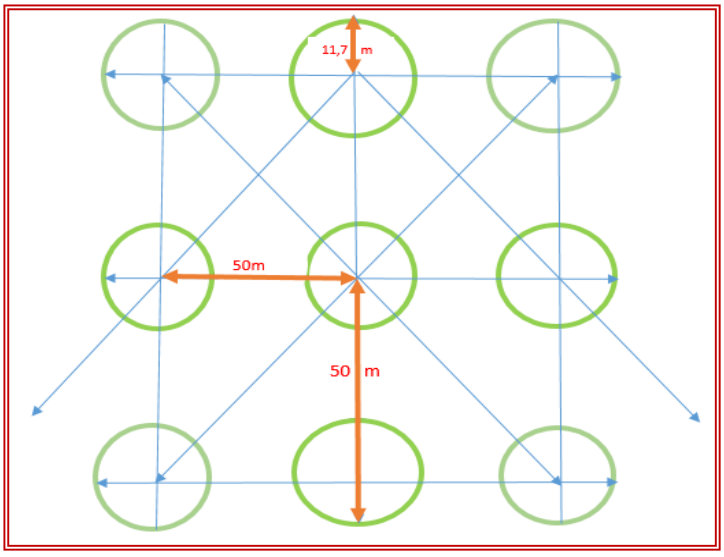


Figure 3.2. Cheminement entre les centres des placettes

Dans le cadre de ce travail, les mesures ont été effectuées sur des placettes de 5 ares et, pour chaque parcelle au moins une placette pour chaque ha de boisement a été inventoriée avec un taux de sondage de 5%.

Le dispositif expérimental utilisélors de l'échantillonnage est le dispositif complètement aléatoire. Le travail a porté sur les parcelles du massif forestier composée d'*Eucalyptusgrandis* avec une superficie de 740,61 ha au total.

La prise des mesures au niveau de ces parcelles a été réalisée trois fois au cours des inventaires successifs de 1990, 2009 et celui que nous venons de réaliser en 2020.Les mesures ont été réalisées au niveau des placettes temporaires ayant servi comme unités d'échantillonnage. L'inventaire a été réalisé de façon systématique dans la placette de 500 m^2 de forme circulaire pris dans chacune des parcelles.

Après le repérage du centre de la placette, sa délimitation s'est effectué à l'aide du dendromètre de Blume-Leiss muni de viseur optique à travers lequel on observe la mire Pardé dont la distance entre ses voyants est préalablement étalonnée en fonction de la superficie de la placette et de la pente du terrain. Plus la pente est grande, plus la distance entre voyants de la mire augmente. L'annexe 4 montre la mire Pardé utilisée dans la délimitation de l'assiette des placettes et le tableau qui donne la correction de la distance entre voyants de la mire en fonction de la pente du terrain mesurée au niveau de la placette échantillonnée.

Il est alors nécessaire de disposer des tables de correction de pentes indiquant la distance horizontale en fonction de la distance parcourue et de la pente comme l'indique le tableau 3.1.

Tableau 3.1. Correction de la distance de cheminement en fonction de la pente

POUR 75 mètres de CHEMINEMENT						POUR 50 mètres de CHEMINEMENT					
d°	%	Long.	d°	%	Long.	d°	%	Long.	d°	%	Long.
1	1	75,0	26	49	83,6	1	1	50,0	26	49	55,7
2	3	75,0	27	51	84,2	2	3	50,0	27	51	56,2
3	5	75,1	28	53	84,9	3	5	50,1	28	53	56,6
4	7	75,2	29	55	85,6	4	7	50,1	29	55	57,1
5	9	75,3	30	58	86,7	5	9	50,2	30	58	57,8
6	11	75,5				6	11	50,3			
7	12	75,5	31	62	88,3	7	12	50,4	31	62	58,9
8	14	75,8	32	65	89,5	8	14	50,4	32	65	59,7
9	16	76,0	33	67	90,3	9	16	50,7	33	67	60,2
10	18	76,2	34	70	91,6	10	18	50,8	34	70	61,1
			35	73	92,9				35	73	61,9
11	19	76,4	36	75	93,8	11	19	50,9	36	75	62,5
12	21	76,7	37	78	94,7	12	21	51,1	37	78	63,4
13	23	77,0	38	81	96,5	13	23	51,3	38	81	64,4
14	25	77,3	39	84	98,0	14	25	51,6	39	84	65,3
15	27	77,7	40	87	99,4	15	27	51,8			
16	29	78,0				16	29	52,1	40	87	66,3
17	31	78,5	41	90	100,9	17	31	52,4	41	90	67,3
18	32	78,8	42	93	102,5	18	32	52,5	42	93	68,3
19	34	79,2	43	97	104,5	19	34	52,8	43	97	69,7
20	36	79,7	44	100	106,1	20	36	53,2	44	100	70,7
			45	104	108,2				45	104	72,2
21	38	80,3	46	107	109,9	21	38	53,5	46	107	73,3
22	40	80,8	47	111	112,1	22	40	53,9	47	111	74,7
23	42	81,4	48	115	114,3	23	42	54,3	48	115	76,2
24	45	82,3	49	119	116,6	24	45	54,9	49	119	77,7
25	47	82,9	50	123	118,9	25	47	55,3	50	123	79,3

Source : (Parde, 1958)

Toutes les informations sont consignées sur une fiche d'inventaire conçue à cette fin (Annexe 6). Le protocole de mesure suivant les malformations des arbres ou pente appliqué se trouve au niveau de la figure 3.3.

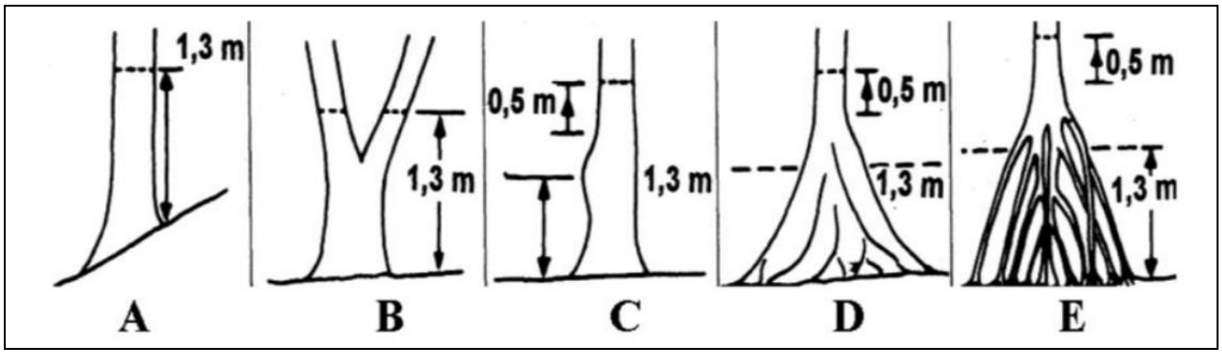


Figure 3.3. Prise de mesure suivant les malformations des arbres
Source : (Yabuk, 2014)

III.3. Traitement des données

A partir des données collectées sur terrain, les paramètres tels que le volume, la biomasse, surface terrière, la densité, la circonférence moyenne et la hauteur moyenne, la circonférence dominante et la hauteur dominante ont été déterminés.

- ✓ Le volume, exprimé m^3/ha, a été obtenu en utilisant le tarif de cubage général à une entrée selon la formule: $V = 0{,}0268 * C^{2,27}$.Où C en cm représente la circonférence de référence à 1,30 m du sol.

- ✓ La surface terrière est la somme des sections transversales des arbres réalisées au niveau des diamètres de références.

$$G = \sum_{i=1}^{n} g_i = \sum_{i=1}^{n} g_i \frac{\pi}{4} \mathrm{d}_i 2$$

  Avec G : Surface terrière (m^2/ha), gi: Surface terrière de chaque arbre (m^2/ha) et di : diamètre de chaque arbre à 1,30m du sol (m).

- ✓ La biomasse correspond au poids anhydre en tonnes par hectare de tous les arbres du peuplement. Elle est aussi divisée en ses éléments. bois et écorce de la tige, branches et feuillage. L'équation pour estimer la biomasse est:
  Biomasse (tonne) $= (0{,}0673 * \rho D^2 H)^{0{,}976}$
  Où D= diamètre (cm) ; H= hauteur (m) et ρ = densité anatomique du bois (g/cm3).

- ✓ La densité correspond au nombre de tiges dénombrées au niveau de chaque parcelle est exprimé en nombre de tiges à l'hectare.
- ✓ La circonférence moyenne est la moyenne de toutes les circonférences recensées au niveau des parcelles.
- ✓ La hauteur moyenne est la moyenne de toutes les hauteurs recensées au niveau des parcelles.
- ✓ La circonférence dominante : c'est la moyenne de deux plus grosses circonférences de la parelle
- ✓ La hauteur dominante : c'est la hauteur moyenne des deux plus gros arbres de la placette.

Ces données ont été soumise une analyse de la variance pour vérifier s'il y a une différence entre les traitements appliqués (CR, CN et C0) en ce qui est de ces paramètres. L'ANOVA a été conduite au moyen du logicielGENSTAT Discovery Edition 4. Le seuil de significativité considéré était de 5%. Le tableau 3.2 ci-dessous montre les normes d'interprétation des résultats de l'analyse de la variance.

Le test de Newman-Keuls au seuil de 5%, a été utilisé pour la structuration des moyenne en groupes homogènes en cas de difference significative. Avant l'application de l'analyse de la variance, la normalité des des données, a été vérifiée.

Tableau 3.2. Normes d'interprétation des résultats de l'analyse de la variance

Probabilité	**Appellation pour le test de Fischer**
< 0,001	Très hautement significative
Comprise entre 0,001 et 0,01	Hautement significative
Comprise entre 0,001 et 0,01	Simplement significative
> 0,05	Non significative

III.4. Calcul du coût de l'inaction

L'évaluation du coût de l'inaction a tenu compte de la différence des rendements en volume en fonction des différents types d'intervention sylvicoles dans les parcelles échantillons. L'évaluation monétaire a fait référence aux prix appliqués officiellement par les services ayant en charge les forêts dans la vente du bois sur pied comme l'indique le tableau 3.3. L'évaluation des recettes escomptée a pris en considération les propositions du plan d'aménagement de Gakara proposé par la FAO en 2009 (tableau 3.4).

Tableau 3.3. Prix de vente des produits forestiers sur pied et proportion retenu par catégorie

Type de produit	Prix par m^3 de bois sur pied	Proportion retenue par catégorie d'usage
Bois de feu	3 463 FBu	20%
Bois d'œuvre	7779 FBu	30%
Bois de service	5 083 FBu	20%
Poteau	13 256 FBu	30%

Source : Département des forêts, 2011

CHAPITRE IV. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

IV.1. Présentation des résultats

IV.1.1. Paramètres structuraux

La surface moyenne des parcelles T1 s'élève à 79,72 ha. La biomasse moyenne a été évaluée à de 877 m^3/ha et la circonférence moyenne à 122 cm. Les valeurs des autres paramètres ont été estimées à 46,9 m pour la hauteur de l'arbre moyen, 208,3 cm pour la circonférence dominante, 62,25 m la hauteur dominante, 649 tiges / ha pour la densité moyenne et 76,90 m^2/ha pour la surface terrière.

La surface moyenne des parcelles T2 s'élève à 80,61 ha. La biomasse moyenne a été évaluée à de 1123 m^3/ha et la circonférence moyenne à 123 cm. Les valeurs des autres paramètres ont été estimées à 45,7 m pour la hauteur de l'arbre moyen, 207 cm pour la circonférence dominante, 61,25 m la hauteur dominante, 691 tiges / ha pour la densité moyenne et 81,08 m^2/ha pour la surface terrière.

La surface moyenne des parcelles T3 s'élève à 13,4 ha. La biomasse moyenne a été évaluée à de 1533 m^3/ha et la circonférence moyenne à 115 cm. Les valeurs des autres paramètres ont été estimées à 47 m pour la hauteur de l'arbre moyen, 183,7 cm pour la circonférence dominante, 59 m la hauteur dominante, 991 tiges / ha pour la densité moyenne et 105,2 m^2/ha pour la surface terrière (Tableau 4.1).

Tableau 4.1. Principaux paramètres dendrométriques des parcelles traitement 1, traitement 2 et traitement 3

Traitement / Paramètre	T1 (C0)	T2 (CN)	T3 (CR)
S (ha)	79,72	80,61	13,4
Vol / ha (m^3/ha)	877	925,747	1161
Cm (Cm)	122	123	115
Hm (m)	46,9	45,7	47
Cdom (Cm)	208,3	207	183,7
Hdom (m)	62,25	61,25	59
N Tig / ha	649	691	991
ST (m^2/ha)	76,9	81,08	105,2
Biomasse (tone/ha)	877	1123	1533

IV.1.2. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la production de biomasse du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués ont présenté un effet hautement significatif sur la production de la biomasse (P-value < 0,001) (Tableau 4.2). Les résultats du test de Newman-Keuls ont mis en évidence que les différentes moyennes de la biomasse sont classées en 3 groupes (A, B et C). Ainsi, les parcelles ayant bénéficié d'une coupe rase ont une biomasse moyenne élevée (1532 tonnes/ha). Par contre, celles n'ayant bénéficié d'aucune coupe ont une biomasse moyenne la plus petite (877 tonnes/ha) (Tableau 4.3).

Tableau 4.2. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la biomasse

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-Value
Traitement	2	2628321	1314160	41,99	< 0,001
Résiduelle	24	751146	31298		
Total	26	1872813			

Tableau 4.3. Classification des moyennes de la biomasse en groupes homogènes

Traitements	Moyenne	Classification des moyennes pour la biomasse en groupes homogènes				
		Versus moyennes		Valeur t	Différence significatif	Groupes de moyennes homogènes
CR	1532	CR	CN	5,663	Yes	A
CN	1123	CR	CO	9,071	Yes	B
C0	877	CN	CO	3,408	Yes	C

IV.1.3. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la circonférence du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués n'ont pas manifesté d'effet significatif sur la circonférence de référence des peuplements traités (P-value de 0,074).

Tableau 4.4. Résultats de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la circonférence

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-value
Traitements	2	405,09	202,54	2,91	0,074
Résiduelle	24	1670,18	69,59		
Total	26	1807,94			

IV.1.4. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la hauteur du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués ont manifesté un effet non significatif sur la Hm des peuplements traités (P-value de 0,506).

Tableau 4.5. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet de traitements sur la hauteur moyenne

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-value
Traitements	2	11,529	5,764	0,70	0,506
Résiduelle	24	197,168	8,215		
Total	26	206,519			

IV.1.5. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la circonférence dominante du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués ont manifesté un effet hautement significatif sur la Cdom des peuplements traités (P-value = 0,001) (Tableau 4.6.). Les résultats du test de Newman-Keuls ont mis en évidence que les différentes moyennes de la biomasse sont classées en deux groupes (A et B). Ainsi, on a une certaine homogénéité entre les circonférences dominantes de la coupe normale et de la coupe zéro (avec des valeurs t respectivement de 4,087 et 3,810), il se manifeste aussi une différence significative entre les deux traitements et la coupe rase. Par contre, les parcelles n'ayant bénéficié d'aucune coupe ont une biomasse moyenne la plus petite (183,8 cm) (tableau 4.7).

Tableau 4.6. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la circonférence dominante

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-value
Traitements	2	4523,8	2261,9	10,43	< 0,001
Résiduelle	24	5204,0	216,8		
Total	26	6735,4			

Tableau 4.7. Classification des moyennes de la circonférence dominante en groupes homogènes

Traitements	Moyenne	Classification des moyennes pour la circonférence dominante en groupes homogènes				
		Versus moyennes		Valeur t	Différence significatif	Groupes de moyennes homogènes
CR	208,3	C0	CN	0,277	No	A
CN	206,7	C0	CR	4,087	Yes	A
C0	183,8	CN	CR	3,810	Yes	B

IV.1.6. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la hauteur dominante du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués ont manifesté un effet non significatif sur la Hdom (P-value = 0,094) (Tableau 4.8).

Tableau 4.8. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la hauteur dominante

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-value
Traitements	2	51,735	25,868	2,62	0,094
Résiduelle	24	237,168	9,882		
Total	26	258,741			

IV.1.7. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la densité du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués ont présenté un effet hautement significatif sur la densité (P-value < 0,001) (Tableau 4.9). Les résultats du test de Newman-Keuls ont montré que les différentes moyennes de la biomasse sont classées en deux groupes (A et B). Ainsi, les parcelles ayant bénéficié d'une coupe rase ont une densité élevée (990 tiges/ha). Par contre, celles n'ayant bénéficié d'aucune coupe ont une densité la plus petite (648 tiges/ha) (tableau 4.10).

Tableau 4.9. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la densité

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-value
Traitements	2	831028,0	415514,0	22,44	< 0,001
Résiduelle	24	444485,0	18520,0		
Total	26	730341,1			

Tableau 4.10. Classification des moyennes pour la densité en groupes homogènes

Traitements	Moyenne	Classification des moyennes pour la densité en groupes homogènes				
		Versus moyennes		Valeur t	Différence significatif	Groupes de moyennes homogènes
CR	990	CR	CN	5,381	Yes	A
CN	691,1	CR	C0	6,146	Yes	B
C0	648,6	CN	C0	0,765	No	B

IV.1.8. Incidence des types de traitements sylvicoles sur la surface terrière du peuplement de Gakara

Les résultats de l'ANOVA ont montré que les traitements appliqués ont manifesté un effet hautement significatif sur la surface terrière (P-value < 0,001). (Tableau 4.11). Les résultats du test de Newman-Keuls ont mis en évidence que les différentes moyennes de la ST sont classées en 2 groupes (A et B). Ainsi, les parcelles ayant bénéficié d'une coupe rase ont une ST élevée (105,13 m^2/ha). Par contre, les parcelles avec C0 ont une ST la plus petite (76,9 m^2/ha). Mais, il y a une certaine homogénéité entre les densités de la coupe normale et la coupe zéro (avec la valeur de t de 5,431 et 4,626) comme le montre le tableau 4.12.

Tableau 4.11. Résultat de l'ANOVA montrant l'effet des traitements sur la surface terrière

Source de variation	Degré de liberté	SCE	Variance	F	P-value
Traitements	2	5568,6	2784,3	17,18	< 0,001
Résiduelle	24	3889,1	162		
Total	26	5826,1			

Tableau 4.12. Classification des moyennes pour la surface terrière en groupes homogènes

Traitements	Moyenne	Classification des moyennes pour la surface terrière en groupes homogènes				
		Versus moyennes		Valeur t	Différence significatif	Groupes de moyennes homogènes
CR	105,13	CR	CN	4,626	Yes	A
CN	81,08	CR	C0	5,431	Yes	B
C0	76,9	CN	CR	0,805	No	B

IV.1.9. Coût de l'inaction occasionné par l'application tardive du mode de traitement sylvicole au massif forestier de Gakara

La nature des produits attendus et en fonction des prix appliqués officiellement au niveau du marché publique permet d'avoir une estimation des volumes à exploiter par catégorie de produits en référence aux données du plan d'aménagement de Gakara. Il ressort que de tous les traitements appliqués, seule la CR donne beaucoup de produits dans toutes les catégories, suivies de la CN et enfin la C0 (Tableau 4.13).

Tableau 4.13. Produits attendus par ha en fonction de la biomasse disponible

Traitements	**BO (m^3)**	**BS (m^3)**	**P (m^3)**	**BF (m^3)**
C0	175	263	263	175
CN	225	337	337	225
C0	307	460	460	307

IV.1.9.1. Recettes escomptées par la mise en exploitation du massif en 2020

Les recettes escomptées par hectare après la vente des produits sur pied du peuplement forestier s'élèvent respectivement à 6 790 507 FBu pour les parcelles n'ayant bénéficié d'aucune coupe, 8 709 693 FBu pour les parcelles qui ont bénéficié la CN et à 11 887 234 FBu pour les parcelles à CR (Tableau 4.14).

Tableau 4.14. Recettes escomptées parla mise la vente des produits forestier en 2020

Traitement	Type de produit	Volume cumulé 2020	Prix Vente /m^3(Fbu)	Recettes totales (Fbu)
Coupe Zéro	Bois d'Œuvre	175	7779	1361325
	Bois de service	263	5083	1336829
	Poteaux	263	13256	3486328
	Bois de feu	175	3463	606025
	Total	877	-	6790507
Coupe Normale	Bois d'Œuvre	225	7779	1 750275
	Bois de service	337	5083	1 712971
	Poteaux	337	13256	4467272
	Bois de feu	225	3463	779175
	Total	1123	-	8 709693
Coupe Rase	Bois d'Œuvre	307	7779	2 388153
	Bois de service	460	5083	2 338 180
	Poteaux	460	13256	6 097760
	Bois de feu	307	3463	1 063141
	Total	1533	-	11 887234

Source : Auteur, 2020

IV.1.9.2. Estimation du coût de l'inaction à la gestion durable du massif forestier de Gakara

Le manque à gagner de cinq nonante-six mille sept cents vingt-sept franc burundais (5 096 727FBu) par ha en comparant la coupe rase et la coupe zéro. Le tableau 4.15 donne le coût de l'inaction par rapport aux différents traitements.

La comparaison entre les 3 traitements donne le coût de l'inaction le plus élevé estimé à trois milliards sept cent soixante-quatorze millions six cent quatre-vingt-six mille neuf cent quatre-vingts trois franc burundais (3 774 686 983FBu) sur l'ensemble du peuplement d'*Eucalyptus grandis*.

Les résultats montrent que l'absence d'intervention sylvicole reste toujours préjudiciable au rendement du peuplement parce que la coupe zéro donne chaque fois le faible rendement ligneux et la plus faible valeur monétaire (Tableau 4.15).

Tableau 4.15. Coût de l'inaction estimé sur l'ensemble du peuplement d'*Eucalyptus grandis*

Traitements versus		Manque à gagner /ha	Total du coût de l'inaction sur 740,61ha
C0	CN	1 919 186	1 421 368 343
C0	CR	5 096 727	3 774 686 983
CN	CR	3 177 541	2 353 318 640

IV.2. Discussion des résultats

Les résultats de la comparaison des trois traitements sylvicoles sur différents paramètres dendrométriques varient d'un paramètre à un autre. Le rendement en biomasse à l'ha pour le traitement avec CR est supérieur à celui des autres traitements. Cela aurait dû à un bon développement du taillis mis en place. Les résultats similaires sur les rendements ont été étudiés sur plusieurs révolutions de l'*Eucalyptus grandis* à Muguga au Kenya (365 m^3/ha à 30 ans), il est de 108,6 m^3/ha à Rubona peuplement de 4,9 ans, 295 m^3/ha à 18 ans (Coster, 1974) et au Rwanda, dans arboretum de Ruhande, pour le boisement d' *Eucalyptus grandis* âgé de 40 ans, son rendement en biomasse est de 915 m^3/ha. Ces résultats corroborent l'affirmation qui dit que les révolutions de taillis produisent normalement nettement plus que la première révolution de futaie (Pryor, 1982).

L'hypothèse 1, qui stipule que le rendement moyen à l'échelle des parcelles de Gakara varie en fonction du rythme et du mode de traitement appliqué est donc acceptée. Autrement dit, il y a une différence remarquable de production en m^3/ha entre les traitements. Cela pourrait s'expliquée par le fait que lors des prélèvements de 1990, les parcelles qui ont bénéficié de la coupe rase ont commencé à se régénérer avec une nouvelle biomasse, qui, en 2020 va être additionnée pour trouver la biomasse totale pour la production de ces parcelles. Mais, pour la coupe zéro par exemple, les arbres mises en place il y a 40 ans sont restés sur place jusqu'en 2020.

Pourtant les résultats de l'inventaire de 2020 montrent que les circonférences moyennes des trois traitements ne sont pas différentes du fait que la grosseur des arbres a atteint sensiblement son maximum. La légère différence observée chez les parcelles ayant subis la coupe rase proviendrait de la forte densité observée au niveau du taillis qui s'est installé après la coupe. D'après Fofifa (1993), à l'âge de 44 ans l'*Eucalyptus grandis* à Ampamaherana (Madagascar) a manifesté un diamètre moyen de 40 cm, soit 125,6 cm de circonférence.

Par contre, les circonférences dominantes moyennes des trois traitements sont proches statistiquement et ne présentent pas de différence significative entre les trois traitements. Cela serait expliqué par l'âge du peuplement dont le rythme de croissance s'est presque arrêté. Les résultats similaires sont trouvés par (Alder, Drichi and Elungat, 2003), en Ouganda, où ils ont trouvé 100 cm circonférence pour les peuplements de 30 ans.

Quant à la hauteur moyenne des peuplements, elle est sensiblement égale pour tous les traitements, il n'existe pas de différence significative entre les différents traitements. Nous estimons que l'inventaire de 2020 s'est réalisé longtemps après la période de croissance active du peuplement, la croissance en hauteur a déjà atteint son optimum. Les résultats de l'inventaire 2020 correspondent aux résultats trouvés par (Anderson, 1968), en Australie. Il confirme que l'*Eucalyptus grandis* est un grand arbre de 60-70 m de hauteur. Selon le modèle de rendement de l'*Eucalyptus grandis* en Ouganda, on trouve qu'à 30 ans, l'*Eucalyptus grandis* atteint 47,8 m hauteur. Il peut atteindre 22-36 m en 20 ans selon les études menées par Jacovelli (2001) à Rwenori (Alder, Drichi and Elungat, 2003).

Concernant le nombre de tiges/ha, les résultats de la comparaison multiple montre qu'il ya une certaine homogénéité entre les la densité de la coupe normale et la coupe zéro et une différence significative entre les deux traitements et la coupe rase. Nous avons une densité plus élevée pour les parcelles ayant bénéficiées d'une coupe rase par rapport aux autres traitements. Cela s'expliquerait par le fait que les rejets de souches augmentent le nombre de pieds par rapport à la futaie de départ. Alder, Drichi and Elungat, (2003) ont fait le travail sur le modèle de rendement, avec simulation de peuplements à Rwenzori Highlan Tea Campany typiques en Ouganda, pour le boisement d*'Eucalyptus grandis* âgé de 30 ans et ils ont trouvé une densité de 595 tiges/ha.

Les traitements appliqués ont manifesté un effet hautement significatif sur les surfaces terrières moyennes des peuplements traités. La surface terrière est plus élevée pour les parcelles ayant bénéficiée d'une coupe rase par rapport aux autres traitements. Cela s'expliquerait par le fait que la densité et la circonférence de référence sont les deux paramètres déterminants pour cette caractéristique dendrométrique. Cette différence serait due à la forte densité du taillis issue aux rejets de souche après la coupe rase qui est un facteur important dans le calcul de surface terrière.

En ce qui concerne le coût de l'inaction, les recettes escomptées par hectare après la vente des produits sur pied du peuplement forestier s'élèvent respectivement à6 790 507FBu par ha pour la coupe zéro, 8 709 693FBu par ha la coupe normale et à 11 887 234FBu par ha pour la coupe rase. Il ressort de ces résultats que l'application de la méthode de coupe rase apporterait beaucoup plus de recettes monétaires par rapport aux deux autres types de traitement.

Le manque à gagner entre les trois traitements montre le coût de l'inaction le plus élevé estimé à trois milliards sept cent soixante-quatorze millions six cent quatre-vingt-six mille neuf cent quatre-vingts trois FBu franc burundais (3 774 686 983FBu) sur l'ensemble du peuplement *d'Eucalyptus grandis*. Les résultats montrent aussi que l'absence d'intervention sylvicole reste toujours préjudiciable au rendement du peuplement parce que la coupe zéro donne chaque fois le faible rendement ligneux et la plus faible valeur monétaire.

Au vus ce ces résultats, la deuxième hypothèse selon laquelle le coût de l'inaction occasionné par l'application tardive du mode traitement au niveau du massif forestier de Gakara est énorme est acceptée.

CHAPITRE V : CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

V.1. Conclusion

Cette étude menée a pour but d'évaluer l'influence de différents traitements sylvicoles (CN, CR et CO) sur la productivité des boisements artificiels de Gakara et d'en déduire le coût de l'inaction lié à l'irrégularité ou l'absence des traitements sylvicoles.

Les résultats ont montré que certains paramètres structuraux ayant les valeurs les plus élevées comme la biomasse, la surface terrière, le volume, la densité et la hauteur dominante sont rencontrés au niveau des parcelles qui ont bénéficiées un traitement de coupe rase. Par contre des valeurs moins élevées sont rencontrées pour les parcelles qui ont subi la CN ou qui n'ont bénéficié d'aucune coupe. L'effet traitement présente une influence significative sur certains paramètres de structure à savoir la biomasse, la circonférence dominante, la densité et la surface terrière.

L'absence de traitements a une incidence remarquable sur le coût de l'inaction. En effet, le coût de l'inaction induit par l'absence des traitements ou l'application tardive de ces derniers s'élève à trois milliards sept cent soixante-quatorze millions six cent quatre-vingt-six mille neuf cent quatre-vingts trois FBu franc burundais (3 774 686 983 FBu) sur l'ensemble du peuplement.

Les gestionnaires du boisement de Gakara devraient voir les possibilités de valoriser ce patrimoine du pays qui constitue une source de revenu importante.

V.2. Recommandations

A l'OBPE

- De réhabiliter et renouveler les infrastructures routières externes et les pistes internes au chantier de Gakara ;
- Promouvoir des techniques d'exploitation, du transport et de valorisation des produits forestiers.
- De planifier l'exploitation complète du boisement de Gakara qui regorge beaucoup de recettes ;
- De revoir la législation sur le commerce des produits forestiers (modalité de vente et de taxation) ;
- Planifier et disponibiliser les engins d'exploitation forestière pour les endroits accidentés comme Gakara ;
- Formation du personnel exploitant des ressources naturelles ;
- Le renforcement des capacités des chefs de chantier, des techniciens du chantier pour la gestion durable de ce boisement ;
- Prévoir l'achat du matériel d'exploitation moderne.

Aux responsables de chantier Gakara

- Renforcer la protection et le gardiennage de la forêt ;
- De contrôler et suivre de plus en plus les différentes parcelles du boisement même les plus éloignées ;
- Planifier et assurer la gestion et le suivi du massif.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AFOCEL (1992). Culture de biomasse ligneuse: Taillis à courtes retations d'*Eucalyptus* : estimation des volumes de bois sur pied, barèmes de productivités et de coûts pour les opérations de récolte. Ed. AFOCEL, 35p.

Alder, D., Drichi, P. and Elungat, D. (2003). Yields of *Eucalyptus* and Caribbean Pine in Uganda. Uganda Forest Resources Management and Conservation Programme. Kampala, Uganda. (May), 52p.

Anderson, R. (1968). The Trees of New South Wales. NSW Dept. of Agriculture in. Sydney,510p.

Bararwandika, A., 2000, Rapport national sur le secteur forestier. Collecte et analyse des données pour l'aménagement durable des forêts joindre les efforts nationaux et internationaux. Actes de l'atelier de Lambaréné (Gabon), 60p.

Besse F. (2009). Rapport de fin de mission : Appui à la Gestion des Peuplements d'*Eucalyptus* et de Pinus et le partage équitable des Bénéfices. TCP/BDI/3202, Bujumbura Burundi, 47p.

Boland D. J., Brooker M. I. H., Chippendale G. M., Hall N., Hyland B. P. M., Johnston R D., Kleinig D. A., Turner J. D., (1984). Forest trees of Australia. 687p.

Bouvet (1999). Les plantations d'*Eucalyptus*. Evolutions récentes et perspectives. Le Flamboyant, Spécial *Eucalyptus*, FOFIFA-DRFP Antananarivo, 25p.

Burren, C. (1995). Les eucalyptus au Rwanda ; analyse de 60 ans d'experience avec référence particulière à l'arboretum de Ruhande ISAR- Ruhande. Rwanda ; intercooperation, Bern Suisse. Bern Suisse,160p.

Cailliez, F. & Guéneau, P. (1972). Analyse en composantes principales des propriétés technologiques des bois Malgaches. Annales des Sciences Forestières, 30, p.

CARTER, W. G. (1974). Growing and harvesting eucalypts on short rotations for pulping. Australian Forestry, 36p.

Chaix G, Chantal I, Poitel M, Razafiarivelo S, Verhaegen S, M. J. (2002). Microsatellite primer amplification by multiplexing: a first application to *Eucalyptus grandis*. Plant Molecular Biology Reporter, 20p.

Chaix, G. (2015). Gene flow studies in an *Eucalyptus grandis* seed orchard in Madagascar. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier,275p.

Chaix G. & Ramamonjisoa L., 2001. (2001). Production de semences pour les reboisements malgaches. Bois et Forêts des Tropiques, 269p.

CIRAD (2011). *Eucalyptus grandis*, rapport. Le projet d'aménagement pilote intégré de Dimako, Cameroun. CIRAD-Forêt, Campus International de Baillarguet; BP 5035; 34032 Montpellier cedex; France. 169 p.

COSIGNY (1961). Pratique des inventaires statistiques en terrain accidenté. SilvaeGenetica, vol.37, 131p.

Daya, A. (2018). Etudes des contraintes de croissance des arbres sur pied d'*Eucalyptus grandis* et du chêne vert : caractérisation et valorisation sous forme de bois collé.Marrakech, Maroc 2004.Université Paul Verlaine METZ, 158p.

Eddine B.S. (2018). Etude de l'effet de l'hybridation interspécifique sur la teneur et la position chimique des limites essentielles d'*Eucalyptus* cultivé au Maroc, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, 38p.

Eldridge K, Davidson J., Harwood C., Van Wyk G., (1993). *Eucalypt* domestication and breeding. 288p.

FAO. (1982). Les *Eucalyptus* dans les reboisements. Collection FAO: Forets n°1l, 753p.

FAO (2008). Appui à la gestion durable des peuplements d'*Eucalyptus* et de *Pinus* et au partage équitable des bénéfices. TCP/BDI/3202. 29 p.

INECN, GEF et UNDP (2009). Quatrième rapport du Burundi à la Convention sur la diversité biologique. Mise en œuvre de l'objectif 1010 de la CDB. République du Burundi, Ministère de l'eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'urbanisme –Bujumbura Burundi, 60p.

IGEBU (2020). Relevées climatologique de la station Tora.gitega- Burundi.

Jeannoda, V. (2011). Plantation d'*Eucalyptus* et Changement climatique mondial organisé par CIRAD, Rio bresil.91p.

De Ligne A. et Guizol P. (1987). Synthèse des recherches forestières effectuées au Burundi. Bruxelles,Place du champs de mars, Belgique,60p.

Karsenty A. 2019. Certification of tropical forests: A private instrument of public interest. A focus on the Congo Basin. *Forest Policy and Economics*, 106p.

Melun, F. & Nguyen, N. (2012). L'*Eucalyptus* en France : une espèce remarquable pour la production de biomasse. Revue Forestière Française,26p.

Moncur M.W., Mitchell A., Fripp Y, K. G. (1995). The role of honeybees (Apis mellifera) in Eucalypt and acacia seed production areas. Com For Rev,64p.

Myburg, A. et A. (2014). The genome of *Eucalyptus grandis*. Nature 510p.

Navarro de Andrade, E. (1931). Les *Eucalyptus* comme arbre de reboisement pour les pays tropicaux ou subtropicaux (Suite et fin)., Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 845p.

NDABIRORERE S., 2009. Cadre National Stratégique d'Intervention à Moyen Terme de la FAO au Burundi pour la, période 2010-2014. Secteur : Environnement et Forêt. Rapport définitif. FAO Bujumbura Burundi. 45 p.

Ndikumagenge C., Fondjo Th., Angu K., 2006. Rapport-synthèse de suivi du processus de l'application des législations forestières et la gouvernance en Afrique (AFLEG) : cas de l'Afrique centrale Burundi, Cameroun, Congo, Gabon, République Centrafricaine, République Démocratique du Congo. 29 p.

Ndorere V., 2009, Appui à la gestion des peuplements d'*Eucalyptus* et de *Pinus* et le partage équitable des bénéfices TCP 3202 : Résultats des travaux d'inventaire forestier sur les chantiers Gakara et Vyanda, Rapport de fin de mission, FAO. Bujumbura, Burundi, 68 p.

Njouonkou, A. et al. (2020). Etude comparative de la diversité des macrochampignons dans les plantations forestières matures d'*Eucalyptus* et de pins en zone de savanes tropicales à l' Ouest du Cameroun. Ecoscience. Taylor & Francis,13p.

Parde, J. (1958). Aux taillis-sous-futaie Méthodes Mathématiques-Statistiques d'Inventaire, ENGREF, Nancy 140p.

Pryor, L. D. (1982). Les*Eucalyptus* dans les reboisements (Etudes des forêts et des produits forestiers, N° 11). Rome FAO 783p.

Reynders, M.I. (1963). Contribution à l'étude de l'*Eucalyptus* au Rwanda et au Burundi. Publications de l'Institut national pour l'étude agronomique du Congo, Série technique n° 69.Rome FAO, 540p.

Ridja, R. N. (2013). Essai de scarification par la la germination des graines d'*Eucalyptus grandis* a kisangani, Kisangani-RDC, 52p.

Rishirumuhirwa, T. et E. Rose, 1998, Productivité de biomasse et gestion durable des exploitations dans le cas des plateaux à forte population du Burundi. Bulletin-Erosion (FRA), Bujumbura Burundi18p.

Robinson, N., Harper, R. J., Smettem, K. R. J. (2006). Soil water depletion by *Eucalyptus spp*. Integrated into dryland agricultural systems. Plant and Soil, 41p.

Rondeux J. (1993). Mesure des arbres et peuplements forestier. les presses Agronomiques Gembloux, 521p.

Rufuguta E. (2010). Plan d'aménagement du massif forestier de Gakara. Projet TCP / BDI / 3202, Bujumbura Burundi, 53p.

Rufuguta E., 2007 : Contribution à la connaissance de l'intérêt économique, écologique et social des ressources forestières au Burundi, IDEC, avril 2007, Bujumbura Burundi, 24p.

RUZIMA, S. Synthèse du rapport sur les effets de la crise socio-politique sur l'environnement au Burundi, novembre 1996 Bujumbura Burundi, 56p.

Salle, L. and Salle, L. (2020). Entomologie: l'entomofaune associée au gommier rouge (*Eucalyptus camaldulensis dehnh* , 1832) dans l'algérois, 145(3),355p.

Dos Santos, P. E. T., Geraldi, I. O., Garcia, J. N. (2004). Estimates of genetic parameters of wood traits for sawn timber production in *Eucalyptus grandis.*Genet Mol Biol,.27p.

Schmidt-Haas P. and Wullschleger E. (1978). Plans for a Swiss National Inventory. National Forest Inventory. Institutul de Cercetari si Amenajari Silvice, Bucuresti (Romania)554p.

Sedgley M, S. R. (1989). Pistil receptivity and pollen tube growth in relation to the breeding of *Eucalyptus* woodwardi. Annals of Botany, 64p.

Sedgley M.F., Hand C., Smith R.M, G. A. (1989). Pollen tube growth and early seed

development in *Eucalyptus regnans F. Muell*. (Myrtaceae) in relation to ovule structure and preferential outcrossing. Australian Journal of Botany, 37p.

Temgoua L, Njoukam R, Peltier R. 2011. Plantations ingénieuses de bois d'œuvre par les paysans de l'Ouest-Cameroun. Bois For Trop. 309p. doi:10.19182/bft2011.309.a20467

Treiner, J. (2000). Extrait du Bulletin officiel n° 6 du 12 août 1999, Paris-France, 37p.

Uyuk, B. (2018). Plantations ingénieuses de bois d'œuvre par les paysans de l'Ouest-Cameroun. Bois For Trop. 76p.

Yabuk, T. G. K. (2014). Dynamique de la biodiversite ligneuse et des stocks de carbone dans les systèmes agroforestiers à base de cacaoyer au centre cameroun : cas de ngomedzap. Université de DSCHANG.106p.

Vauron P., Vernay M., 1990. Reboisements industriels. Secteur Nord *Eucalyptus*. Gakara-Gahuni-Murwi-Buhayira. Projet BM/FAC, BP 1716, Bujumbura, Burundi. 40p.

ANNEXES

Annexe 1 : Structure des parcelles inventoriées, inventaire 2020

TTT	Code	S (ha)	Circ.Cm	NT/ha	ST.m^2/ha	Biom.Tone/ha	C d moy	H d moy	H moy
C0	2.19.4	6,2	116	751	80	864	207	60	46
C0	2.19.3	2,8	131	687	92	1101	210	66	53
C0	3.07.1	13,3	112	563	56	619	214	59	44
C0	3.08.2	15,1	117	555	60	642	183	56	47
C0	2.16.3	3,1	119	780	89	1026	192	64	47
C0	2.16.2	9,8	122	502	60	720	192	64	48
C0	2.16.1	6,8	116	737	79	922	194	61	46
C0	2.19.2	2,4	139	480	74	838	220	65	46
C0	2.19.1	4,1	133	576	82	996	232	63	47
C0	3.01.3b	5,1	123	680	82	849	211	65	45
C0	3.02.2	3,7	122	850	98	1140	214	60	47
C0	3.02.1	7,6	118	623	73	809	194	64	47
			122	**649**	**77**	**877**	**205**	**62**	**47**
CN	2.05.3	6,3	138	577	87	1254	230	62	43
CN	2.05.1	12,3	121	555	64	887	196	61	43
CN	2.15.5	4,3	121	592	70	1038	214	63	47
CN	2.08.5	6,5	121	506	59	857	202	61	48
CN	2.08.4	3,2	126	645	81	1059	194	58	45
CN	2.12.5	2,5	118	740	81	1123	214	57	43
CN	2.12.1	15,2	137	600	91	1334	207	60	42
CN	3.01.4	11,0	122	675	79	1082	212	58	52
CN	2.15.3	3,1	130	760	99	1329	231	66	48
CN	2.15.4	3,2	110	955	92	1204	194	66	51
CN	3.03.4	5,3	108	1048	98	1325	206	64	44
CN	3.06.4	2,8	121	640	73	988	180	59	43
			123	**691**	**81**	**1123**	**207**	**61**	**46**
CR	2.09.1	5,1	111	980	95	1283	194	64	47
CR	2.03.2	5,3	119	983	112	1524	185	58	44
CR	3.02.4	3,0	116	1010	109	1794	172	56	50
			115	**991**	**105**	**1533**	**184**	**59**	**47**

Annexe 2 : Inventaire 2009

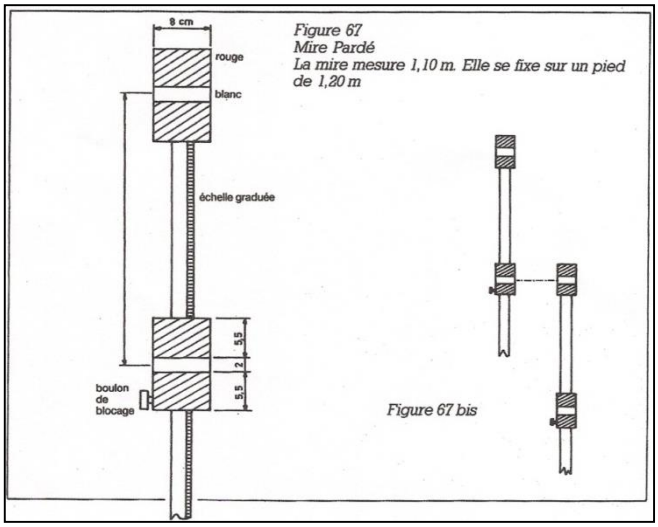
TTT	Code	S (ha)	Circ.Cm	NT/ha	ST.m^2/ha	Biom.tone/ha	C d moy	H d moy
C0	2.19.4	6,2	97	783	59	703	155	49
C0	2.19.3	2,8	101	517	43	511	142	48
C0	3.07.1	13,3	84	387	27	310	134	44
C0	3.08.2	15,1	100	687	54	658	140	50
C0	2.16.3	3,1	88	783	45	533	133	61
C0	2.16.2	9,8	95	765	55	668	152	52
C0	2.16.1	6,8	98	757	55	668	152	52
C0	2.19.2	2,4	120	650	73	906	182	57
C0	2.19.1	4,1	100	413	37	473	154	28
C0	3.01.3b	5,1	97	700	54	646	129	42
C0	3.02.2	3,7	108	588	56	690	164	51
C0	3.02.1	7,6	108	588	56	690	164	51
			100	**635**	**51**	**621**	**150**	**49**
CN	2.05.3	6,3	112	425	42	522	163	46
CN	2.05.1	12,3	102	888	49	602	176	46
CN	2.15.5	4,3	95	943	69	480	165	52
CN	2.08.5	6,5	85	708	40	475	160	55
CN	2.08.4	3,2	112	360	36	449	173	51
CN	2.12.5	2,5	97	660	48	568	137	49
CN	2.12.1	15,2	100	688	56	688	162	61
CN	3.01.4	11,0	96	585	43	512	147	58
CN	2.15.3	3,1	122	500	60	764	179	59
CN	2.15.4	3,2	99	742	59	721	165	49
CN	3.03.4	5,3	97	686	52	618	155	62
CN	3.06.4	2,8	113	450	47	585	96	31
			103	**636**	**50**	**582**	**157**	**52**
CR	2.09.1	5,1	82	1030	54	627	136	42
CR	2.03.2	5,3	109	480	47	593	165	26
CR	3.02.4	3,0	112	580	53	660	172	54
			101	**697**	**51**	**627**	**158**	**41**

Annexe 3 : Matériels utilisés lors de l'inventaire forestier et leurs fonctions



	Matériel de terrain	Fonctions
1	GPS	Déterminer les coordonnées géoréférencées des parcelles inventoriées.
2	Dendromètres de Suunto et Dendromètre de Blume Leiss avec mire pliante	Mesurer les hauteurs des arbres
3	Clinomètre de Suunto	Mesurer de la pente.
4	Mire Pardé avec dendromètre de Blume Leiss	Délimiter l'assiette des placettes
5	Boussoles	Cheminer et implanter les centres des placettes
6	Décamètre	Mesurer la distance au sol
7	Topofils de ceinture, Bobines à fils	Mesurer la distance entre las centres des placettes
8	Mètres rubans	Mesurer la grosseur des arbres
9	Fiches de terrain (ou d'inventaire) et des crayons	Consigner les données collectées sur les arbres
10	Cartes administratives	Localiser spatialement les parcelles échantillons sur les différentes collines
11	Une jeep tout terrain	Déplacer les équipements durant la mission
12	Un appareil photo numérique	Prendre des photos
13	Un ordinateur portable	Enregistrer et traiter les données

Annexe 4 : La mire pardé



Distance entre les voyants de la mire en fonction de la pente du terrain

Pente α (degré)	Distance b (cm) entre voyants pour des surfaces de:				
	2 ares	4 ares	5 ares	10 ares	15 ares
0	23,9	33,9	37,8	53,5	65,6
5	24,0	34,0	38,0	53,7	65,8
10	24,3	34,4	38,4	54,3	66,6
15	24,8	35,0	39,2	55,4	67,8
20	24,4	36,0	40,2	56,9	69,7
25	26,3	37,3	41,7	58,9	72,2
30	27,5	38,9	43,5	61,5	75,3
35	28,9	40,9	45,7	64,7	79,2
40	30,7	43,4	48,5	68,7	84,1

Source :(Rondeux, 1993)

Annexe 5. Note portant la révision des prix

REPUBLIQUE DU BURUNDI

Ministère de l'Eau, de l'Environnement,
de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme

DEPARTEMENT DES FORETS

B.P. 631 Bujumbura, Tél.: 246783

Réf. N°.3621.22...../774

NOTE DE SERVICE N°.09...../2011 PORTANT REVISION DES PRIX DE VENTE DU BOIS SUR PIED

- Considérant les prix de vente des produits forestiers en Mairie de Bujumbura et sur tout le territoire national ;
- Revu la note de service n°04/2008 portant fixation des prix des produits forestiers ;
- Considérant les frais de transformation de la matière brute en produits finis ou semi-finis ;
- Considérant les frais de transport des produits forestiers à partir des chantiers jusqu'à Bujumbura ;

Le Département des Forêts fixe les prix de vente des produits forestiers sur pied comme suit :

- Bois de feu sur pieds : 3.463 FBU/m³
- Bois d'œuvre : 7.779 FBU/m³
- Bois de service : 5.083 FBU/m³
- Poteau : 13.256 FBU/m³

Fait à Bujumbura, le 11/11/2011

Le directeur du Département des Forêts

Ir. Félix NGENDABANYIKWA

Annexes 6. Localisation géographique des parcelles-échantillons de Gakara

Traitement	Parcelle	Code des parcelles	S (ha)	Commune	Sous colline	Altitude	Coordonées géo-référencées		Pente (%)
							Latitude	Longitude	
Coupe Rase	1	3.02.4	3	Muhuta	Rushiga	2208	077 21 05	9598208	38
	2	2.09.1	5,1	Muhuta	Masara	2136	077 18 54	9599615	45
	3	2.03.2	5,3	Muhuta	Mugoboka	2158	077 18 02	9598921	42
Coupe Normale	1	3.06.4	2,8	Muhuta	Kukubutare	2081	077 03 07	9599249	33
	2	2.15.4	3,2	Muhuta	Kero	2121	077 37 83	9598719	25
	3	2.15.3	3,11	Muhuta	Kero	2110	077 32 79	9598665	20
	4	3.01.4	11	Mukike	Rutabu	2004	077 37 39	9600967	10
	5	2.12.1	15,2	Muhuta	Gikonkoro	2051	077 31 67	9599407	38
	6	2.12.5	2,5	Muhuta	Gikonkoro	1991	077 30 16	9600842	47
	7	2.08.4	3,23	Muhuta	Gikonkoro	1988	077 23 61	9601734	47
	8	2.15.5	4,3	Muhuta	Nyanzoka	2047	077 39 50	9599092	36
	9	2.05.3	6,38	Muhuta	Gakitze	1977	077 08 17	9601447	40
	10	2.05.1	12,39	Muhuta	Gakitze	2011	077 07 29	9601216	36
	11	3.03.4	5,3	Muhuta	Ruganza	2099	077 22 48	9596474	35
	12	2.08.5	6,53	Muhuta	Rutongo	1926	077 27 45	9601321	67
Coupe Zéro	1	3.02.1	7,6	Muhuta	Kamena	2102	077 13 42	9598523	43
	2	3.02.2	3,7	Muhuta	Rushiga	2187	077 21 26	9598075	25
	3	3.01.3b	5,1	Mukike	Rutabu	2037	077 37 37	9601260	45
	4	2.19.1	4,13	Mukike	Rutabu	2026	077 40 32	9600590	40
	5	2.19.2	2,39	Mukike	Rutabu	2021	077 40 68	9600451	24
	6	3.07.1	13,3	Muhuta	Ruyobera	1853	076 86 99	9598730	27
	7	2.16.3	3,1	Muhuta	Ndiza	2059	077 44 84	9599489	27
	8	2.16.1	6,8	Muhuta	Ndiza	1937	077 36 51	9600162	50
	9	2.19.3	2,8	Mukike	Rubatu	2054	077 44 30	9600410	26
	10	2.19.4	6,2	Mukike	Rutabu	2108	077 47 14	9600494	28
	11	3.08.2	15,1	Muhuta	Nyabimata	1916	076 88 26	9599295	44

Annexe 7 : Fiche d'inventaire

Fiche 1 : Identification du boisement et relevés de données géo référencées

Responsable : Kantungeko Diomède	**Date : 1/10**		**Conditions de travail** : Inventaire systématique	**Observations :**	
Province : Rumonge	**Commune :** Muhuta		**Colline :** Rutongo	**Sous-colline :** Kanzaganya	
Code du boisement : 2.01.02			**Propriétaire** : Industriel (Domanial) OBPE	**Catégorie** : Dom : Domanial	
Essence(s) : Eucalyptus **Régime :** Futaie			**S en ha : 05**	**Pente (%)** : 42	**Age :** 39
Données géoréférencées du boisement					
Altitude :	**Latitude** :			**Longitude** :	
Etat général du boisement					
Feux de brousse **:**	Coupes illicites :	Défrichements :		Types de travaux antérieurs :	
Autres observations :					

Légende : Dom : domanial

Fiche 2 : Fiche d'inventaire en plein ou systématique

Responsable de l'équipe : Kantungeko Diomède			**Date** : 1/10/2020		**Observations :**		
Identification du boisement : 2. 03. 2	**Province :** Rumonge	**Commune :** Muhuta	**Colline :** Rutongo	**Sous colline :**	**Essence** : Eu	**Age :** 39	**S (ha) :** 5,3
Coordonnées géoréférencées : **Alt : 1959 m Lat : $3^0$30'7'' Long : $29^0$26'57''**				**Appartenance** : Dom			

Répartition des circonférences de références des arbres en différentes classes (en cm)

Essence Euc.	**0-19**	**20-39**	**40-59**	**60-79**	**80-99**	**100-119**	**120-139**	**140-159**	**160-179**	**180-199**	**200-219**	**220-239**	**240-259**	**≥260**
P1														
P2														
P3														

Légende des essences : **Euc** : Eucalyptus, **P** : Placette

Fiche 3 : Fiche de relevée des hauteurs des arbres de la placette (cas d'inventaire en plein)

Responsable de l'équipe : Kantungeko Diomède					**Date** : 1/10		**Observation :**
Identification du boisement : **2. 03. 2**	Province : Rumonge	Commune : Muhuta	Colline : Kanzaganya	Sous colline :	Essence : Eu	Age : 39	S (ha) :5,3
	Coordonnées géoréférencées : Alt : 1959 m **Lat :** $3^0$30'7" **Long :** $29^0$26'57"						**Appartenance** :

Données sur la hauteur et la circonférence de référence des arbres de la placette

Essences	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Euc.	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$	H et $C_{1.30}$

Légende des essences : Euc : Eucalyptus, $H_{1,30}$: Hauteur à 1,30 m, $C_{1,30}$: Circonférence à 1,30 m

Fiche 4 : Relevée des données de la grosseur et hauteur des arbres en cas d'inventaire statistique

Responsable de l'équipe : Kantungeko Diomède			**Date** : 1/10		**Observations :**		
Identification du boisement : **2. 03. 2**	**Province** : Rumonge	**Commune** : Muhuta	**Colline** :	**Sous colline** :	**Essence** :	**Age** :	**Surface du boisement (ha) :**
Coordonnées géoréférencées :		**S (placette) :**		**Appartenance** :			

N^{O} des placettes	**Répartition des circonférences de références des arbres en différentes classes (en cm)**												**Hdom et Cdom**	
	0-19	**20-39**	**40-59**	**60-79**	**80-99**	**100-119**	**120-139**	**140-159**	**160-179**	**180-199**	**200-219**	**≥220**	**Arb1**	**Arb2**
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														