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

Contribution à l'étude de l"influence de la dose des entrants fértilisants (dap et urée) sur la longueur végétalative en pépinière de l'eucalptus saligna.site zege

Ndayisenga, Aimable; Sous la direction de : Dr Ir Bandushubwenge Denis; Msc Niyonzima Herménégilde

2013-12
UB, ISA Gitega
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2244

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

UNIVERSITE DU BURUNDI

ISTITUT SUPERIEUR D'AGRICULTURE
(ISA)

B.P.35 GITEGA



« CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA DOSE DES INTRANTS FERTILISANTS (DAP ET UREE) SUR LA LONGUEUR VEGETATIVE EN PEPINIERE DE *L'EUCALYPTUS SALIGNA*, SITE ZEGE »

Par

NDAYISENGA Aimable

Sous la direction de :

Dr Ir BANDUSHUBWENGE Denis
Msc NIYONZIMA Herménégilde

Mémoire présenté et défendu
Publiquement en vue de l'obtention
du grade d'Ingénieur Industriel

Option : Génie Rural, Eaux et Forêts
(GREF)

Gitega, Décembre 2013

DEDICACE

A Dieu tout Puissant,

A mon regretté père,

A ma mère,

A ma regretté grande sœur Nshimirimana Séraphine et son époux Manirakiza Damien,

A mes frères et ma sœur Anne Marie,

A mon épouse Kwizera Jeanine,

A la famille BAMBARA Léonidas ;

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous exprimons nos sentiments de gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Nos sincères remerciements sont adressés à Monsieur Dr Ir BANDUSHUBWENGE Denis, promoteur et directeur de ce mémoire et à Monsieur Msc NIYONZIMA Herménegilde, codirecteur de ce mémoire, qui, malgré leurs multiples occupations ont bien guidé notre recherche. Leurs disponibilités, leurs qualités humaines et intellectuelles nous ont été d'un grand intérêt.

Nos remerciements s'adressent également à la ferme de l'ISA représentée par Monsieur NIYONZIMA Dieudonné qui nous a donné un terrain d'expérimentation, à tous nos éducateurs depuis l'école primaire jusqu'à l'Université particulièrement ceux de l'ISA.

A toute personne de la famille restreinte ou élargie spécialement mes amis de Kirundo qui m'ont côtoyé depuis la fréquentation de l'ISA jusqu'aujourd'hui, je dis sincèrement grand merci.

SIGLES ET ABREVIATIONS

^{0}C : Degré Celsius

CM : Carré Moyen

DAP : Diammonium Phosphate

DDL : Degré de Liberté

FAO : Food and Agriculture Organisation

INEAC : Institut National des Etudes Agronomiques du Congo

ISA : Institut Supérieure d'Agriculture

ISABU : Institut des Sciences Agronomiques du Burundi

ISAR : Intitut des Sciences Agronomiques du Rwanda

Prob.: Probabilité

SCE : Somme des Carrés des Ecarts

TEST-F : Test de Fisher

V/C : Rapport Valeur sur Coût

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Proportion du mélange du substrat selon la nature du sol 23

Tableau 2 : Valeurs moyennes des facteurs climatiques pendant la période d'expérimentation 36

Tableau 3 : Différentes doses pour les engrais chimiques appliqués 40

Tableau 4 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la hauteur du plant (en cm) de l'*Eucalyptus saligna.* 44

Tableau 5 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la circonférence de la tige du plant (en cm) de l'*Eucalyptus saligna.* 46

Tableau 6 : Synthèse des résultats moyens bruts pour le nombre de feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna.* 47

Tableau 7 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la longueur des 49

feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna.* 49

Tableau 8 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la largeur des feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna.* 50

Tableau 9 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la dynamique de la formation des racines de l'*Eucalyptus saligna* 52

Tableau 10 : Durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna* en fonction des traitements et des types d'engrais 53

Tableau 11 : Analyse de la variance entre les différents types d'engrais pour la durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna* 53

Tableau 12 : Analyse de la variance entre les différents traitements pour la durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna* 54

Tableau 13 : Test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour la longueur végétative de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière selon les traitements 55

Tableau 14 : Coûts engagés à une plate-bande de 5000 plants 56

Tableau 15 : Analyse de la rentabilité économique des traitements pour les types d'engrais appliqués 57

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photo montrant les fleurs et feuilles de l'*Eucalyptus saligna* 8

Figure 2 : Localisation géographique de la région naturelle de Kirimiro..... 32

Figure 3 : Localisation du marais de Kambu 34

Figure 4 : Photo montrant la pesée de la quantité d'engrais à l'aide de la balance électronique au laboratoire..... 38

Figure 5 : Dispositif expérimental..... 39

Figure 6 : Photo illustrant l'extraction du plant dans une pépinière 42

Figure 7 : Evolution de la hauteur du plant de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués..... 45

Figure 8 : Evolution de la circonférence de la tige du plant de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués ... 46

Figure 9 : Evolution de la formation des feuilles en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués 48

Figure 10 : Evolution de la longueur des feuilles en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués. 49

Figure 11 : Evolution de la largeur des feuilles de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués..... 51

RESUME

Le présent travail est une étude de la dose des intrants fertilisants (DAP et Urée) dans la pépinière de l'*Eucalyptus saligna,* site Zege.

Notre étude a pour objectif de déterminer le type d'engrais efficace et sa meilleure dose assurant la longueur végétative (durée) plus courte de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière, susceptible d'être proposé aux forestiers de notre zone d'expérimentation.

Pour y arriver, un essai expérimental a été installé dans le marais de Kambu de la ferme de l'ISA en commune et province Gitega. Les types d'engrais utilisés sont : DAP et Urée, et nous avons fait la combinaison des deux en proportion égale. Les différents traitements adoptés sont : T_0 (témoin), T_1 (application de 50mg d'engrais par sachet trois fois le mois), T_2 (application de 50mg d'engrais par sachet deux fois le mois) et T_3 (application de 50mg d'engrais par sachet une fois le mois).

Pour l'analyse de la variance, les résultats ont montré que les traitements T_1 et T_2 affichent un effet très hautement significatif sur la longueur végétative de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière avec en moyenne 92 jours contre 121 jours pour les traitements T_0 et T_3. Les mêmes résultats ont montré que les engrais appliqués n'ont pas manifesté une influence significative entre eux sur la durée de cette espèce en pépinière.

Pour ce qui est de l'analyse de la rentabilité économique, les résultats obtenus nous montrent que tous les traitements sont économiquement rentables mais les plus économiquement rentables, pour ceux avec la longueur végétative plus courte, sont les traitements T_2 pour l'Urée et la combinaison en proportion égale (DAP+Urée) avec des rapports égaux à 3,47.

De cela l'utilisation de l'Urée deux fois le mois est efficace pour la réduction du temps mais la matière organique est plus préférée car elle est sans effet.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE ..... **i**

REMERCIEMENT ..... **ii**

SIGLES ET ABREVIATIONS ..... **vi**

LISTE DES TABLEAUX ..... **iv**

LISTE DES FIGURES ..... **v**

RESUME ..... **vi**

TABLE DES MATIERES ..... **vii**

INTRODUCTION GENERALE **1**

PREMIERE PARTIE : APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE **3**

CHAP I. GENERALITES SUR L'*EUCALYPTUS SALIGNA* 4

I.1. Origine et Historique 4

I.2. Classification taxonomique 5

I.3. Description botanique 5

I.4. Ecologie de l'*Eucalyptus saligna* 6

I.4.1. Facteurs climatiques 6

I.4.2. Facteurs édaphiques 7

I.4.3. Facteurs biotiques 7

I.5. Caractéristiques et utilisations de l'*Eucalyptus saligna* 8

I.5.1. Caractéristiques de l'Eucalyptus saligna 8

I.5.2. Utilisations de l'Eucalyptus saligna 8

CHAP II. TECHNIQUES DE MISE EN PLACE D'*EUCALYPTUS* **9**

SALIGNA **9**

II.1. Techniques de pépinière 9

II.1.1. Semis en germoir 9

II.1.2. Repiquage 9

II.1.3. Problèmes particuliers liés à la sylviculture de l'Eucalyptus saligna 9

II.2. Techniques d'implantation et entretien 10

II.2.1. Ecartement entre les plants 10
II.2.2. Dimensions du trou de plantation 10
II.2.3. Entretien 10
II.3. Conduite des peuplements 10
II.3.1. Modes de traitements (METRO, 1975) 10
II.3.1.1. Traitement en futaie 10
II.3.1.2. Traitement en taillis fureté 10
II.3.1.3. Traitement en taillis simple 10
II.3.1.4. Traitement en taillis sous-futaie 11
II.3.2. Les opérations sylvicoles 11
II.3.2.1. Regarnissage 11
II.3.2.2. Recépage 11
II.3.2.3. Dépressage 11
II.3.2.4. Dégagement 12
II.3.2.5. Eclaircie 12
II.3.2.6. Emondage 13
CHAP III. GENERALITES SUR LA FERTILISATION 14
III.0. Introduction 14
III.1. Rôle des fertilisants dans la vie de la plante 14
III.1.1. Rôles joués par l'azote 14
III.1.2. Phosphore et son rôle pour la plante 14
III.1. 3.Rôles joués par le potassium 14
III.2. Forme d'engrais 16
III.2.1. Forme granulée 16
III.2.2. Forme liquide 17
III.3. Principe de fertilisation minérale 14
III.4. Effet de la fertilisation organo-minérale 20
CHAP. IV. GENERALITES SUR LA PEPINIERE 20
IV.1. Définitions 20

IV.2. Aménagement 21
IV.2.1. Emplacement 21
IV.2.2. Délimitation de l'emplacement 21
IV.2.3. Préparation de l'emplacement 21
IV.2.4. Préparation du substrat 22
IV.3. Préparation des germoirs et techniques de semis 23
IV.3.1. Ombrière 21
IV.3.2. Semis 24
IV.3.2.1. Modalités de semis 24
IV.4. Repiquage 26
IV.5. Arrosage 27
IV.6. Fertilisation et traitement phytosanitaire 27
IV.6.1. Fertilisation 27
IV.6.2. Traitement phytosanitaire 28
IV.7. Triage des plants 28
IV.8. Désherbage 29
IV.9. Cernage et habillage des plants 29
DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION 30
CHAP V. MATERIEL ET METHODES 30
V.1. Description du site expérimental 30
V.1.1. Localisation de l'essai 30
V.1.2. Le sol 34
V.1.3. Le Climat 34
V.1.3.1. Les précipitations 35
V.1.3.2. Les températures 36
V.2. Matériel utilisé 36
V.3. Méthodologie adoptée 37
V.3.1. Délimitation et Préparation de la pépinière 37
V.3.2. Collecte des données 40

V.3.2.1. Hauteur du plant 40
V.3.2.2. Circonférence de la tige 40
V.3.2.3. Nombre de feuilles 40
V.3.2.4. Longueur des feuilles 40
V.3.2.5. Largeur des feuilles 41
V.3.2.6. Dynamique de la formation des racines 41
V.3.3. Analyse statistique 42
V.3.4. Analyse de la rentabilité économique 42
CHAP VI. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES **44**
RESULTATS **44**
VI.1. Présentation des résultats 44
VI.1.1. Paramètres de croissance 44
VI.1.1.1. Hauteur du plant 44
VI.1.1.2. Circonférence de la tige 45
VI.1.1.3. Nombre de feuilles 47
VI.1.1.4. Longueur des feuilles 48
VI.1.1.5. Largeur des feuilles 50
VI.1.1.6. Dynamique de la formation des racines 52
VI.1.2. Longueur végétative de l'Eucalyptus saligna en pépinière 52
VI.3. Rentabilité économique 55
CHAP VII. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS 59
VII.1. Conclusion générale 59
VII.2. Recommandations 60
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES **61**

INTRODUCTION GENERALE

Au Burundi comme dans d'autres pays tropicaux, la demande en bois de service, bois d'œuvre et à usage industriel est considérable et augmente au rythme de la population qui est sans cesse croissante. C'est pour cette raison qu'on opte pour la plantation des essences exotiques à croissance rapide et à rendement élevé en produits ligneux. Parmi ces essences figure l'*Eucalyptus* qui compte plus de 600 espèces sans compter les hybrides naturels et artificiels.

L'*Eucalyptus* revêt toujours une importance primordiale dans les pays en voie de développement. L'*Eucalyptus* sert de fins diverses : grumes, panneaux, pieux, poteaux ainsi que pour l'environnement et l'agrément. L'*Eucalyptus* joue un rôle spécialement important dans la production des ressources renouvelables de bois de feu. Son adaptabilité à un vaste éventail de climats (semi-désertique, froid, tempéré ou alpin), son aptitude d'établissement, sa croissance impressionnante, sa forme exceptionnelle ainsi que ses immenses possibilités d'utilisation offrent à *Eucalyptus* une place de choix parmi les autres espèces exotiques.

Au Burundi, peu de recherches ont été menées dans le domaine de la fertilisation des plantules d'*Eucalyptus* en pépinière. C'est dans cette perspective que nous avons mené une étude relative à la fertilisation de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière à la ferme de l'ISA à Zege, en région naturelle de Kirimiro.

Notre essai a été installé dans le marais de Kambu situé en commune et province de Gitega. L'objectif de cette étude est de chercher, parmi le DAP et l'Urée ainsi que leur combinaison, le type d'engrais efficace et sa meilleure dose qui assure la longueur végétative plus courte (durée) de cette espèce en pépinière.

Ce travail est subdivisé en deux principales parties structurées en 7 chapitres :

- Le premier chapitre parle des généralités sur *Eucalyptus saligna ;*
- Le deuxième chapitre illustre les techniques de mise en place de l'*Eucalyptus saligna* ;
- Le troisième chapitre évoque les généralités sur la fertilisation ;
- Le quatrième chapitre parle des généralités sur la pépinière ;
- Le cinquième chapitre traite du matériel et des méthodes utilisés au cours de ce travail ;

- ❖ Le sixième chapitre quant à lui est consacré à l'analyse et discussion des résultats ;
- ❖ Le septième et dernier chapitre termine le travail par un appendice conclusif avec quelques recommandations.

PREMIER PARTIE : APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Californie et à Hawaï. A Hawaï, il se reproduit sur les bords des peuplements plantés. Bien qu'il fut introduit à Hawaï à la fin du XIX^{e} siècle, l'arbre n'a pas été largement planté jusqu'aux années 1960, lorsqu'il est devenu l'arbre principal utilisé pour le reboisement.

Un certain nombre de documents avec *Eucalyptus saligna* en fait désigner à *Eucalyptus grandis* de par leur hybridation, c'est particulièrement le cas en Afrique. Cette situation a été provoquée parce qu'*Eucalyptus grandis* n'était pas nommé jusqu'en 1918 et avant cela, les graines de ces deux espèces ont été exportées sous le nom de *saligna* (SANGER, 1978).

I.2. Classification taxonomique

Communément appelé la gomme bleue de Sydney ou simplement la gomme bleue, *Eucalyptus saligna* a été décrit par le naturaliste anglais James Edward Smith en 1797 et porte encore son nom d'origine. Les espèces nom *saligna* se réfèrent à quelques ressemblances avec un saule, bien que ce qui attribuent ce n'est pas claire.

Il a été classé dans le sous-genre *Symphyomyrtus*, Section *Latoangulatae*, série *Transversae* (orientales bleu gencives) par Brooker et Kleinig. Ses deux plus proches parents sont la gomme inondée (*Eucalyptus grandis*) et la gomme bleue de montagne (*Eucalyptus deanei*). Au sud de Sydney Harbour et Parramatta River, les peuplements purs *d'Eucalyptus saligna* cédaient la place à des populations hybrides avec bangalay (*Eucalyptus botryoides*) (ANONYME, cités par FAO, 1982).

I.3. Description botanique

L'*Eucalyptus saligna* appartient à l'ordre des Myrtales, à la famille des Myrtaceae et à la classe des Dicotylédones. (SARDIN, 1987 cité par RURACENYEKA, 1992)

L'*Eucalyptus saligna* est un arbre de 35 à 55 m de hauteur et de 2 à 2,50m de diamètre à hauteur poitrine. L'écorce caduque se décortiquant en plaques allongées, sauf parfois à la base du tronc, de couleur claire avec des reflets orangés ou bleutés.

Les feuilles de jeunesse non opposées pour plus de quatre paires, sont courtement pétiolées, lancéolées larges, fines, ondulées, vert pâle, de 3 à 6 cm sur 2 à 3 cm.

CHAP I. GENERALITES SUR L'*EUCALYPTUS SALIGNA*

Dans un pays comme le Burundi où la plupart du bois de consommation énergétique est prépondérante (plus de 95%), la maîtrise de la fertilisation des plantules d'*Eucalyptus* en pépinière doit être un préalable au lancement de tout programme de reboisement afin d'arriver à produire des plantations forestières à haut rendement, capables de satisfaire la forte demande en bois.

I.1. Origine et Historique

Les *Eucalyptus* sont originaires d'Australie, de Tasmanie, de Nouvelle Zélande et des îles des archipels voisins du Pacifique. Ils ont été introduits en Afrique centrale et s'y sont bien développés, certains donnent même des résultats nettement supérieurs à ceux obtenus dans leurs pays d'origine.

Le genre *Eucalyptus,* remarquable par son instabilité dont témoigne la multiplicité des espèces et des variétés, offre toute une gamme d'espèces pouvant non seulement satisfaire à des conditions écologiques variées, mais aussi à des exploitations très diverses. (FAO, 1982)

Les premiers boisements établis au Burundi et au Rwanda sont issus des semences originaires du Tanganyika, de la Rhodésie et de l'Afrique du Sud et comportent principalement les *Eucalyptus camaldulensis, tereticornis, rudis, citriodora,* et plus tard *saligna.*
Les boisements communaux d'*Eucalyptus* datent de 1931. En 1960, ceux-ci couvraient au Burundi et au Rwanda, 43000 ha.

Très tôt le genre *Eucalyptus* fait l'admiration et l'espoir des forestiers car on cherchait ardemment des espèces à haut rendement, ou pouvant s'adapter à diverses conditions écologiques.
C'est pourquoi de multiples introductions ont été réalisées, surtout en arboretum et en station de recherches, par les services forestiers, par l'INEAC, par l'ISABU, par l'ISAR et par les diverses organisations ou institutions forestières. (FAO, 1982)

L'*Eucalyptus saligna*, qui fait objet de ce travail, a été nommé en 1797. Connu sous le nom de Gomme bleue de Sydney, il est un arbre de gros bois dur australien courant le long de la côte de la Nouvelle-Galles du Sud et au Queensland. Des Etats-Unis, il a été introduite Floride, en

Les feuilles adultes alternes sont pétiolées, lancéolées étroites, de 10 à 20 cm sur 1,5 à 3 cm, à nervation fine et régulière(60°).

Les inflorescences sont en ombelles axillaires, de 3 à 9 fleurs, à pédoncules aplatis, anguleux, de 8 à 12mm. Les boutons sont sessiles, ou courtement pédicellées, de 4 à 5mm de diamètre, à opercule en forme de calotte hémisphérique apiculée ou rostrée, aussi long que le réceptacle.

Les fruits sont sessiles ou très courtement pédicellés, à réceptacle ovoïde ou cylindrique légèrement campanule, de 5 à 6mm de diamètre sur 5 à 6mm de hauteur, à disque plat, assez fin, à valves parfois exertes, généralement arasantes. (FAO, 1982)

Les racines de l'*Eucalyptus saligna* se développent tout au long du profil du sol pour qu'il soit assez résistant au vent sur des sols profonds, mais facilement renversés sur les sols peu profonds. Il ne produit pas une racine pivotante. Les racines sont principalement de la tige sous le lignotuber, bien qu'une superposition parfois produit un peu de distance de la lignotuber sur les tiges enterrées.
Dans les plantations sous réserve occasionnelle de séchage de la surface du sol, les racines peu profondes sont tuées et développent un système racinaire plus profond (DUBOURDIEU, 1997).

I.4. Ecologie de l'*Eucalyptus saligna*

Nous avons tous pu constater que, à l'état spontané, les arbres ne poussent pas n'importe où, chaque espèce a, en effet, des exigences ou des tolérances particulières vis-à-vis des différents facteurs de l'environnement.

Ces facteurs de l'environnement (ou facteurs écologiques) peuvent être divisés en facteurs climatiques, édaphiques et biotiques (JACOBS, cité par FAO, 1982).

I.4.1. Facteurs climatiques

Il s'agit essentiellement de la qualité et de la répartition des précipitations, des températures moyennes et extrêmes annuelles. Dans les pays où la température est rarement limitant (cas des pays méditerranéens et tropicaux), ce sont les pluies qui conditionnent la répartition des végétaux. Dans les pays tempérés et nordiques, c'est surtout la température (JACOBS, cité par FAO, 1982).

Eucalyptus saligna préfère un climat chaud, d'une température moyenne comprise entre 24 à 33^{0}C, avec une légère saison sèche de pas plus de 4mois. Bien qu'il peut supporter de courtes périodes de sécheresse, une meilleure croissance est réalisée sur les sites avec une forte pluviosité bien répartie entre 800 et 1800mm tout au long de l'année (KABONEKA et GUIZOL ., 1990).

I.4.2. Facteurs édaphiques

Eucalyptus saligna a besoin des sols moyennement bons, de préférence de type limoneux humide et non saturés d'eau ; il s'agit en général de podsols de types variés. La croissance est suffisante sur des sols podsols lourds dérivant de schistes. L'espèce évite les sables pauvres et secs. Le sous-sol comporte un peu d'argile, frais mais pas trop humide.(FAO, 1982)

I.4.3. Facteurs biotiques

Par facteurs biotiques, on entend la concurrence exercée par les autres végétaux, les relations avec les animaux (action qui peut être bénéfique ou néfaste), et l'action de l'homme qui, par certaines pratiques culturales, peut favoriser ou défavoriser certaines espèces (JACOBS, Cité par FAO, 1982).

Eucalyptus saligna s'est avéré être très adapté pour les plantations dans les régions montagneuses tropicales à courtes rotations. Cet arbre à croissance rapide, exigeant de la lumière, est très sensible à la concurrence des mauvaises herbes au cours de la première année et donc des mesures pour contrôler la croissance des mauvaises herbes émergents doivent être effectuées plusieurs fois. Le début de la croissance rapide permet à *Eucalyptus saligna* à dominer la végétation concurrente.

I.5. Caractéristiques et utilisations de l'*Eucalyptus saligna*

I.5.1. Caractéristiques de l'Eucalyptus saligna

La photo 1 montre les différentes caractéristiques de l'*Eucalyptus Saligna* au niveau de ses feuilles et fleurs.



Figure 1 : Photo montrant les fleurs et feuilles de l'*Eucalyptus saligna*

Les feuilles de l'***Eucalyptus saligna*** adultes sont alternes, pétiolées, lancéolées étroites, de 10 à 20 cm sur 1,5 à 3 cm, à nervation fine et régulière(60°).

Ses fleurs contiennent des graines grâce auxquelles il y a multiplication de cette espèce par semis soit dans la pépinière ou par le vent.

I.5.2. Utilisations de l'Eucalyptus saligna

Sur les sites favorables, *Eucalyptus saligna* est capable d'une croissance rapide au début et a un potentiel comme une espèce forestière de ferme pour la production de bois de grande valeur.

Le bois *d' Eucalyptus saligna* est récolté dans des peuplements naturels et utilisé pour la construction générale, plancher, bardage, lambris, placage, poteaux, mobilier et construction d'ingénierie lourde (TROUVILLIEZ, 1987).

CHAP II. TECHNIQUES DE MISE EN PLACE D'*EUCALYPTUS SALIGNA*

II.1. Techniques de pépinière

La technique de semis en germoir et de repiquage en sachets polyéthylènes s'avère indispensable pour l'ensemble des *Eucalyptus* du fait de la petite taille des graines et de la fragilité des plantules.

II.1.1. Semis en germoir

Le semis en germoir se fait à la volée, les graines étant mélangées dans un récipient à quelques poignées de sables blanc sec pour :

- augmenter le volume à manipuler ;
- faciliter la répartition sur le germoir et son appréciation ;
- éviter l'agglutination des graines (FAO, 1986).

II.1.2. Repiquage

Le repiquage commence lorsque les plantules sont au stade de 4 à 6 feuilles en germoir. A ce stade, les plants sont déplacés du germoir aux sachets remplis d'un mélange de sable (60%) ou de terre argilo-siliceuse et de terre noire (40%). Il faut un substrat léger et perméable. Pour améliorer la capacité de l'ensemble, il est bon de rajouter un peu d'argile ; ceci facilite les opérations de chargement, transport et distribution lors de la plantation, on apporte souvent une fertilisation au moment du mélange.

Le contenant le plus souvent utilisé est le sachet en polyéthylène. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- hauteur : 10 cm ;
- demi-largeur : 4 cm ;
- percés à la base de 9 trous de 6mm de diamètre (HENDRIK, 1996).

II.1.3. Problèmes particuliers liés à la sylviculture de l'Eucalyptus saligna

Un des problèmes majeurs que pose l'élevage des plants d'*eucalyptus saligna* en pépinière est que l'espèce a des semences très petites, ne contenant que très peu de substances de réserve. De plus, ces petites graines entrent dans le régime alimentaire des fourmis et autres insectes (et de certains oiseaux).

La fonte de semis en cas de la mauvaise répartition au niveau du germoir ; le déplacement, agglutination, déchaussement ou enfouissement des graines en cas d'arrosage abondant ; l'attaque aux rongeurs et aux autres animaux occasionnent également des pertes non moins importantes en pépinière (PIERLOT, cité par FAO, 1982).

II.2. Techniques d'implantation et entretien

II.2.1. Ecartement entre les plants

De nombreux essais d'espacement variés ont été faits dans les pays où l'on plante *Eucalyptus saligna.* Les espacements initiaux variaient entre 2m x 2m et 3m x 3m ou 2m x 3,5m. Aujourd'hui, on adopte souvent 2,4m x 2,4m ou 2,7m x 2,7m.

Le choix des écartements entre les plants doit répondre aux objectifs d'aménagement et à la fertilité de la station. En règle général, sur les sols pauvres, il faut une densité plus faible, et sur sols riches, une densité plus forte, mais qui permettent d'obtenir rapidement un peuplement exploitable compte tenu de l'objectif de son installation. Plus le nombre de tiges à l'hectare est élevé, plus forte est la croissance totale en volume dans les premières années, et plus élevés naturellement sont les coûts de production des plants et de plantation.

Un autre facteur important à prendre en considération dans le choix de l'espacement de plantation est l'utilisation possible d'équipement mécanique pour la culture du sol et la récolte. Dans les pays où l'on ne considère que l'emploi d'équipements mécaniques sera nécessaire dans l'avenir, on ménage par intervalles des rangs à plus grand écartement pour l'accès, ou bien on écarte les lignes à un minimum de 3m. pour le sarclage mécanique croisé, l'espacement minimal est de 3m x 3m (ISABU, 1988).

II.2.2. Dimensions du trou de plantation

Les dimensions du trou de plantation influencent la croissance des plants d'*Eucalyptus saligna* au jeune âge ; taux de survie de 79% pour 35 et 50cm^3 contre seulement 66% pour 20cm^3 (TROUVILLIEZ, 1987). On préconise des trous d'une dimension de 40cm x 40cm x 40 cm.

II.2.3. Entretien

Le travail du sol est extrêmement important car *Eucalyptus saligna* est très sensible à la concurrence herbacée dans le jeune âge.

Pour obtenir une bonne croissance, il est nécessaire de désherber en plein durant la période d'installation (FAO, 1986). Le binage ou disquage est nécessaire jusqu'au moment où les herbes atteignent une hauteur de 1 à 1,5m (généralement en 6-8 mois), ensuite, on procède à un rabattage de la végétation entre les rangs pour éviter qu'elle ne domine le jeune peuplement jusqu'à ce que celui-ci ait fermé son couvert (FAO, 1982).

II.3. Conduite des peuplements

II.3.1. Modes de traitements (METRO, 1975)

Les peuplements d'*Eucalyptus* peuvent être traités en futaie, en taillis sous futaie, en taillis fureté ou en taillis simple. Se dernier est très communément employé dans le monde.

II.3.1.1. Traitement en futaie

La futaie est un peuplement forestier composé d'arbres directement issus de semences sur place et qui sont destinés à atteindre un plein développement avant d'être coupés. Ce traitement paraît inadapté au Burundi. Sa production est, en effet, relativement faible et les gros arbres sont actuellement difficilement transportables.

II.3.1.2. Traitement en taillis fureté

C'est un peuplement forestier où seul des rejets choisis, de dimensions commercialisables, sont coupés à chaque passage en coupe, ce qui produit des peuplements de rejets non équiennes.

II.3.1.3. Traitement en taillis simple

Un traitement en taillis simple consiste à pratiquer une coupe rase sur l'ensemble du peuplement pour obtenir un peuplement rajeuni équienne constitué de rejets et de drageons. La révolution est relativement courte.

Il semble le plus intéressant au Burundi. Il fournit une production ligneuse maximale et répond aux besoins immédiats des populations rurales et des petits propriétaires (bois de chauffage et de service).

Il est le plus facile à appliquer et ne nécessite pas l'emploi d'une main d'œuvre forestière qualifiée. Son principal défaut est, cependant, d'entrainer une dégradation rapide des sols fragiles lorsque aucune précaution n'est prise.

II.3.1.4. Traitement en taillis sous-futaie

C'est un traitement consistant, dans le cadre du régime mixte du taillis sous-futaie, à pratiquer, à rotation fixe de durée relativement courte, une coupe du taillis, à l'exception de quelques brins appelés « baliveaux » qui précipitent à la constitution d'un étage de futaie, et une coupe partielle de la futaie constituée par les arbres sélectionnés et réservés au cours des passages en coupe précédents. Le peuplement mixte ainsi obtenu est constitué par un taillis surmonté d'une futaie d'âges multiples.

Celui-ci présente l'avantage de permettre la production simultanée de bois d'œuvre et de bois de chauffage. Il assure cependant une production ligneuse inferieure à celle du taillis simple et nécessite des connaissances techniques certaines (REYNDERS, 1963).

II.3.2. Les opérations sylvicoles

II.3.2.1. Regarnissage

Il favorise la constitution de l'état du massif sur toute la surface dans un bref délai.

II.3.2.2. Recépage

Il s'applique aux individus endommagés pendant l'exploitation et consiste à couper les tiges blaisées à 1 ou 2cm au dessus du sol pour favoriser l'apparition d'une nouvelle tige. Signalons, à toutes fins utiles, qu'il ne s'applique qu'aux espèces feuillues.

II.3.2.3. Dépressage

c'est une opération portant sur les jeunes semis ou rejets en vue d'améliorer leur croissance individuelle. Il consiste ainsi à enlever les sujets surabondants, malades ou malformés.

II.3.2.6. Emondage

Il consiste à enlever les gourmands qui apparaissent sur le fût des arbres de certaines essences. Ainsi, il permet de le rendre net et propre, non seulement en éliminant certaines branches au ras du tronc, mais en coupant aussi l'extrémité des branches ou des rameaux, à la périphérie de la cime (METRO, 1975).

CHAP III. GENERALITES SUR LA FERTILISATION

III.0. Introduction

Pour une croissance optimale des cultures, les substances nutritives doivent être disponibles en solution dans l'eau du sol, en quantité appropriée et équilibrée à des périodes bien précises. En cas de déficience ou de déséquilibre importants, la croissance et le développent se trouvent affectés. Les éléments nutritifs utilisés par les plantes proviennent essentiellement de la libération d'éléments issus des réserves du sol, de la décomposition des débris végétaux (racines, paillis, etc.), des fumures organiques, des engrais minéraux, de la fixation biologique de l'azote et des dépôts aériens (BOCKMAN, 1990).

L'application de la fumure organique (fumier de ferme ou de compost) est utile sur les sols pauvres en matière organique (DEVEAUX et HAVERKORT, 1985).

L'utilisation des substances nutritives exige la connaissance des besoins des cultures notamment les types de nutriments et les quantités requises ainsi que les combinaisons optimales avec les différents facteurs de croissance. Bien que les plantes contiennent pratiquement tous les éléments naturels, les besoins des plantes agricoles (plantes cultivées) connaissent 13 éléments nutritifs minéraux essentiels et quelques éléments nutritifs bénéfiques. On utilise habituellement pour les désigner le terme de « nutriments ». Ce terme est également employé de manière synonyme pour désigner les nombreuses substances nutritives (ions, molécules) assimilées par les plantes (DUDAL et ROY, 1987).

III.1. Rôle des fertilisants dans la vie de la plante

III.1.1. Rôles joués par l'azote (GONDE et JUSSIAUX, 1980)

L'azote existe dans le sol, dans l'air, dans les tissus des animaux et végétaux. Son importance est telle que les êtres vivants ne peuvent s'en passer. La plupart des plantes cultivées ne l'absorbent que par leurs racines. Celles des légumineuses fixent une partie de l'azote de l'air grâce à leurs nodosités. Il faut que le sol renferme donc une quantité suffisante d'azote soluble pour satisfaire les besoins des cultures. Ces actions sont diverses et importantes. L'azote :

est indispensable à l'élaboration des protéines, éléments essentiels des cellules des plantes ;

stimule la végétation c'est-à-dire la formation des parties herbacées des végétaux, des feuilles de l'herbe (dont il accroît la teneur en azote) ; chez les céréales, cet élément favorise le tallage mais son déséquilibre peut provoquer la verse des céréales parce qu'il prolonge l'état herbacé et empêche la lignification ;

augmente les rendements dans les proportions notables ;

retarde la maturation des grains et favorise le développement des rouilles, il doit donc être employé avec prudence ;

dans les prairies, il exagère le développement des graminées au détriment des légumineuses.

Bref, l'azote est un élément nutritif dont le rôle est déterminant pour la vie microbienne et la nutrition des plantes. Il assure une croissance rapide et donne à la plante la couleur verte. Il améliore la qualité des feuilles et tend à accroître la teneur en protéines de toutes les cultures et en composés organiques azotés. Il le principal facteur de croissance et de rendements.

III.1.2. Phosphore et son rôle pour la plante

Le phosphore disponible dans le sol se trouve sous forme d'ions phosphoriques dont les plus courants sont l'ion monovalent (H2PO4) et l'ion bivalent (HPO4) dont à proportion varie suivant le PH. Le phosphore est un constituant essentiel des végétaux dont la teneur moyenne en acide phosphorique P2O5 est de l'ordre de 0,5 à 1% de la matière sèche (GROS, 1979).

La formation de la matière sèche se fait plus rapidement en présence d'une quantité suffisante de P2O5 (DIEHL, 1975).

La plante peut absorber de petites quantités de P2O5 par contact direct des racines avec les éléments solides mais c'est surtout dans les solutions du sol qu'elle puise le P2O5 dont elle a besoin, sous forme d'ions phosphoriques. L'absorption est très active pendant la période de forte croissance végétative, elle se ralentit à partir de la floraison (GROS, 1979).

Il développe le système radiculaire des plantes permettant un plus large approvisionnement des végétaux ; il donne plus de rigidité aux tiges des

céréales, ce combat la verse ; il modifie la flore des prairies dans lesquelles il fait développer abondamment les légumineuses ; il confère à la plante une plus grande résistance aux maladies comme aux accidents des végétaux (GONDE et JUSSIAUX, 1980).

III.1.3. Rôles joués par le potassium (GONDE et JUSSIAUX, 1980).

La potasse dont l'élément de base est le potassium joue dans la nutrition de la plante un rôle important et complexe ;

elle favorise la formation des réserves ainsi que leur migration et leur accumulation dans les graines. Ce qui fait que le poids des récoltes augmente ;

elle améliore la qualité (graines plus remplies et plus denses) ;

elle donne une résistance plus grande à la dessiccation précoce ;

elle intervient dans l'absorption et l'utilisation de l'azote pour la fabrication de la matière azotée ;

elle accroît la résistance aux maladies cryptogamiques et aux accidents ;

elle facilite la conservation.

III.2. Forme d'engrais

III.2.1. Forme granulée

C'est l'une des diverses formes sous lesquelles se présentent les engrais solides à part les cristallisés, les concassées, en perles et les pulvérulents.

Les granulés et les perles n'ont cessé de se développer au dépens des pulvérulents à cause de leur facilité d'épandage et de conservation qui plaisent beaucoup aux agriculteurs.

Concernant l'épandage, il s'agit d'apporter l'engrais sur le sol ou dans le sol, de façon que les racines puissent l'absorber facilement en temps opportun (GROS, 1979).

L'épandage se fait soit en couverture, c'est-à-dire à la surface du sol, sur la totalité de la surface (en plein) ou sur une partie seulement (localisation) soit par l'enfouissement dans le sol ou en plein (par une façon culturale suivant un épandage en couverture) ou en localisation (GROS, 1979).

II.3.2.4. Dégagement

C'est une opération de sélection massale consistant à favoriser, dans la jeunesse, les essences précieuses ou fondamentales au décrument de la végétation concurrentielle en leur donnant l'espèce vitale qu'elles réclament et l'accès à la lumière.

II.3.2.5. Eclaircie

L'éclaircie est une coupe sélective réduisant le nombre de tiges (en faveur notamment des arbres objectifs) et s'accompagnant généralement de produits marchands ; l'éclaircie « par le haut » (le plus efficace) concerne principalement l'étage dominant (les strates supérieurs). Cette opération permet de doser le mélange des essences, de favoriser la biodiversité, de placer le peuplement dans les meilleures conditions de vigueur et de stabilité et d'obtenir les produits de qualité recherchée (DUBOURDIEU, 1997).

La solidité et l'étanchéité sont les qualités fondamentales d'un sac pour la conservation de l'engrais. La durée de stockage de l'engrais dans les sacs plastiques est limitée par vieillissement de la matière des sacs sous l'influence des rayons ultraviolets (GROS, 1979).

III.2.2. Forme liquide

Les engrais liquides (fluides) comprennent les engrais en solution ou suspension.

On peut utiliser ces engrais de trois façons :

- épandage de l'engrais liquide en couverture, sur le sol ou sur le feuillage, avec des pulvérisateurs comparables à ceux utilisés pour les traitements antiparasitaires on parle indistinctement de pulvérisation de solution d'engrais en cours de végétation sur certaines cultures et certaines périodes, constitue ce qu'on appelle fumure foliaire ou pulvérisation fertilisante ;
- enfouissement de l'engrais en profondeur et à divers écartements avec les appareils enfouisseurs et localisateurs ;
- mélange de l'engrais à l'eau d'irrigation fertilisante.

La fumure foliaire a lieu sur culture en cours de végétation, que l'on cherche ou non à faire absorber (GROS, 1979).

Autres formes

- **L'Urée : $CO(NH_2)_2$**

C'est l'engrais azoté solide le plus concentré. Très soluble, l'urée se transforme rapidement dans le sol en gaz carbonique et en azote ammoniacal. Sa facilité de dissolution dans l'eau et l'innocuité relative de ses solutions sur le feuillage permettent de l'utiliser en pulvérisations foliaires et pour l'irrigation fertilisante. Elle est sous forme perlée ou, de plus en plus, granulée.

L'urée dispose deux particularités importantes :

- Tant que l'urée n'est pas hydrolysée, elle descend dans le sol comme un nitrate, non retenue par le pouvoir absorbant. Une fois hydrolysée, elle se comporte comme un engrais ammoniacal ;

- L'utilisation de l'urée par la plante nécessite l'action préalable d'une diastase microbienne, l'uréase : une bonne activité microbienne et une teneur satisfaisante en humus favoriseront l'hydrolyse (Christian *et al*, 2005).

L'efficacité de l'urée est comparable à celle des autres engrais azotés si l'on respecte certaines exigences liées à sa nature particulière : il faut éviter le risque de volatilisation partielle de l'ammoniac libéré lorsque l'hydrolyse se produit à l'air libre.
D'une manière générale, il est préférable d'enfouir l'urée après épandage par une façon légère, surtout en sol calcaire et par temps sec, de façon à ne pas laisser l'engrais séjourner longtemps sur le sol nu (GROS , 1979).

- **Les solutions azotées**

Elles sont fabriquées à partir du nitrate d'ammoniaque et de l'urée, parfois du sulfate d'ammoniaque.

- **La cyanamide calcique : CN_2Ca**

Ce produit peu utilisé contient 60 à 70% de CaO et présente surtout un intérêt pour son action désinfectante dans les herbages et les cultures maraîchères (Christian *et al*, 2005).

III.3. Principes de fertilisation minérale (DUDAL et ROY)

La fertilisation minérale s'attache à définir les effets et les modalités de réalisation d'un apport adéquat en éléments nutritifs. Puisque la plupart des sols ne contiennent pas suffisamment d'éléments nutritifs par rapport aux besoins des cultures et des rendements élevés même en y ajoutant les éléments nutritifs provenant des déchets de l'exploitation ; des apports supplémentaires d'éléments nutritifs s'avèrent nécessaires c'est-à-dire des engrais minéraux.

A compter de son introduction (dans les années 1880), la fertilisation minérale des cultures s'est développée en plusieurs étapes.
- **Fertilisation partielle** au moyen des éléments nutritifs primaires (N-P-K) afin d'éliminer les carences graves constituants les principaux facteurs limitant de la croissance. L'amélioration complémentaire de la qualité des sols se fait notamment par chaulage.

-Fertilisation complète c'est-à-dire prise en considération de tous les éléments nutritifs (en particuliers des éléments secondaires et des oligo-éléments fournis en quantité insuffisante par le sol).

-Fertilisation approfondie (intégrée) : il s'agit d'une fertilisation complète dans le cadre de l'application des méthodes agronomiques optimales afin d'utiliser plus efficacement les engrais et de réduire les pertes susceptibles d'être évitées.

III.4. Effet de la fertilisation organo-minérale

Le sol est un élément de base pour l'agriculture. Si la masse du sol est à la fois le support et le réservoir des éléments nutritifs des plantes, la rhizosphère constitue de loin la partie la plus active celle dont la dynamique et capitale pour la croissance des plantes et pour l'évolution du sol.

Le sol joue un rôle important dans la nutrition des plantes en mettant à leur disposition des éléments nécessaires à leurs fonctions essentielles. Les besoins en éléments nutritifs sont différents suivant les phases de croissance et de développement. Au début de la croissance, les plantes ont plus besoin de l'azote et du phosphore, pendant la formation intensive des feuilles, les besoins en azote et en potassium se font sentir alors que vers la fin du cycle végétatif ce sont les besoins en phosphore et potassium qui sont sentis le plus.

Quant aux besoins en calcium, ils sont présents du début à la fin du cycle végétatif, surtout en sol acide. En cas de déficience ou de déséquilibre important, la croissance et le développement des plantes s'en trouvent affectés (BOULAINE, 1971).

CHAP. IV. GENERALITES SUR LA PEPINIERE

IV.1. Définitions

Une pépinière est un terrain, une surface, une zone choisie et valorisée consacrée à la multiplication et à l'élevage des végétaux jusqu'à ce qu'ils puissent être plantés ailleurs.

La capacité d'une pépinière dépend :

-des besoins de la population visée ;

-de la répartition des emplacements à reboiser ;

-des difficultés de transport

Seule la dispersion de petites pépinières permet de toucher le maximum de gens dans les meilleures conditions

La capacité d'une pépinière peut aller de 5000 plants à 60 000 plants selon sa situation géographique, les surfaces à reboiser et le nombre d'année de fonctionnement (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

Nous décrivons successivement :

- l'aménagement de la pépinière,

- le semis,

-le repiquage,

-l'entretien des plants,

-la préparation des plants pour la plantation

IV.2. Aménagement (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

IV.2.1. Emplacement

❖ Choix de l'emplacement

-Une pépinière doit être peut éloignée des zones à planter même à pieds (le transport des plants ne doit pas excéder 3 à 5 Km selon le relief). Il est préférable d'implanter plusieurs petites pépinières (5 000 à 10 000 plants) plutôt qu'une seule plus importante ;

- à proximité d'un point d'eau (source ou une rivière) mais une adduction peut être éventuellement envisagée ;

-Sur un terrain plat que possible pour limiter les travaux de terrassement

-Sur une terre meuble et profonde avec argile et sable à proximité si la production de boulettes est envisagée ;

-à proximité d'un petit boisement car la confection des ombrières va nécessiter des petits bois et des feuillages.

IV.2.2. Délimitation de l'emplacement (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

La pépinière aura toujours une forme géométrique simple pour faciliter la mise en place des germoirs, des plates bandes et la circulation.

-Si le terrain comporte une partie en pente forte(de 15% à 40%) , on devra alors réaliser une série d'escaliers en courbes de niveau sans oublier des fossés isohypses au pied de ces escaliers pour le drainage de l'eau vers l'extérieur de la pépinière et l'installation d'herbes fixatrices sur le bord des talus(Setaria par exemple).

-La superficie de la pépinière dépend du nombre de plants à produire et du type de plants produits.

-Retenir une surface utile totale d'environ 60 m^2 à 80 m^2 pour une production de 10 000 plants.

IV.2.3. Préparation de l'emplacement (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

-Le dégagement de l'emprise de la pépinière doit être total y compris les pistes d'accès si nécessaire ;

-Dessoucher et débroussailler ;

-Labour suffisamment profond (30 Cm) pour extirper le lacis des racines et des rhizomes existants ;

-Emietter les mottes de terre et niveler. Dans le cas des travaux de terrassement vers l'amont ;

-Etablir un fossé de drainage en amont de l'emplacement ;

-Dans la mesure du possible, les plates bandes doivent être orientées d'Est-Ouest.

IV.2.4. Préparation du substrat

En pratique, les pépiniéristes trouvent sur place le substrat, c'est à dire la terre de remplissage des pots ou lits de germination pour le semis dans les planches de germination (germoirs). La terre est souvent mélangée avec du sable et enrichi avec de la matière organique ou quelques engrais minéraux. Selon la nature du sol trouvé sur le lieu d'implantation de la pépinière, le substrat est préparé dans les proportions suivantes (tableau 1):

Tableau 1 : Proportion du mélange du substrat selon la nature du sol

Type de sol	Proportion du mélange (*nombre de brouettes ou paniers servant comme étalon)*		
	Terre de terre ordinaire	Sable fin	Compost
Terre à texture lourde (argile)	1	2	2
Terre à texture moyenne (terreau)	1	1	1
Terre à texture légère (sable)	1	0	1

Source : ICRAF, 2006

IV.3. Préparation des germoirs et techniques de semis (Notes du cours de Sylviculture Générale Année Académique 2007-2008)

L'aménagement de la pépinière prévoie les planches de semis ou germoirs, le lit de germination doit être soigneusement préparé pour permettre une bonne aération et une capacité de rétention de l'eau, conditions favorables pour la germination des semences.

La préparation des germoirs ou planches de semis se fait en suivant les étapes suivantes :

1. Délimitation de la planche avec des coffrages en bois : les dimensions sont celles des plates-bandes ordinaires ;
2. Préparation du lit de germination ou substrat ;

3. Aplanir la surface du germoir et la partie supérieure du lit doit être composée de la terre fine bien tamisée ;
4. Arroser le germoir ;
5. Réaliser le semis des graines selon l'une des modalités de semis choisie : les petites graines sont mélangées avec du sable ou des balles de riz, et sont contenues dans un récipient à fond troué dont la fermeture est percée de petits trous permettant la dispersion aisée des graines ;
6. Le germoir est protégé par une ombrière ;
7. Réaliser directement le paillage qui sera enlevé après la levée des graines ;
8. Continuer l'arrosage du semis et surveiller régulièrement l'évolution de la germination ;
9. Faire le binage et le désherbage comme soins réguliers.

IV.3.1. Ombrière (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

-Les ombrières sont installées au dessus des germoirs et des plates bandes ;

- Elles sont constituées de piquets assez solides disposés autour des planches et supportant un cadre fixe ;

-Au dessus des germoirs, ces piquets peuvent avoir 1 m de haut alors qu'au dessus des planches de repiquage, il faut prévoir des piquets de 1,70 m à 2 m de haut pour permettre une circulation aisée pour les ouvriers et pour l'air.

Plusieurs types d'ombrières peuvent être posés sur les cadres fixes : tiges de maïs, sorgho, roseaux tressés de liens de bananier.

IV.3.2. Semis (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

Le semis peut être direct ou en germoir :

- **date de semis en germoir** : elle est essentiellement conditionnée par la
  -facilitée de levée de l'espèce ;
  -la taille du plant que l'on veut obtenir ;
  -la date de plantation ;
  -les conditions climatiques locales

IV.3.2.1. Modalités de semis (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

-Les semis seront toujours effectués sur le sol homogène et plat

-Au Burundi, un prétraitement de la terre du Décis est indispensable dans les zones infestées de termites.

-Les semis sont fonction de la grosseur des graines et de leur faculté germinative.

-Dans certaines régions froides, il possible de hâter la levée des graines en plaçant des germoirs sous bâches plastiques, posées sur des arceaux de branchage ou en utilisant le paillage. Ces deux méthodes maintiennent la chaleur et l'humidité.

-Vérifier le traitement préalable à faire subir à certaines graines avant le semis.

-Au pied de chaque germoir une étiquette résistante à la pluie portera les indications suivantes :

- ❖ Espèces et provenance des graines
- ❖ Poids de graines semées
- ❖ Date de semis
- ❖ Date de la première levée

-Les petites graines seront semées à la volée ou à l'aide d'une boite percée alors que les grosses graines seront semées en ligne.

IV. 3 .2 .3. Semis direct (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

-Le semis peut être effectué directement dans les sachets (en pépinière) ou en plein champ. L'inconvénient majeur est la forte consommation de graines, surtout dans le second cas aggravé par les pertes au moment de la levée.

-Pour le semis direct en pépinière, il faut que les sachets soient au préalable remplis et rangés sous ombrières ;

-La terre est arrosée dès la veille du repiquage, et le niveau complète jusqu'au bord du tube si besoin est, pour éviter la stagnation d'eau autour du collet lors des arrosages.

-Avec le doigt ou une baguette, marquer une dépression d'un demi-centimètre au centre du sachet (la profondeur du trou ne doit pas dépasser la hauteur de l'ongle) ;

-Disposer deux ou trois graines au fond de cette dépression ;

-Recouvrir de terre fine ;

-Arroser.

IV.3.2.4. Entretien de semis (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

-Le paillis doit être enlevé dès la levée des jeunes plantules et remplacé immédiatement par une ombrière si cela n'a pas été fait ;

-Arroser une ou deux fois par jour en dehors des heures chaudes, sauf en altitude où on laissera préalablement réchauffer l'eau dans les fûts ou dans les canaux d'amenée ;

-Surveiller la levée et l'état sanitaire des plants. Il est utile de vérifier la levée en comptant régulièrement les plants ;

-Désherber avec précaution si cela s'avère nécessaire ;

-D'une manière générale, les engrais sont sans effet sur la levée ;

-Epandre de l'ordre de 20g d'engrais complet dilué dans un arrosoir, par planche ;

-Après épandage, arroser abondamment les plants avec de l'eau pure pour laver les feuilles et éviter ainsi des brûlures.

IV.4. Repiquage

Le repiquage consiste à extraire les plantules d'un germoir et à les planter dans un conteneur prévu à cet effet. Le repiquage a un triple but :
-placer les jeunes plants dans des conditions optimales de croissance ;
-favoriser le développement du système racinaire ;
-améliorer le rapport tige-racine en retardant la croissance en hauteur (FRANCOIS BESSE et PIERRE VAURON, 1990).

Les plantules sont extraites du germoir et placées dans une casserole remplie de boues. L'opération doit se passer à l'abri du soleil et du vent. Tasser la terre autour du plant avec deux doigts. Après quelques jours, compléter le niveau de la terre dans le sachet si le besoin y est (HENDRIK, 1996).

IV.5. Arrosage (Notes du cours de Sylviculture Générale Année Académique 2007-2008)

La pépinière sera arrosée abondamment, le matin et le soir en saison sèche. En effet, les plantes profiteront, plus longtemps et mieux, de l'eau la nuit, puisque l'évaporation est moins importante grâce à la fraîcheur nocturne.

L'arrosage se fait de la manière suivante :

- Arroser en dirigeant l'eau sur le substrat mais pas sur les feuilles des plants ;
- Arroser lentement et régulièrement en humectant le fond du conteneur ;
- Diminuer progressivement la quantité d'eau d'arrosage un mois avant la plantation ;
- Arroser copieusement la veille de la plantation en dehors des périodes très pluvieuses.

IV.6. Fertilisation et traitement phytosanitaire

IV.6.1. Fertilisation

En principe, un bon pépiniériste doit utiliser un substrat riche en matière organique comme l'humus forestier ou le compost. Cette précaution écarte généralement les problèmes liés aux carences en éléments nutritifs et la nécessité de faire la fertilisation avec les engrais minéraux.

Toutefois, il existe des situations avec de substrats pauvres et il s'avère nécessaire que le pépiniériste puisse reconnaître les symptômes de carence notamment en éléments majeurs(N,P,K) en vue d'y apporter des solutions.

En plus de ces éléments majeurs, le plant a besoin d'autres éléments minéraux en petites quantités, ce sont des oligo-éléments qui jouent un rôle important dans le métabolisme. Il s'agit du Fer(Fe), Manganèse(Mn), Bore(B), Cuivre(Cu), Chlore(Cl), Zinc(Zn), Molybdène(Mo). (NDORERE, 2011).

Dans la pratique, l'emploi d'engrais n'est nécessaire que dans le cas d'un retard de croissance des plants, surtout après le repiquage. Pour éviter les brûlures, les feuilles doivent être lavées après application, surtout si les ombrières sont enlevées (HENDRIK, 1996).

IV.6.2. Traitement phytosanitaire

Au cours de la conduite d'une pépinière forestière, l'objectif constamment visé est l'obtention des plants de qualité, sains, exempts de toute maladie. Néanmoins, malgré toutes les précautions, des problèmes phytosanitaires s'observent. Les principaux facteurs de ces dommages sont : les champignons, les nématodes, les virus, les insectes et les acariens.

Dans la pratique, les mesures de lutte contre les facteurs de dégâts en pépinière sont les suivants :

- ✓ Les mesures préventives : choix d'une bonne semence, bonnes pratiques de conduite de la pépinière (hygiène de la pépinière, stérilisation du substrat, etc.) ;

- ✓ Les mesures curatives : lutte biologique, lutte mécanique et la lutte chimique. Les virus ne sont pas sensibles aux produits chimiques, il faut favoriser la lutte préventive et en éliminant directement tous les plants malades.

Il ne faut pas appliquer un fongicide au lieu d'un nématicide ou d'un insecticide.

Les Champignons sont traités par les fongicides appropriés (Cryptonol, Benlate), les insectes et les acariens par les insecticides et acaricides (Décis et Dursban) et les nématodes par les nématicides (NDORERE, 2011).

IV.7. Triage des plants

Au fur et à mesure de la croissance des plants, il est indispensable de les trier et de les ranger par ordre de taille puisqu'ils ne se développent pas toujours au même rythme. Ce tri peut intervenir dès que les plants ont une hauteur de 15 à 25cm. Tous les plants sont déplacés et classés sur la même planche, par ordre de taille (HENDRIK, 1996).

IV.8. Désherbage

Une pépinière doit être régulièrement entretenue par l'enlèvement de toute végétation nuisible. Pendant toute la durée des plants en pépinière, des opérations quotidiennes de sarclo-binages doivent être menées.

On peut aussi préconiser le désherbage chimique par des herbicides spécifiques, mais pour nos régions où la main d'œuvre est disponible, cette méthode n'est pas à recommander à cause de ses conséquences néfastes au niveau de la biodiversité et de son coût.

IV.9. Cernage et habillage des plants

Les plants qui passent trop de temps dans la pépinière développent leurs racines pivotantes qui risquent de s'implanter sur le sol ; l'opération de cernage s'impose. Il s'agit de faire passer une machette sous les conteneurs en coupant les extrémités des racines principales des plants ayant tendance à s'implanter dans le sol.
La technique d'habillage est aussi nécessaire pour diminuer la surface de perte d'eau par évapotranspiration en diminuant la surface foliaire. (NDORERE, 2011).

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

CHAP V. MATERIEL ET METHODES

V.1. Description du site expérimental

V.1.1. Localisation de l'essai

Notre expérimentation a été faite dans le marais de Kambu à l'Institut Supérieur d'Agriculture (ISA). Ce dernier est situé à 5Km de la ville de Gitega sur l'axe routier Gitega-Ngozi, en commune et province de Gitega, dans la région naturelle de Kirimiro.

Son altitude varie de 1500 à 2000m, et s'inscrit dans le quadrilatère dont les limites approximatives sont figurées dans les altitudes 3^0 04' à 3^0 50' et des longitudes 29^0 37' à 30^0 08' Est (BIGURA et al, 1984, cités par NIYUNGEKO, 2001).

La figure 2 montre la situation géographique de la région de Kirimiro.

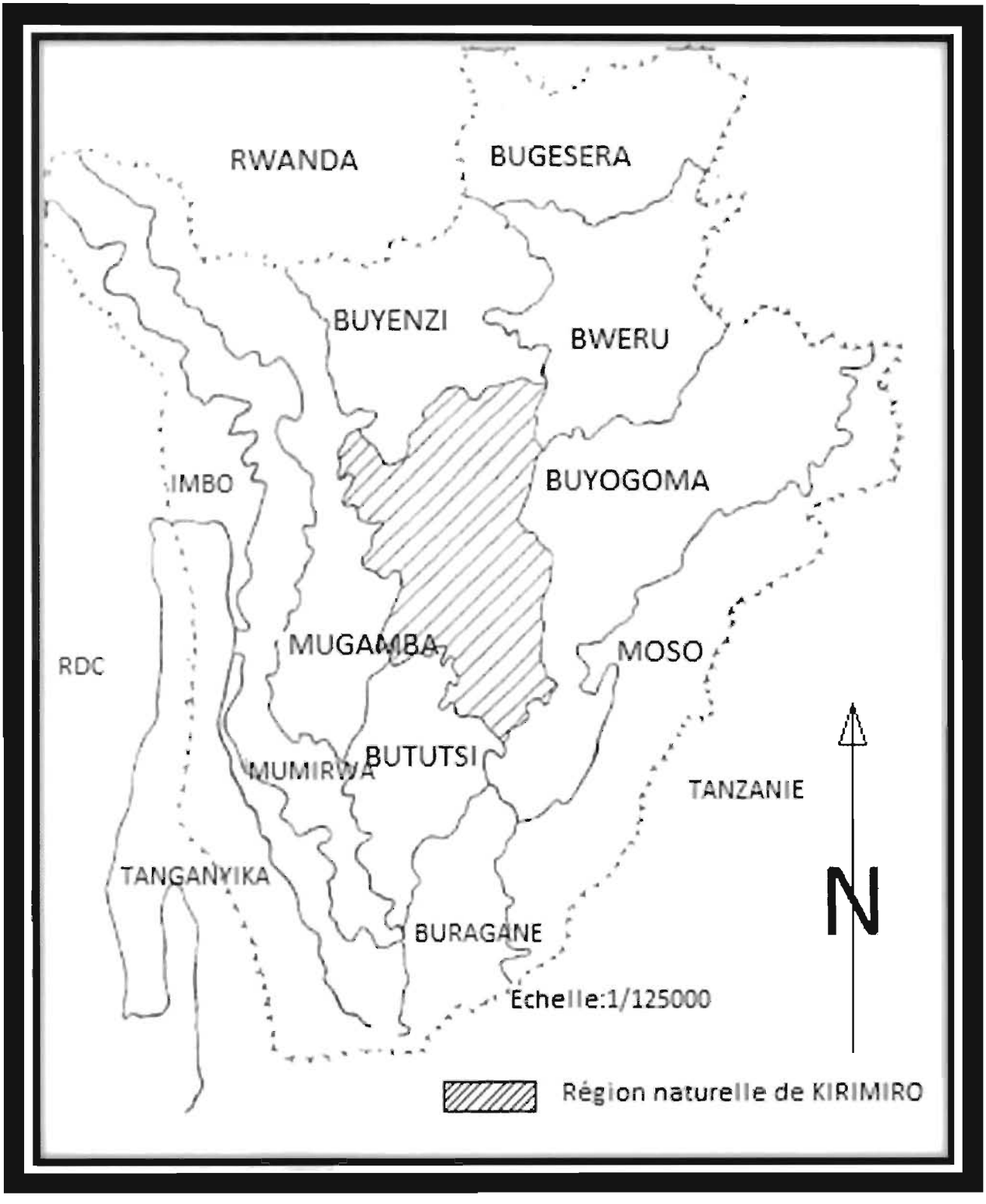


Figure 2 : Localisation géographique de la région naturelle de Kirimiro
Source : IGEBU, 2012

Le marais de Kambu est situé à 1600m d'altitude et son bassin versant est dominé par le reboisement à l'*Eucalyptus grandis, Eucalyptus maidenii, Eucalyptus terticornis, Cupressus sp., Callitris sp.* et *Pinus patula.* (HABONIMANA et RUBERINYANGE, 1995). Ce bassin versant est aussi dominé les collines Mukungugu à l'Ouest, Nyarumanga à l'Est, Zege et Mahonda respectivement au Sud et au Nord.

La figure 3 montre la localisation du marais de Kambu.

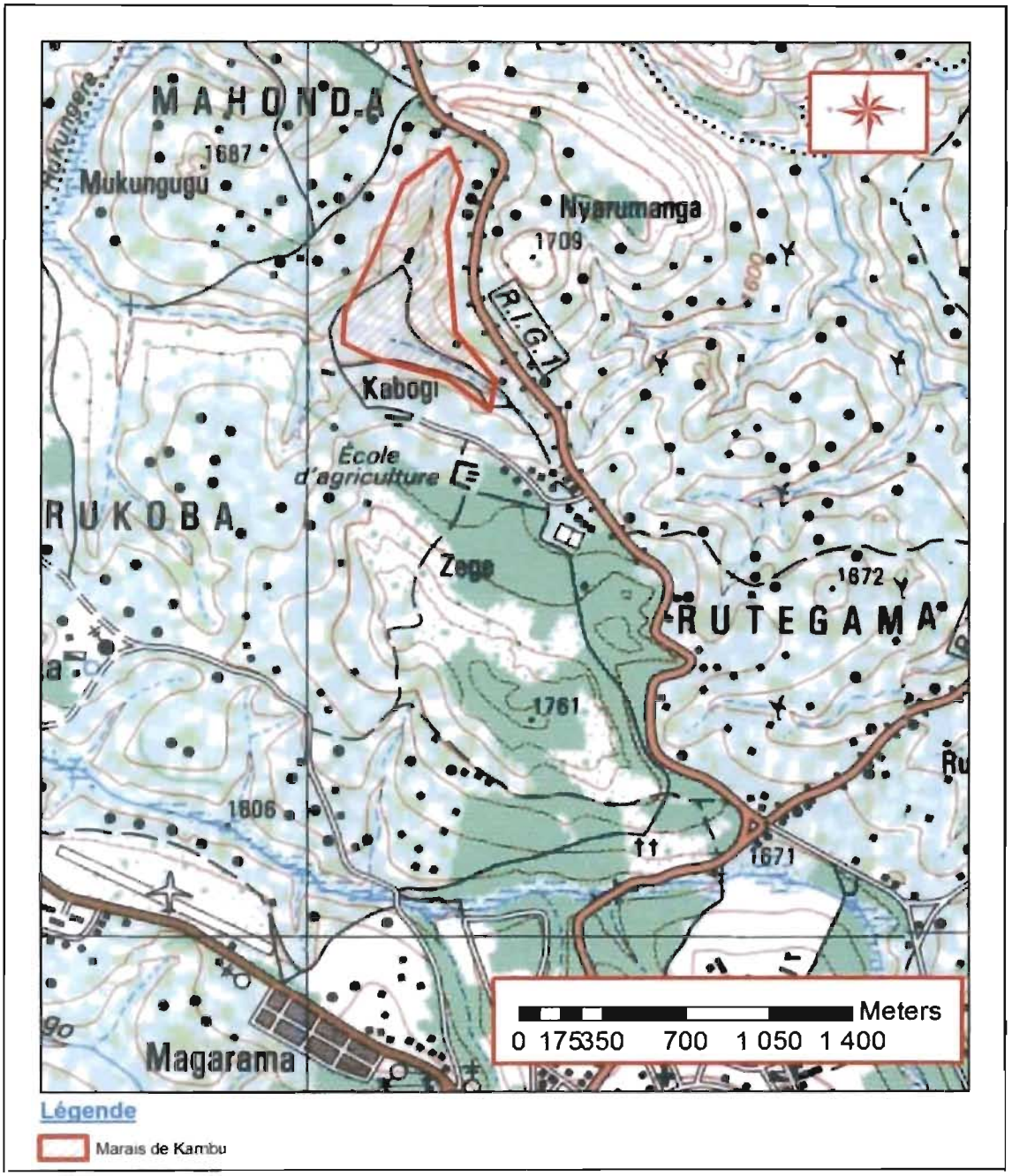


Figure 3 : Localisation du marais de Kambu
Source : IGEBU, 2012

V.1.2. Le sol

Les principaux types de sol de Kirimiro sont les ferrisols, les ferralisols et les sols de bas fond (NTIBASHIRWA et DELAINE, 1989).

Les sols du site de la ferme de l'ISA dont fait partie notre site d'expérimentation sont perméables, légers, peu plastiques et faciles à travailler. Cependant, leur fertilité est basse étant donné que la capacité d'échange des bases est faible (NDUWAYO, 1988).

Dans leur analyse des propriétés chimiques du sol du marais de Kambu, HABONIMANA et RUBERINYANGE (1995) ont trouvé qu'il est déficient en N, P, et K. Cependant, ce marais bénéficie des éléments nutritifs érodés sur les collines.

V.1.3. Le Climat

Le climat du site d'expérimentation est essentiellement du type tropical humide de haute altitude. Il est chaud et pluvieux avec deux saisons bien marquées (saison pluvieuse et saison sèche).

Le tableau 2 illustre les valeurs moyennes des facteurs climatiques enregistrées pendant la période d'expérimentation.

Tableau 2 : Valeurs moyennes des facteurs climatiques pendant la période d'expérimentation

Facteurs climatiques	Année			
	2012			
	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Pluviométrie totale mensuelle (mm)	10,2	73,4	191,4	151,2
Température maximale mensuelle (^{0}c)	27,6	27,8	26,8	24,7
Température minimale mensuelle (^{0}c)	12,7	14	14,6	14,3
Température moyenne (^{0}C)	20,15	20,9	20,7	19,5

Source : IGEBU, 2012

V.1.3.1. Les précipitations

Les précipitations de la région naturelle de Kirimiro sont irrégulièrement réparties. Les variations notables concernent le début et la fin de la saison sèche ou pluvieuse d'une année à l'autre et les taux pluviométriques annuels diffèrent parfois significativement de la moyenne (NTIBASHISHWA et DELAINE, 1989).Selon le même auteur, la moyenne des précipitations est de 1200 à 1300mm/an.

Dans le tableau 2, nous constatons que les précipitations ont varié de 10,2 à 191,4mm, ce qui fait que les besoins pluviométriques de l'*Eucalyptus saligna* n'ont pas été couverts. Pour cette raison, les précipitations ont été complétées par l'eau d'arrosage de 2 fois par jour (matin et soir) pendant les mois d'Août, Septembre et Octobre.

V.1.3.2. Les températures

Selon NTIBASHIRWA et DELAINE (1989), la température moyenne de la région de Kirimiro est comprise entre 18^{0}C et 23^{0}C. Le tableau 2 ressort des valeurs des températures moyennes 20,15; 20,9; 20,7 et 19,5 respectivement pour les mois d'Août, Septembre, Octobre et Novembre. La comparaison de ces valeurs de la temperature moyenne pendant la période d'expérimentation avec celles favorables à *Eucalyptus saligna* (24 à 33^{0}C), fait remarquer que les valeurs des températures observées dans le site d'expérimentation ne répondent pas aux exigences de cette espèce.

V.2. Matériel utilisé

Le matériel végétal utilisé pour notre travail nous a été fourni par le promoteur et directeur du sujet. Ce sont les semences d'*Eucalyptus saligna*. Les engrais chimiques (Urée et DAP) ont étés offerts par le promoteur et directeur du sujet de mémoire. La quantité de 50mg d'engrais par sachet nous a été prescrite par le promoteur et directeur du sujet de mémoire.

Les conteneurs utilisés étaient les sachets en polyéthylène de 10cm de diamètre et 15cm de hauteur, et ont été achetés au marché central de Gitega.

Enfin, nous avons utilisé la corde, le mètre ruban, une houe, les arrosoirs ainsi que les piquets pour délimiter la surface de la pépinière et puis, une latte graduée et une ficelle pour la mesure des paramètres de croissance et une balance électronique pour peser les 50mg d'engrais à mettre dans chaque sachet.

La photo 4 montre la pesée de la quantité d'engrais à l'aide de la balance électronique au laboratoire.



Figure 4 : Photo montrant la pesée de la quantité d'engrais à l'aide de la balance électronique au laboratoire

V.3. Méthodologie adoptée

V.3.1. Délimitation et Préparation de la pépinière

Le terrain de la pépinière a été délimité en une seule planche de 2,60m x 7m. Après cela, nous avons procédé à la préparation du substrat à remplir dans les sachets et nous avons, par la suite, effectué le rangement des sachets dans le parc à conteneurs.

Le semis

Nous avons d'abord passé les graines d'*Eucalyptus saligna* en germoir où nous avons effectué le semis à la volée après que les graines soient mélangées avec du sable fin afin d'éviter l'agglutination des graines. Après, nous avons fait le paillage du germoir. Le paillage a été enlevé après la germination. Le semis a eu lieu le 02 Août 2012.

Le repiquage

Nous avons effectué le repiquage dans les sachets remplis de substrat préparé au préalable, lorsque les plantules étaient au stade de 4 à 6 feuilles. Cette opération a eu lieu le 24 Août 2012.

Entretien

Les travaux d'entretien qui ont été effectués durant 4 mois de pépinière sont l'arrosage régulier chaque matin et soir (sauf les périodes de fortes précipitations) ainsi que les sarclages.

La localisation du dispositif expérimental des différents traitements s'observe sur la figure 5.

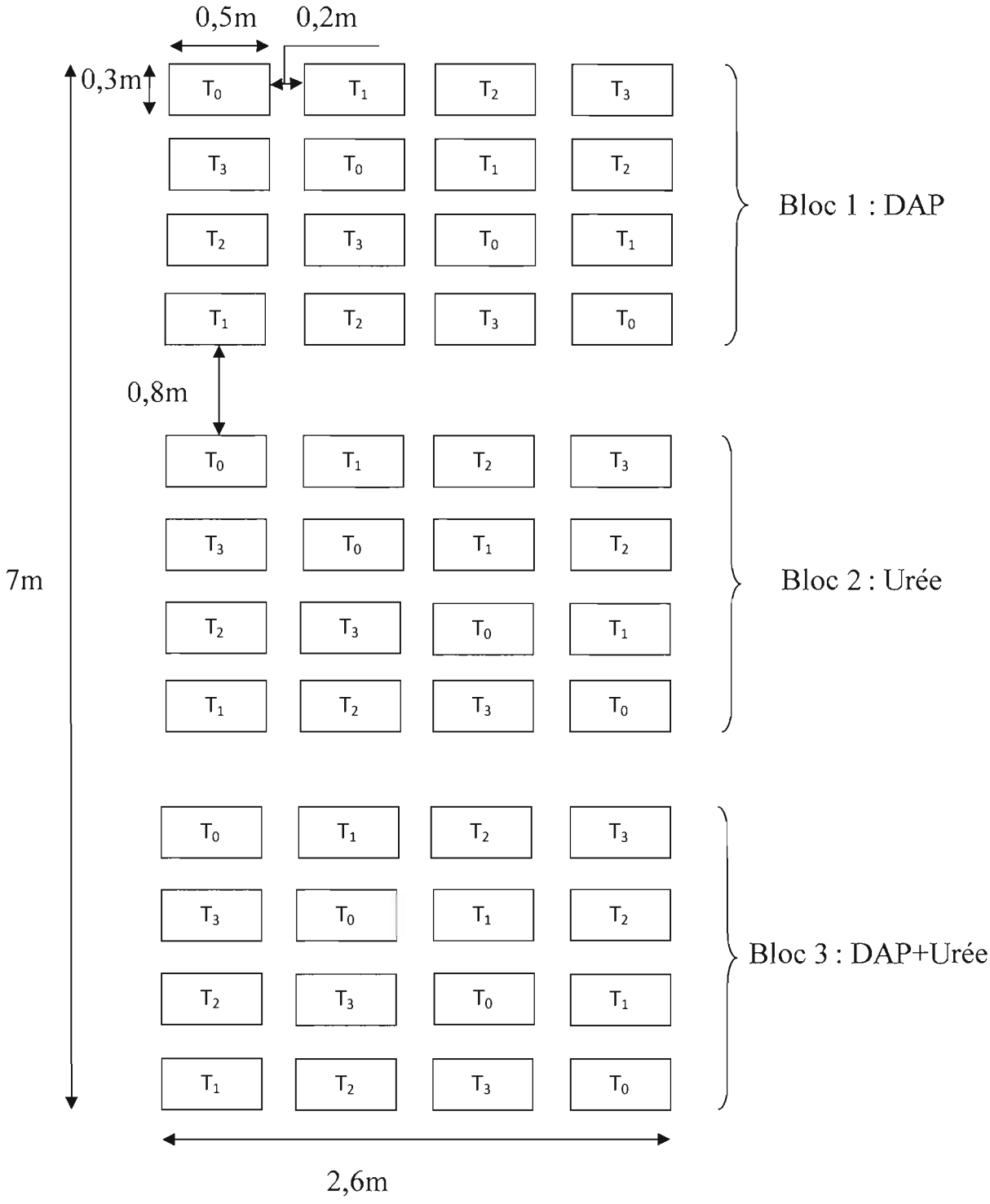


Figure 5 : Dispositif expérimental

Ce dispositif est formé de douze traitements répartis en 3 blocs, et à l'intérieur d'un bloc chaque traitement est répété 4 fois.

Ces traitements occupent une superficie de 7,2m^2 dont chaque traitement compte quinze sachets et reçoit 0,15m^2 de surface.

Le tableau 3 montre les différentes doses pour les engrais chimiques appliqués.

Tableau 3 : Différentes doses pour les engrais chimiques appliqués

	Applications		
Traitements	BLOC 1 : DAP	BLOC 2 : Urée	BLOC 3 : DAP+Urée
T_0	Sans application : témoin	Sans application : témoin	Sans application : témoin
T_1	Application de 50mg de DAP par sachet 3 fois le mois	Application de 50mg d'Urée par sachet 3 fois le mois	Application de 50mg de la combinaison (25mg de DAP+25mg d'Urée) par sachet 3 fois le mois
T_2	Application de 50mg de DAP par sachet 2 fois le mois	Application de 50mg d'Urée par sachet 2 fois le mois	Application de 50mg de la combinaison (25mg de DAP+25mg d'Urée) par sachet 2 fois le mois
T_3	Application de 50mg de DAP par sachet 1 fois le mois	Application de 50mg d'Urée par sachet 1 fois le mois	Application de 50mg de la combinaison (25mg de DAP+25mg d'Urée) par sachet 1 fois le mois

Le traitement témoin (T_0) n'a pas subi aucune application alors que les autres traitements (T_1, T_2 et T_3) quant à eux ont subi respectivement les applications 3 fois le mois (tous les 10 jours), 2 fois le mois (tous les 15 jours) et 1 fois le mois (tous les 30 jours). Les applications ont commencé le 08 Septembre 2012 pour se clôturer le 29 Novembre 2012, soit 2 mois d'application

V.3.2. Collecte des données

Nous avons commencé nos observations avant d'appliquer les engrais chimiques 15 jours après le repiquage. Les observations étaient faites toutes les deux semaines sur les deux plants du milieu pour éviter les effets de bordure.

Nous avons enregistré les moyennes observées sur les deux plants de chaque traitement. Les paramètres qui faisaient objet de notre observation étaient :

- la hauteur du plant ;
- la circonférence de la tige ;
- le nombre de feuilles du plant ;
- la longueur des feuilles ;
- la largeur des feuilles ;
- la dynamique de la formation des racines.

V.3.2.1. Hauteur du plant

La hauteur du plant a été mesurée à partir du collet jusqu'au niveau de la feuille non encore épanouie. Cette mesure se faisait à l'aide d'une latte graduée. C'est ce paramètre qui est considéré comme indicateur principal de la phase optimale de plantation. Pour *Eucalyptus saligna*, cette hauteur est de 30cm (FAO, 1982).

V.3.2.2. Circonférence de la tige

Nous avons dû enrouler le fil autour du milieu de la fausse-tige ; ensuite, la longueur du fil était reportée sur la latte graduée. Cette mesure portait toujours sur les deux plants choisis au milieu.

V.3.2.3. Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles a été déterminé par comptage de la première feuille à la feuille ayant subi l'épanouissement.

V.3.2.4. Longueur des feuilles

La longueur de la feuille a été mesurée à l'aide d'une latte graduée. Cette mesure portait sur la feuille la plus longue chez les deux plants choisis.

V.3.2.5. Largeur des feuilles

La mesure de la largeur de la feuille a été effectuée sur la feuille la plus longue comme on l'a fait pour la mesure de la longueur de la feuille, mais la largeur était mesurée en appliquant la latte au milieu de la feuille.

V.3.2.6. Dynamique de la formation des racines

La dynamique de la formation des racines était observée mensuellement sur deux autres plants choisis au hasard pour chaque traitement. On arrachait

d'abord le plant avec précaution en trempant la motte de terre qui entourait les racines dans un bassin rempli d'eau pour éviter que les racines ne se brisent pas.
Après cela, à l'aide d'une règle graduée, on mesurait alors la longueur de la racine pivotante et puis, on mesurait la longueur des racines secondaires et ces dernières étaient classées par catégories d'intervalle de longueur. Ces intervalles sont : [5-10cm] ;] 10-15cm] ;] 15-20cm].
Mais à la troisième et dernière observation, on s'est retrouvé avec des racines plus longues dépassant les limites des intervalles fixés au départ et on était obligé d'ajouter un autre intervalle :] 20-25cm]. On effectuait ensuite, sur chaque plant, le comptage de toutes les racines (secondaires et pivotantes).

La figure 6 montre l'extraction d'un plant dont on peut mesurer la longueur des racines.



Figure 6 : Photo illustrant l'extraction du plant dans une pépinière

V.3.3. Analyse statistique

Au cours de notre expérimentation, le traitement statistique des données a été réalisé au moyen du logiciel S.P.S.S. C'est un logiciel largement utilisé en Agronomie.
Dans l'interprétation des résultats, cette analyse nous permet de déterminer l'influence des différents types d'engrais appliqués et leurs traitements (doses) sur la longueur végétative (durée) de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière.

Ensuite, le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% nous permet d'identifier le type d'engrais et le traitement (dose) qui donne une durée plus courte par rapport aux autres.

NB : Pour connaître que si les résultats trouvés ont une différence significative ou non ; on évalue la valeur de la probabilité (P).

Si : $P < 0.05$: Significative (*) ;
$P < 0.01$: Très significative (**) ;
$P < 0.001$: Très hautement significative (***) ;
$P \geq 0.05$: Non significative (NS).

Source : DAGNELIE, 1973

V.3.4. Analyse de la rentabilité économique

Pour analyser la rentabilité économique dans les différents traitements suivant les types d'engrais adoptés, nous nous sommes servis de deux indicateurs économiques : il s'agit du rapport V/C.

Ainsi, une opération est dite économiquement rentable si le rapport V /C est supérieur ou égal à deux (FAO, 1980 cité par NDAYIRATA, 2005).

Pour notre cas, nous nous sommes basés sur les dépenses effectuées, les coûts des différentes opérations réalisées (extrapolés au coût d'un plant) et la valeur du plant sur le marché.

Les prix adoptés sont :

- Engrais minéraux :
  - Urée : 1 200Fbu/Kg
  - DAP : 1 600Fbu/Kg
- Semences de l'*Eucalyptus saligna* : 7 500Fbu/ Kg (tarif des prix des semences forestières et agroforestières au Département des Forêts depuis 2010)
- Main d'œuvre : 1 000Fbu/Hj
- Prix du plant : 60Fbu
- Prix des sachets : 7 000Fbu/Kg ; 1kg de sachets compte aux environs de 1 000 sachets.

C'est la situation des prix au marché central de GITEGA en 2012.

CHAP VI. PRESENTATION, INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

VI.1. Présentation des résultats

VI.1.1. Paramètres de croissance

VI.1.1.1. Hauteur du plant

Le tableau 4 présente la synthèse des résultats moyens bruts de la hauteur du plant de l'*Eucalyptus saligna.*

Tableau 4 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la hauteur du plant (en cm) de l'*Eucalyptus saligna*

BLOCS	DAP				Urée				DAP+Urée			
Traitements / Périodes	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3
2ème Sem.	4,0	8,0	8,0	7,0	4,1	10,8	10,1	7,3	3,9	9,3	9,1	7,1
4ème Sem.	6,3	15,8	15,1	11,2	6,4	18,2	17,9	12,0	6,7	16,4	16,1	11,9
6ème Sem.	10,9	23,8	23,2	17,1	10,8	25,6	24,9	17,8	10,8	24,1	24,0	17,5
8ème Sem.	16,1	28,4	28,2	20,0	16,2	31,4	30,5	21,3	16,6	29,9	28,4	20,9
10ème Sem.	22,8	-	-	24,0	22,7	-	-	25,9	21,9	-	-	24,9
12ème Sem.	29,9	-	-	30,8	29,8	-	-	31,0	30,0	-	-	30,0

Sem. : Semaine

- : Les plants déjà enlevés de la pépinière

La figure 7 montre l'évolution de la hauteur du plant de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les types d'engrais appliqués.

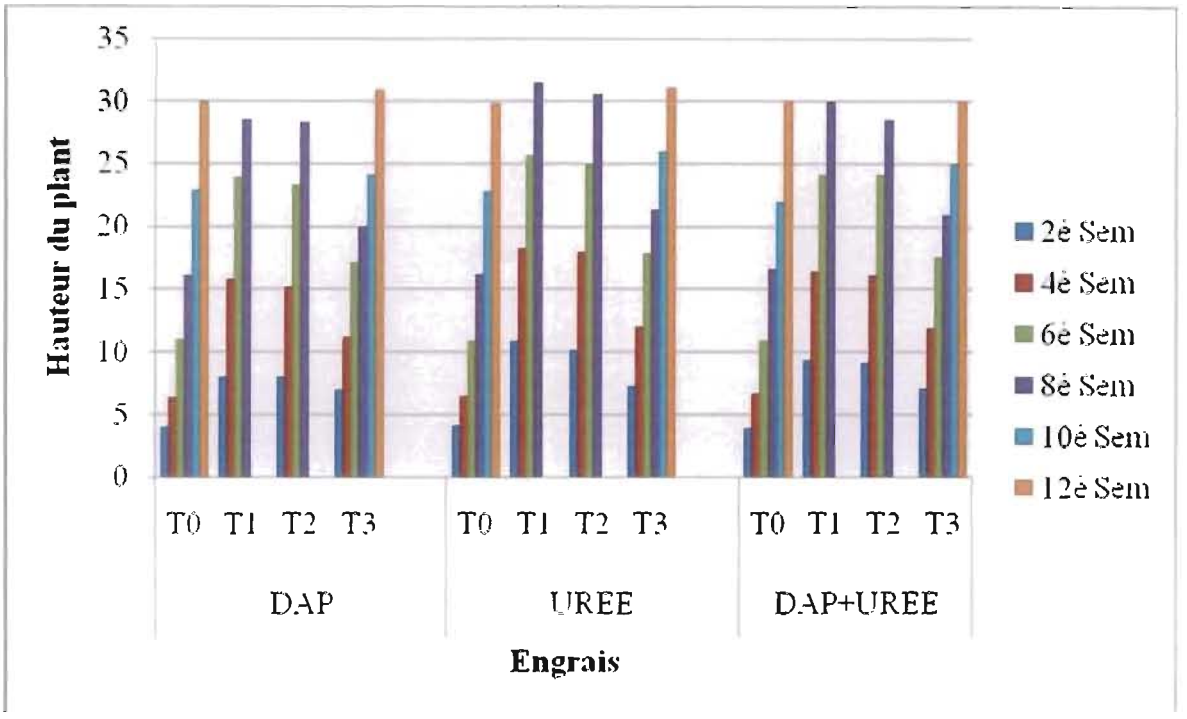


Figure 7 : Evolution de la hauteur du plant de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués

La graphique ci- haut montre l'évolution des plants en pépinière depuis la mise des plants en pépinière. Ainsi, de cette graphique, il se dégage que les hauteurs maximales ont été atteintes à partir de la huitième semaine pour les traitements T1 et T2 et la douzième semaine pour les traitements T0 et T4. L'application de l'urée deux et trois fois le mois favorise cette évolution.

VI.1.1.2. Circonférence de la tige

Le tableau 5 présente la synthèse des résultats moyens bruts de la circonférence de la tige du plant de l'*Eucalyptus saligna.*

Tableau 5 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la circonférence de la tige du plant (en cm) de l'*Eucalyptus saligna*.

BLOCS	DAP				Urée				DAP+Urée			
Traitements / Périodes	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3
2ème Sem.	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
4ème Sem.	0,6	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8	0,9	0,6	0,6	0,8	0,9	0,6
6ème Sem.	0,8	1,4	1,7	0,8	0,8	1,4	1,9	0,7	0,7	1,5	1,9	0,8
8ème Sem.	1,0	2,7	2,7	1,0	1,0	2,4	3,9	1,1	1,0	2,8	3,3	1,0
10ème Sem.	1,8	-	-	1,9	1,9	-	-	2,2	1,8	-	-	2,9
12ème Sem.	2,9	-	-	2,9	2,9	-	-	3,9	2,9	-	-	3,2

La figure 8 montre l'évolution de la circonférence de la tige du plant de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués.

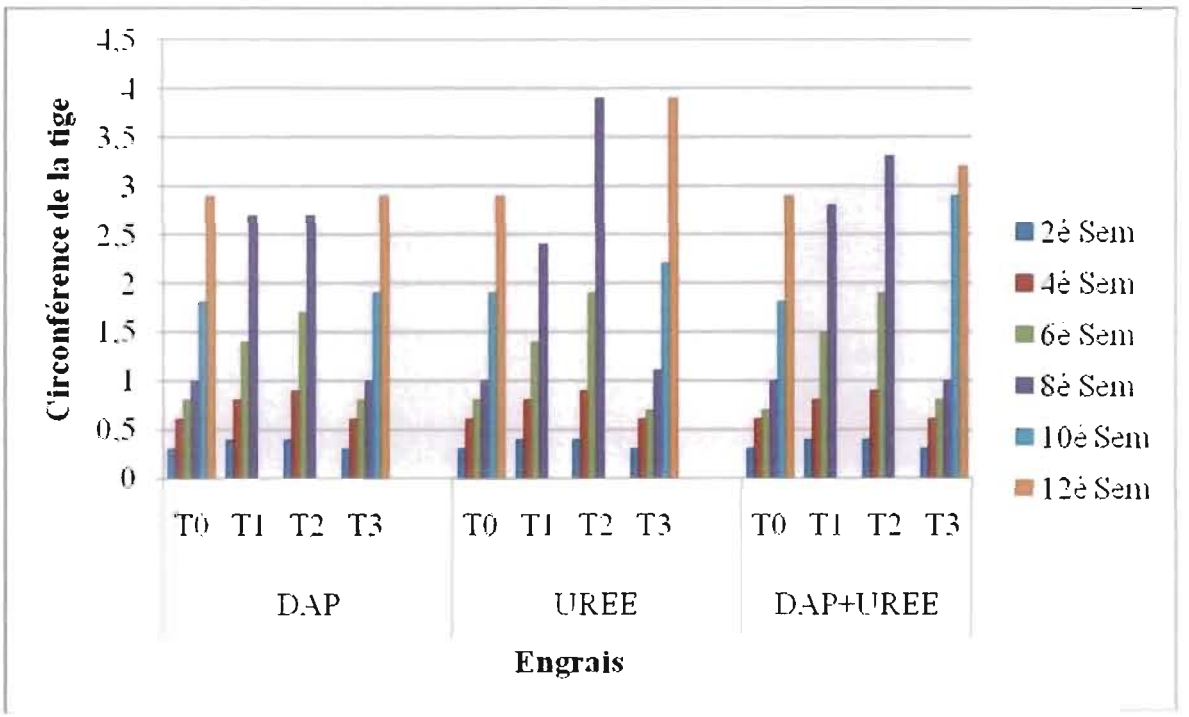


Figure 8 : Evolution de la circonférence de la tige du plant de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués

La graphique ci- haut montre l'évolution de la circonférence des plants en pépinière. Ainsi, de cette graphique, il se dégage que les circonférences évoluent en fonction des traitements appliqués. L'application de l'urée deux et trois fois le mois favorise cette évolution.

VI.1.1.3. Nombre de feuilles

Le tableau 6 présente la synthèse des résultats moyens bruts de la formation des feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna.*

Tableau 6 : Synthèse des résultats moyens bruts pour le nombre de feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna*

BLOCS	DAP				Urée				DAP+Urée			
Traitements / Périodes	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3
$2^{ème}$ Sem.	6	6	4	6	6	4	6	6	4	4	4	6
$4^{ème}$ Sem.	10	7	9	10	9	9	9	9	10	10	9	10
$6^{ème}$ Sem.	18	30	26	18	20	28	26	16	16	24	24	16
$8^{ème}$ Sem.	24	36	34	24	26	39	32	24	22	31	30	26
$10^{ème}$ Sem.	28	-	-	28	26	-	-	26	26	-	-	28
$12^{ème}$ Sem.	32	-	-	34	34	-	-	38	32	-	-	36

La figure 9 montre l'évolution de la formation des feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna* en temps et des traitements pour les engrais appliqués.

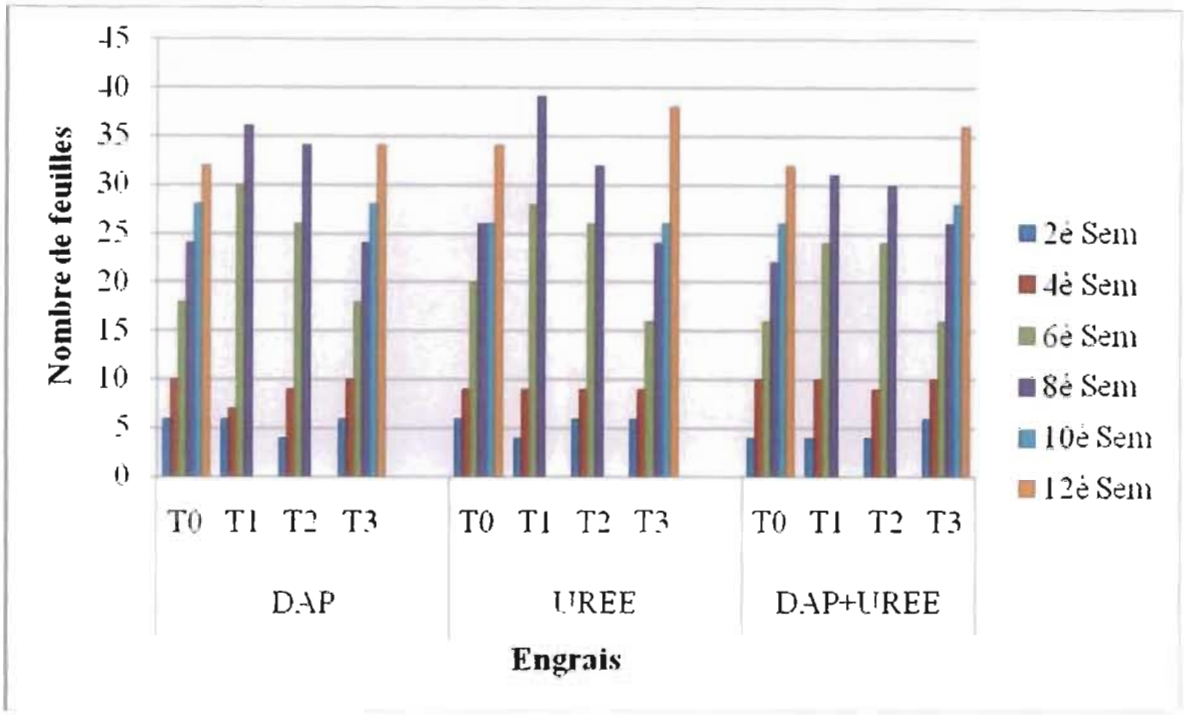


Figure 9 : Evolution de la formation des feuilles en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués

La graphique ci- haut montre l'évolution de la formation des feuilles. Ainsi, de cette graphique, on remarque que les feuilles augmentent en fonction des traitements appliqués. L'application de l'urée deux et trois fois le mois favorise cette évolution.

VI.1.1.4. Longueur des feuilles

Le tableau 7 présente la synthèse des résultats moyens bruts de la longueur des feuilles de l'*Eucalyptus saligna*.

Tableau 7 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la longueur des feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna*

BLOCS	DAP				Urée				DAP+Urée			
Traitements / Périodes	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3
2ème Sem.	2,6	5,2	5,2	5,1	3,2	5,2	5,3	5,1	2,9	5,2	5,3	5,1
4ème Sem.	3,8	6,1	6,1	6,0	3,8	7,7	7,0	6,2	3,7	6,1	6,0	6,1
6ème Sem.	4,0	7,2	7,1	7,0	4,1	9,9	7,0	7,2	4,1	7,3	7,0	7,1
8ème Sem.	5,4	9,9	9,3	9,3	5,5	12,0	10,5	9,4	5,4	9,4	8,3	7,4
10ème Sem.	6,7	-	-	6,1	9,1	-	-	10,2	8,2	-	-	9,4
12ème Sem.	7,4	-	-	8,9	11,0	-	-	11,0	10,1	-	-	10,9

La figure 10 montre l'évolution de la longueur des feuilles en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués.

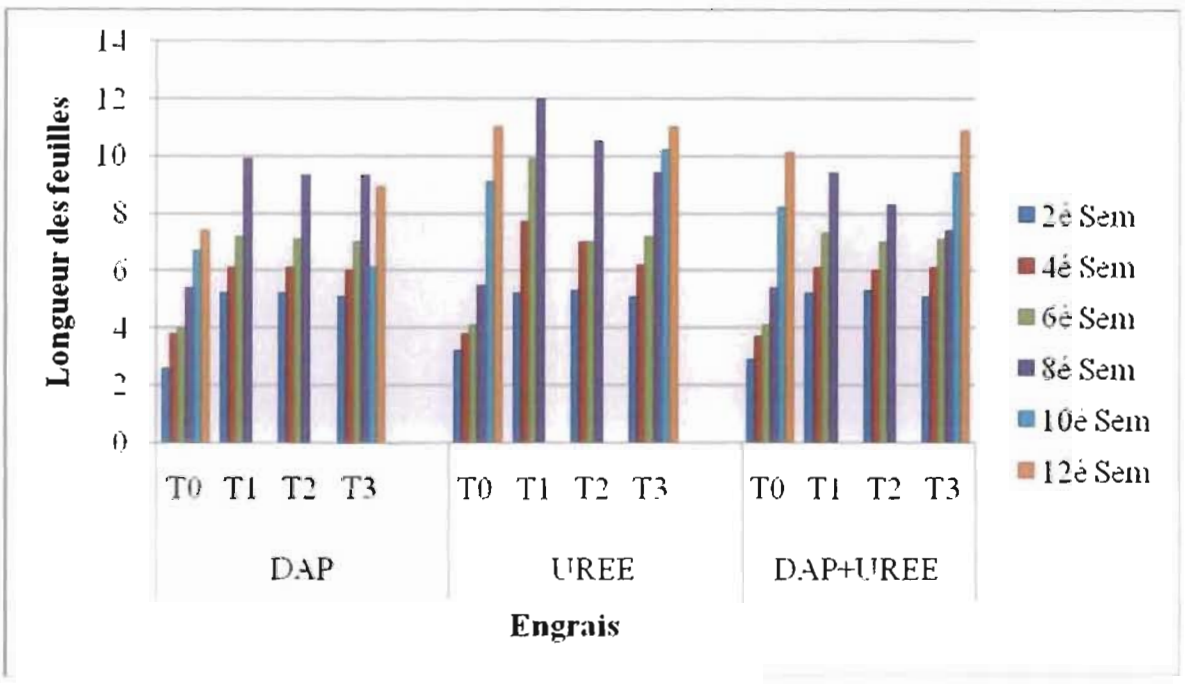


Figure 10 : Evolution de la longueur des feuilles en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués

La graphique ci- haut montre l'évolution de la longueur des feuilles. Ainsi, de cette graphique, on constate que les feuilles s'allongent sensiblement en fonction des traitements appliqués. L'application de l'urée deux et trois fois le mois favorise cette évolution.

VI.1.1.5. Largeur des feuilles

Le tableau 8 montre la synthèse des résultats moyens bruts pour la largeur des feuilles de l'*Eucalyptus saligna*.

Tableau 8 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la largeur des feuilles du plant de l'*Eucalyptus saligna.*

BLOCS	DAP				Urée				DAP+Urée			
Traitements / Périodes	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3	T_0	T_1	T_2	T_3
$2^{ème}$ Sem.	0,9	0,9	1,1	0,9	0,9	1,0	1,2	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9
$4^{ème}$ Sem.	1,1	1,8	1,7	1,6	1,0	2,1	1,7	1,7	1,1	1,5	1,6	1,6
$6^{ème}$ Sem.	1,7	2,3	2,0	2,0	1,9	3,1	2,3	2,1	1,7	1,8	1,9	1,7
$8^{ème}$ Sem.	1,9	2,7	2,3	2,2	2,1	4,5	3,2	2,7	1,9	2,9	2,7	2,3
$10^{ème}$ Sem.	2,5	-	-	2,6	3,7	-	-	4,0	2,0	-	-	2,8
$12^{ème}$ Sem.	2,7	-	-	2,7	4,4	-	-	4,5	3,0	-	-	3,1

La figure 11 montre l'évolution de la largeur des feuilles de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués.

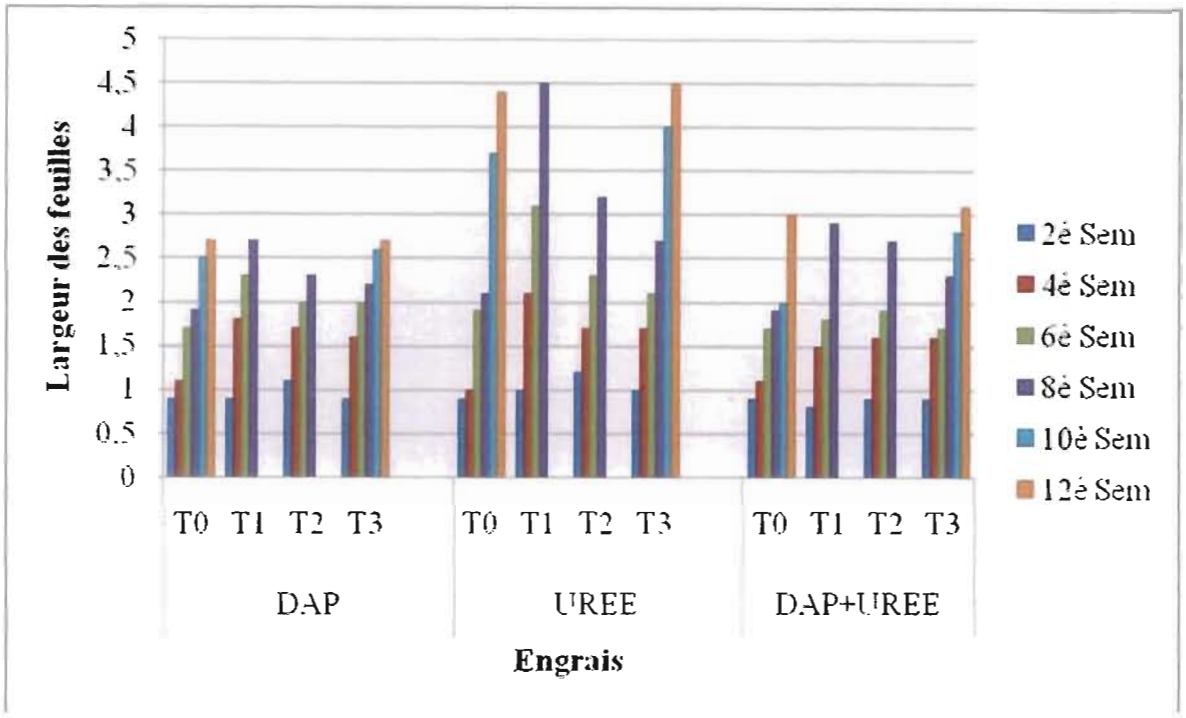


Figure 11 : Evolution de la largeur des feuilles de l'*Eucalyptus saligna* en fonction du temps et des traitements pour les engrais appliqués

La graphique ci- dessus montre l'évolution de largeur des feuilles. Ainsi, de cette graphique, on constate que les feuilles s'élargissent progressivement en fonction des traitements appliqués. L'application de l'urée deux et trois fois le mois favorise cette évolution.

Tableau 9 : Synthèse des résultats moyens bruts pour la dynamique de la formation des racines de l'*Eucalyptus saligna*

BLOCS	Traitements	L.R.P (cm)	N.L.R.S (cm)				T.R
			[5-10]	]10-15]	]15-20]	]20-25]	
Bloc 1 : DAP	T_0	23,85	11	10	10	6	**38**
	T_1	24,05	9	10	15	6	**41**
	T_2	21,7	7	9	11	9	**37**
	T_3	27,2	8	12	10	9	**40**
Bloc 2 : Urée	T_0	22,95	8	7	8	11	**35**
	T_1	25,75	7	8	12	9	**37**
	T_2	22,7	10	9	11	13	**44**
	T_3	25,95	7	12	9	13	**42**
Bloc 3 : DAP+Urée	T_0	23,75	5	10	13	11	**40**
	T_1	26,65	4	8	14	11	**38**
	T_2	25,95	8	8	7	10	**34**
	T_3	24,05	6	15	13	12	**47**

VI.1.1.6. Dynamique de la formation des racines

Pour le paramètre « Dynamique de la formation des racines », les résultats moyens bruts des différents traitements pour les types d'engrais appliqués correspondent à leurs dates d'enlèvement en pépinière.

L.R.P : Longueur de la racine pivotante

N.L.R.S : Nombre et Longueur des Racines Secondaires

T.R : Total des Racines

Du tableau 9, nous remarquons que la dynamique de formation des racines est fonction des traitements appliqués ainsi que la durée des plants en pépinière.

VI.1.2. Longueur végétative de l'Eucalyptus saligna en pépinière

Le tableau 10 montre la durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna* en fonction des traitements et des types d'engrais appliqués.

Tableau 10 : Durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna* en fonction des traitements et des types d'engrais

Blocs	Traitements	Date de semis en germoir	Date de repiquage	Date d'enlèvement en pépinière	Longueur végétative en pépinière (N^{bre} de jours)
B_1 : DAP	T_0	02/08/2012	24/08/2012	01/12/2012	121
	T_1	02/08/2012	24/08/2012	10/11/2012	101
	T_2	02/08/2012	24/08/2012	10/11/2012	101
	T_3	02/08/2012	24/08/2012	01/12/2012	121
B_2 : Urée	T_0	02/08/2012	24/08/2012	01/12/2012	121
	T_1	02/08/2012	24/08/2012	24/10/2012	83
	T_2	02/08/2012	24/08/2012	24/10/2012	83
	T_3	02/08/2012	24/08/2012	01/12/2012	121
B_3 : DAP+Urée	T_0	02/08/2012	24/08/2012	01/12/2012	121
	T_1	02/08/2012	24/08/2012	3/11/2012	93
	T_2	02/08/2012	24/08/2012	3/11/2012	93
	T_3	02/08/2012	24/08/2012	01/12/2012	121

De ce tableau, nous constatons que pour l'urée, les traitements T1 et T2 réduisent considérablement la durée des plants en pépinière. Ainsi vient en deuxième lieu l'urée + DAP et enfin le DAP.

VI.2. Analyse de la variance

Le tableau 11 montre l'influence des différents types d'engrais appliqués par l'analyse de la variance.

Tableau 11 : Analyse de la variance entre les différents types d'engrais pour la durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna*

Source de variation	SCE	DDL	CM	TEST-F	Prob.
Variance entre les engrais	162,667	2	81,333	0,279	0,763 N.S
Variance de la résiduelle	2628,00	9	292,00		
Variance totale	2790,667	11	-		

Du tableau 11, nous constatons que l'analyse de la variance n'affiche aucun effet significatif entre les types d'engrais appliqués sur la longueur végétative de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière, puis que la probabilité observée (0,763) est de loin supérieure à la probabilité théorique (0,05).

Cela peut s'expliquer par le fait que le sol du marais de Kambu contient déjà des éléments nutritifs (N – P – K) en provenance de ses bassins versants.

Le tableau 12 montre l'analyse de la variance des différents traitements en fonction de la durée des plants en pépinière.

Tableau 12 : Analyse de la variance entre les différents traitements pour la durée en pépinière de l'*Eucalyptus saligna*

Source de variation	SCE	DDL	CM	TEST-F	Prob.
Variance entre les engrais	2465,333	3	821,778	20,208	0,000***
Variance de la résiduelle	325,333	8	40,667		
Variance totale	2790,667	11	-		

*** : Différence très hautement significative

Du tableau 12, nous remarquons que l'analyse de la variance apporte une différence très hautement significative entre les traitements sur la longueur végétative de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière car la probabilité observée (0,000) est inférieure à la probabilité théorique (0,001).

Le tableau 13 montre les différents traitements appliqués, les moyennes obtenues ainsi que les groupes homogènes.

Tableau 13 : Test de Newman-Keuls au seuil de 5% pour la longueur végétative de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière selon les traitements

Traitements	Moyennes	Groupes homogènes
T_1	92	A
T_2	92	A
T_0	121	B
T_3	121	B

De ce tableau, nous distinguons deux groupes homogènes A et B significativement différents entre eux. Le premier groupe A est constitué des traitements T_1 et T_2 tandis que les traitements T_0 et T_3 appartiennent dans le deuxième groupe B.

De cela, nous constatons que les plants qui ont subi les applications d'engrais trois fois le mois (T_1) et deux fois le mois (T_2) ont passé peu de jours en pépinière (92 jours en moyenne) au moment où ceux qui n'ont pas subi des applications (T_0) et ceux qui ont eu les applications une fois le mois (T_3) ont passé beaucoup de jours en pépinière (121 jours).

Cela explique que les plants de l'*Eucalyptus saligna* qui ont été fertilisés deux et trois fois le mois ont trouvé la quantité suffisante d'éléments nutritifs dont ils avaient besoin pour pouvoir bénéficier d'une croissance rapide.

VI.3. Rentabilité économique

Nous jugeons cette opération indispensable pour dégager l'engrais et sa dose (traitement) qui est plus économiquement rentable tenant compte des coûts des plants pour les traitements des types d'engrais appliqués et la valeur des produits qui en découlent.

Nous avons donc extrapolé les coûts et les dépenses à une plate-bande de 5000 plants comme le montre le tableau 14.

Tableau 14 : Coûts engagés à une plate-bande de 5000 plants

0pérations	Nombres d'Hj ou quantités	Prix par Hj ou unité (Fbu)	Coût total (Fbu)	Coût par plant (Fbu)
Préparation de la pépinière	17Hj	1 000	17 000	3,4
Remplissage et rangement des sachets	16Hj	1 000	16 000	3,2
Semis en germoir	2Hj	1 000	2 000	0,4
Repiquage	10Hj	1 000	10 000	2
Entretien (sarclage + arrosage)	5Hj	1 000	5 000	1
Total des opérations			50 000	10
Coût des semences Coût des sachets	50g 5Kg	7 500/Kg 7 000Fbu	375 35 000	0,07 7Fbu
Total (opérations + Coût semences et sachets)			**85 375**	**17,07**

Calcul du coût des engrais pour les différents traitements des types d'engrais appliqués

- **Urée :**

1Kg (1 000 000 mg) coûte 1 200Fbu

50mg à mettre dans chaque plant valent $\frac{1\,200F \times 50}{1\,000\,000} = 0,06Fbu$

25mg valent $\frac{0,06F}{2} = 0,03Fbu$

- **DAP :**

1Kg (1 000 000 mg) coûte 1 600Fbu

50mg à mettre dans chaque plant valent $\frac{1\,600F \times 50}{1\,000\,000} = 0,08Fbu$

25mg valent $\frac{0,08F}{2} = 0,04Fbu$

- **DAP+Urée :**

50mg de la combinaison (DAP+Urée) valent 0,03F + 0,04F = 0,07Fbu

Pour l'Urée :

- T_1 a été fertilisé 4 fois durant sa période en pépinière, donc le coût de l'Urée est estimé à 0,06F x 4 = 0,24Fbu
- T_2 a été fertilisé 3 fois, le coût de l'Urée est estimé à 0,06F x 3 = 0,18Fbu
- T_3 a été fertilisé 3 fois, le coût de l'Urée est estimé à 0,06F x 3 = 0,18Fbu

Pour le DAP :

- T_1 a été fertilisé 6 fois, le coût de DAP est estimé à 0,08F x 6 = 0,48Fbu
- T_2 a été fertilisé 4 fois, le coût de DAP est estimé à 0,08F x 4 = 0,32Fbu
- T_3 a été fertilisé 3 fois, le coût de DAP est estimé à 0,08F x 3 = 0,24Fbu

Pour la combinaison (DAP + Urée) :

- T_1 a été fertilisé 5 fois, le coût est estimé à 0,07F x 5 = 0,35Fbu
- T_2 a été fertilisé 3 fois, le coût est estimé à 0,07F x 3 = 0,21Fbu
- T_3 a été fertilisé 3 fois, le coût est estimé à 0,07F x 3 = 0,21Fbu

Tableau 15 : Analyse de la rentabilité économique des traitements pour les types d'engrais appliqués

Blocs	Traitements	Coût des opérations par plant (Fbu)	Coût des semences et sachets par plant (Fbu)	Coût des engrais par plant (Fbu)	Coût total par plant (Fbu)	Valeur du plant (Fbu)	V/C
B_1 : DAP	T_0	10	7,07	-	17,07	60	3,51
	T_1	10	7,07	0,48	17,55	60	3,41
	T_2	10	7,07	0,32	17,39	60	3,45
	T_3	10	7,07	0,24	17,31	60	3,46
B_2 : Urée	T_0	10	7,07	-	17,07	60	3,51
	T_1	10	7,07	0,24	17,31	60	3,46
	T_2	10	7,07	0,18	17,25	60	3,47
	T_3	10	7,07	0,18	17,25	60	3,47
B_3 : DAP+Urée	T_0	10	7,07	-	17,07	60	3,51
	T_1	10	7,07	0,35	17,42	60	3,44
	T_2	10	7,07	0,21	17,28	60	3,47
	T_3	10	7,07	0,21	17,28	60	3,47

De ce tableau, l'analyse de la rentabilité économique nous montre que pour tous les résultats obtenus, le rapport V/C sont partout supérieurs à 2 ; c'est-à-dire que tous les traitements adoptés sont économiquement rentables.

Mais, pour ceux qui ont eu la longueur végétative plus courte, le plus économiquement rentable est le traitement T_2 (application de 50mg d'engrais par sachet deux fois le moins) pour l'Urée et pour la combinaison (DAP+Urée) avec le rapport V/C égal à 3,47.

CHAP VII. CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

VII.1. Conclusion générale

L'étude qui vient d'être faite dans le présent travail consiste à l'identification du type d'engrais et sa dose assurant la longueur végétative la plus courte de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière.

C'est dans cette perspective que nous avons mené une étude pouvant aider les forestiers à la fertilisation de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière. Cette étude consistait à appliquer le DAP, l'Urée et enfin, de combiner le DAP et l'Urée (DAP+Urée) suivant les différents traitements (doses). C'est au cours de cette expérimentation que nous avons fait des observations sur divers paramètres de croissance afin de déterminer la phase optimale de plantation de l'*Eucalyptus saligna*.

Des résultats statistiques de cette étude, nous constatons que les traitements T_1 (application de 50mg d'engrais azoté par sachet trois fois le mois) et T_2 (application de 50mg d'engrais azoté, par sachet deux fois le mois) ont marqué un effet très hautement significative sur la longueur végétative (durée) de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière avec 83 jours contre 93 jours de l'Urée + DAP et 101 jours de DAP ainsi que 121 jours pour les traitements T0 et T_3 (application de 50mg d'engrais par sachet une fois le mois) et T_0 (témoin).

Par contre, de ces mêmes résultats, nous constatons que les types d'engrais appliqués n'ont pas manifesté aucune influence significative sur la longueur végétative de cette espèce en pépinière.

En ce qui concerne les résultats de l'analyse de la rentabilité économique, nous voyons que tous les traitements sont économiquement rentables puis que le rapport V/C est partout supérieur à 2. Mais, le plus économiquement rentable parmi ceux avec la longueur végétative plus courte, est le traitement T_2 pour l'urée et la combinaison (DAP+Urée) avec les rapports V/C égaux à 3,47.

Des résultats de notre travail, nous avons constaté qu'il serait mieux que les forestiers œuvrant dans la région de Kirimiro puissent utiliser ce type d'engrais et sa dose à apporter sur *Eucalyptus saligna* en pépinière.

Donc, se basant sur les résultats de l'analyse de la variance et de la rentabilité économique, nous déduisons que c'est le type d'engrais « Urée ou la combinaison (DAP+Urée) » appliqué à la dose (traitement) T_2 (application de 50mg d'engrais par sachet deux fois le mois) qui donne la longueur végétative plus courte en même temps le plus économiquement rentable de l'*Eucalyptus saligna* en pépinière.

VII.2. Recommandations

Au terme de notre travail, nous formulons à l'endroit du ministère de l'environnement et à toute institution ayant la foresterie dans ses attributions, les suggestions suivantes :

- Au gouvernement du Burundi :
  - d'appuyer par des moyens suffisants les services chargés d'encadrer les pépiniéristes ;
- Au Département des Forets et à l'ISABU
  - de multiplier les semences de *l'Eucalyptus saligna* et de les mettre à la disposition des bénéficiaires
  - Sensibiliser les associations produisant les plants d'*Eucalyptus* en pépinière d'utiliser les intrants fertilisants dans le but de couper court la durée en pépinière et d'assurer la bonne croissance de cette espèce;
- A la population de s'impliquer davantage à la fertilisation organique au lieu de la fertilisation minérale des pépinières.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1) **BOCKMAN, 1990** : Agriculture et fertilisation : Les engrais et leur avenir, division, Agriculture, Norsk Hydro, a.s, Olso, Norvège, 258p.
2) **Christian *et al.* 2005**: Guide de la fertilisation raisonnée. Edition, France agricole. Sous l'égide du COMIFER, 414p.
3) **DAGNELIE P.** , 1973 : Théorie et méthodes statistiques : Applications agronomiques VOL 1 Presses agronomiques de GEMBLOUX Belgique, 363 p.
4) **DIEHL, 1975** : Agriculture Générale, Edition J.B. Baillière 19, rue, Hautefeuille, Paris 6^{è}, 396p.
5) **DUBOURDIEU, 1997** : Manuel d'aménagement forestier, Office National des Forêts, Paris, 243p.
6) **DUDAL et ROY, 1987 :** Système intégré de nutrition des plantes, Bulletin FAO, Engrais et nutrition végétale, Rapport d'une consultation d'experts tenue à Rome, Italie le 13-15 Décembre 1993, 448 P.
7) **FAO, 1982** : Les *Eucalyptus* dans les reboisements, 753p.
8) **FAO, 1986** : Les effets écologiques des *Eucalyptus,* Rome, 118p.
9) **FAO, 1987 :** Guide sur les engrais et la nutrition des plantes, Rome, 100p.
10) **François BESSE et Pierre VAURON, 1990 :** Notes techniques et Renseignements Pratiques, 36 p.
11) **GONDE et JUSSIAUX, 1996** : Cours d'Agriculture moderne, Nouvelles leçons d'Agriculture, 9^{è} édition, 619p.
12) **GROS A., 1979** : Engrais: Guide pratique de la fertilisation, 7ème édition revue et complétée. La maison Rustique, Paris, 382p.
13) **HABONIMANA A. et RUBERINYANGE C., 1995:** Contribution à l'étude de l'aménagement du marais de Kambu. Mémoire, ISA, UB, GITEGA, 120p.
14) **HENDRIK H., 1996** : L'Agroforesterie des régions d'altitudes au Burundi, 141p.
15) **IGEBU, 2012** : Archives météorologiques, rapport interne
16) **ISABU, 1988** : Rapport annuel, Tome 5/ Division de Sylviculture (Septembre 1987-1988), 252p.
17) **ISABU, 2002** : Synthèse référentielle des travaux de recherché sur la fertilisation des cultures au Burundi. Programme fertilité des sols, 92p.
18) **KABONEKA S.et GUIZOL P., 1990** : Le point sur la lutte contre les termites au Burundi, division sylvicole de l'ISABU, 83p.
19) **METRO A., 1975** : Terminologies forestiers, Helsinki, CILF, 432p.

20) **NDAYIRATA G.** , 2005: Essai de comportement de la pomme de terre dans le monde rural et analyse de l'acceptabilité des techniques culturales modernes pour cette culture : Cas de la commune Muruta : Université du Burundi : FACAGRO, 84 p.

21) **NDORERE V., 2011**: Manuel de formation sur la conduite des pépinières forestières et agro forestières. Projet CATALIST / SEW de l'IFDC, 58p.

22) **NDUWAYO E., 1988**: Etude sur l'utilisation des roches phosphatées de MATONGO, dans la ferme de l'Institut Supérieur d'Agriculture. Mémoire, UB, ISA, Gitega, 104p.

23) **NINDEREYE L., 1986** : Contribution à l'étude de la fertilisation et chaulage des sols ferralitiques rouges (Ferme de l'ISA). Mémoire, UB, ISA, GITEGA, 126p.

24) **NIYUNGEKO D., 2001** : Contribution à l'etude de la problématique de conservation des semences de Pomme de terre dans le centre semencier de RUZIBAZI en commune MUKIKE. Mémoire, UB, ISA, 98p.

25) **NTIBASHIGWA et DELAINE, 1989**: Diagnostic de la Région de Kirimiro. ISABU, Bujumbura, 198p.

26) **REYNDERS, 1963** : Contribution à l'étude de l'*Eucalyptus* au Rwanda et au Burundi, INEAC, 98p.

27) **RURACENYEKA E., 1992** : Extraction et analyse d'huiles essentielles des *Eucalyptus maïdenii* et *globulus* de Mageyo. Mémoire, UB, FACAGRO, 49p.

28) **SANGER, 1978** : Des arbres et des hommes, Ottawa, 52p.

29) **SOLTNER D., 1990** : Les grandes productions végétales. Collection « Sciences et techniques agricoles ». Les clos lorelle. Sainte Gemmes sur Loire, 17ème édition, 464p.

30) **TROUVILLIEZ, 1987** : Croissance des *Eucalyptus* au Burundi : Synthèse des essais 1977-1986, ISABU, 62p.

UNIVERSITE DU BURUNDI
INSTITUT SUPERIEUR D'AGRICULTURE