

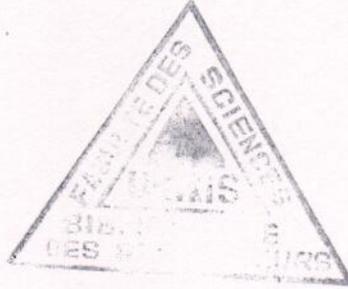
216/Bot, 216/Bot.

UNIVERSITE DE KISANGANI
FACULTE DES SCIENCES



B.P 2012
KISANGANI

Département d'Ecologie et Gestion
des Ressources Végétales



Essai d'inoculation en pots de végétation de *Leucaena leucocephalla* (Lam)
Dewit, 1963 par les endomycorhizes locaux de PK 12, Axe BANALIA, P.O
(R.D. Congo)

Par

Mahdjid Grace BUSHABU KAPITENE

Travail de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du grade de
Licencié en Sciences.

Option : Biologie
Orientation : Ecologie et Gestion de
Ressources Végétales
Directeur : Pr. Dr. Ir. *Adrien*
MOANGO MANGA
Encadreur : Ass. Crispin LEBISABO

Année - Académique: 2013 – 2014

DEDICACE

A mon très cher papa, Lassana CISSE THIMPANGA pour ses critiques et encouragements qui ont fait de nous une personne incontestable, et à mes chères mères Marie MULANGA et KAYA MPOYI pour tant de souffrances et sacrifices endurés pour notre éducation et formation. Que ce travail soit le fruit de vos sacrifices.

Mahjid Grace Bushabu Kapitene

REMERCIEMENTS

Le présent travail qui marque la fin de nos études Universitaires à la Faculté de Sciences n'est pas le fruit de nos propres efforts. Des multiples personnes ont contribué d'une manière ou d'une autre à sa réalisation, c'est ainsi que, nous est agréable de leurs témoigner nos sentiments de reconnaissance.

Nous remercions le Dieu tout puissant, le clément et le miséricordieux qui par sa volonté et par son amour, nous a accordé la vie depuis la conception jusqu'à ce jour. Que son nom soit glorifié.

Nos sentiments de remerciements s'adressent aux Coordonnateurs Belge et Congolais du Projet *Gestion des matières organiques des terroirs dégradés de Kisangani (GESMOTD)* Messieurs les Professeurs Geert Beart et Adrien Moango, nous voudrions remercier le Conseil d'Administration des Universités Flamandes de Belgique (VLIR) pour les équipements et réactifs du Laboratoire de Pédologie où nous avons effectué nos analyses.

Nos remerciements s'adressent particulièrement au Professeur Adrien Moango Manga,

promoteur de ce travail, qui malgré ses multiples occupations a accepté la direction de ce mémoire. Ses remarques et suggestions ont contribué énormément à l'amélioration de sa qualité.

Nos remerciements s'adressent d'une manière raffinée aux professeurs H. N'shimba, L. Ndjele, Jr. Makana, Jm. Kahindo, F. Boyemba, C. Lomba, Katuala, H. Tahobavuka D. Onaoutsu pour leur enseignements combien de fois louable, en nous transmettant les connaissances tant théoriques que pratiques ainsi que leur précieux conseils d'angliciste durant ces cinq années.

Nous remercions également sans condition les Chef de Travaux et Assistants de la Faculté de sciences : Fellix Bola, Prospère Sabongo, Justine Tshimbila, Bosco Django, Jeanvier Lisingo Bijoux Lituka pour leurs multiples enseignements et encadrements à notre formation.

Nos sentiments de reconnaissance vont plus particulièrement aux deux remarquables grands frères : Hyggains Tshienda Tshibwabwa et le Professeur docteur Ursule Lelo pour leur soutien financier, matériel et d'avoir supporté nos caprices pendant la vie estudiantine.

A nos frères et sœurs Mohamed Cisse, Stephany Kalambe, J.C. Yema Moutombo, Mariamu Freddy Senga, Housein Cisse Kabongo, Abdoulay Cisse Kazadi et Awah Cisse Mujinga pour leur comportement de motivation très remarquable, que ce travail soit l'expression d'attachement envers vous.

Que les familles : Mukanya, Tshienda gaston, Kasongo joseph, Lamine Cisse, Kaleta Cisse, Hibrahim Tshienda, Ntumba ndelela Cisse, Ousmane Gari, Touré koroboro, N'koy Willy, Jefiré Mouel et J.P. Gana trouvent ici notre profonde gratitude pour leur assistance tant financier et matérielle.

Que les couples : Lekî Masibolo et Kitoko, Kisando et Martinette, Nelly et Salima trouvent ici nos sentiments de gratitude pour leur soutien morale et financier.

Nos remerciements se dirigent plus particulièrement à mademoiselle Camara Kahindo Mbambu et Afua Mwemedi qui n'ont jamais cessé de nous soutenir durant la réalisation de ce mémoire.

Nos remerciements se dirigent sincèrement à monsieur le master Léon Kassaka, Loke Lobanga ainsi que l'ingénieur Steve Gate pour leur apport combien louable sur le terrain de récolte, au laboratoire, pour les différents traitements de nos données et pour leur disponibilité précieuse sans contrainte ni caprice, qu'ils trouvent à travers ces lignes toutes nos estimés.

Nos profondes reconnaissances vont également à papa Benjamin Tshienda Kabuya, Bertin Tshienda, Pozzo Tshienda ainsi que la maman Bijou Tshienda pour leur remarquable contribution financière à la réalisation de ce travail.

Que les amis et collègues: Trésor Yayingo, Ashile Monzombo, Arsène Balabala, Felix Kiambou, Gisèle Gana, Sylvie Asumani, Yvette Masika et Alain Mpiana trouvent ici nos lignes de reconnaissance pour nous avoir soutenus et accompagné sur le terrain à plusieurs reprises pour la récolte des données.

Que tous nos compagnons d'élite, particulièrement ceux de deuxième cycle en Biotechnologie, Chimie, EGRA, EGRV, Hydrobiologie et ceux de premier et troisième cycle trouvent ici l'expression de notre reconnaissance pour ce moment crucial partagé ensemble.

Nous adressons enfin des remerciements à titre personnel à tous ceux qui ont contribué de près comme de loin à la réalisation de ce travail, à savoir :

- Professeur docteur Hyppolyte N'shimba Seya Wamalela, pour ses encouragements et ses soutiens durant ces cinq années, et pour ses précieux conseils de viser toujours l'excellence dans la vie;
- C.t. John Mabay, pour vos conseils et encadrement en matière de la rédaction d'un travail scientifique;
- Au caissier Désiré Kasongo pour ces aides financières tout au long de mes parcours à l'Université de Kisangani ;
- Docteur Rudy Gwe, pour nous avoir accueillis chez toi au campus pendant quatre ans et supporter nos caprices malgré les divergences religieuses. Nous te disons merci au nom de Dieu tout puissant ;
- Maître Innocent Erebo, pour sa bonne volonté en nous assistant avec son ordinateur pour la rédaction de cette œuvre ;
- Assistant Chrispin Lebisabo pour sa sympathie en nous donnant d'énormes documents et ces encadrements stratégiques de grande envergure pour la réalisation de cette œuvre.

Mahjid Grace Bushabu Kapitene

Sigle et Symbole Définition

ANOVA	Analyse de Variance
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation ;
pH	potentiel d'Hydrogène ;
CO	Carbone Organique
PO	Phosphore Organique
KCl	Chlorure de Potassium
PK 12	Point Kilométrique 12
MONUSCO	Mission de l'Organisation des Nations Unies pour la Stabilisation de la paix au Congo
H ₂ SO ₄	Acide Sulfurique
Ns	Azote du Sol
Ps	Phosphore du Sol
K ₂ Cr ₂ O ₇	Bichromate de Potassium
MO	Matière Organique
COS	Carbone Organique du Sol
T°	Température
µm	Micron metre
°C	Degré Celsius
WRB	World Reference Base
TTT	Température Moyenne mensuelle en degré Celsius
PP	Précipitations Mensuelles en mm
HR	Humidité relative
M.A	Moyenne annuelle
WWW	World Wide Web
AM	Mycorhize à Arbusculaire
VAM	Mycorhizes à Vésicules et à Arbuscules
INERA	Institut National d'études des recherches Agronomiques
AMF	Champignon Mycorhizien à arbuscules (<i>acronyme anglais</i>)

Résumé

Nous avons fait l'expérimentation en pots de végétation de *Leucaena leucocephalla* par les endomycorhizes locaux de PK 12, Axe BANALIA, P.O (R.D. Congo).

L'objectif poursuivi dans cette recherche est de contribuer à la Gestion intégrée de la Fertilité des sols (GIFS).

La méthode avait consisté aux prélèvements des échantillons sols composites pour l'installation dans les pots d'expérimentation ainsi que les autres échantillons pour les analyses appropriées au laboratoire.

Pour le dénombrement des spores, 71 spores ont été dénombrés au total et trois catégories des spores ont été trouvées. Il s'agit des : spores des couleurs : Jaune (glomus), Blanche (gigaspora) et Noire (acaulospora).

Quant aux caractéristiques physico – chimiques, le site expérimental de PK12 est caractérisé par :

Un pH acide selon la méthode utilisée avec une moyenne de tous les traitements est de 4 pour le KCl et 4,63 pour l'eau.

La granulométrie est répartie en deux unités pédologiques selon la classe texturale Fao (Usda, 1975) à savoir : Limon-Sable (**T1, T2, T3, T4**) et la texture Limon-argile-sableuse (LAS).

Pour la détermination de la teneur en Carbone (matière organique) nous avons les résultats suivants : le **T2** avec 4,9 % suivie de **T1** avec 4,4 %, **T3** avec 4,2 %, **T4** avec 4,1 % et **T5** avec 3,9 %. Tandis que pour la teneur en Carbone organique nous avons : **T2** avec 2,8 %, suivie de **T1** avec 2,6 %, **T3, T4** avec 2,4 %, **T5** avec 2,3 %.

Pour la détermination de la teneur en Phosphore, nous avons les résultats ci-après: le **T1** avec 12,06 %, **T2** avec 12,29%, **T3** avec 12,27 %, **T4** avec 12,02 %, **T5** avec 12,6%.

Concernant la détermination de la teneur en Azote, nous avons trouvé les résultats suivants : le **T1** 2,8 %, **T2, T3** et **T4** avec 2,45% chacun d'eux et en fin **T5** avec 2,1 %.

Mots clés : Mycorhize, Bagasse, Composite, Boosté, Inoculation, Sol.

Summary

We had studied the test of inoculation in pots of vegetation of *Leucaena leucocephalla* par the in local endomycorrhizes of PK 12, Axis BANALIA, P.O (R.D. Congo).

The objective pursued in this research is to contribute to the Management integrated of the Fertility of soils (GIFS).

The method had consisted to the withdrawals of the samples composity soils for the installation in the pots of experimentation as well as the other samples for the analyses appropriated at the laboratory.

For the numbering of the spores, 71spores have been counted to the total and three categories of the spores have been found. It is about the: spores of the colors: Yellow (glomus), Half note (gigaspora) and Crotchet (acaulospora).

As for the characteristic physico - chemical, the experimental site of PK12 is characterized by:

An acidic pH according to the method used with an average of all treatments is of 4 for the KCl and 4, 63 for water.

The granulometry left in two pedological units according to the class Fao texturale (Usda, 1975)à knowledge,: Silt-sand (T1, T2, T3, T4) and the Silt-Clay-Sandy texture (TIRED).

For the determination of the content in Carbon (organic matter) we have the following results: the T2 with 4, 9% consistant of T1 with 4,4%, T3 with 4,2%, T4 with 4,1% and T5 with 3,9%. While for the content in organic Carbon we have: T2 with 2,8%, of T1 with 2,6%, T3, T4 with 2,4%, T5 with 2,3%.

For the determination of content in Phosphor, we have the results below: the T1 with 12, 06%, T2 with 12,29%, T3 with 12,27%, T4 with 12,02%, T5 with 12,6%.

Concerning the determination of content in Nitrogen, we found the following results: the T1 2, 8%, T2, T3 and T4 with 2, 45% each of them and in end T5 with 2, 1%.

Key words: Mycorhizal, Bagasse, Composity, Boosty, Inoculation, Soil,.

0. Introduction

Le sol est un écosystème qui s'autorégule, où les plantes, les bactéries, les champignons et les autres organismes telluriques sont très intimement liés. Au cœur de ces relations se place le mycorhize, élément essentiel en agriculture qui depuis plusieurs années fait l'objet de toutes les attentions puisqu'il semble se raréfier dans les sols agricoles, mettant en péril leur équilibre et leur productivité (Lerat et Sylvain, 2009).

Le mycorhize traduit la collaboration entre un champignon (myco) et les racines (rhize) d'une plante. Cette collaboration est en fait une symbiose, car elle résulte d'un commun accord entre les deux organismes. Elle repose sur le fait que les deux partenaires retirent des avantages de cette liaison (Selosse, 1999). Leur association à une plante est plus ou moins obligatoire, et la plupart des espèces mycorhiziennes sont totalement dépendantes de leur hôte pour leur nutrition carbonée. En revanche, elles sont capables de mobiliser dans le sol l'azote, le phosphate et d'autres nutriments, parfois à partir de réserves organiques, dont elles transmettent une partie aux racines de leur hôte (Smith et Read, 2009). Les échanges nutritifs entre la plante et son partenaire fongique sont favorisés par la structure de mycorhize, impliquant la pénétration des tissus racinaires par les hyphes fongiques, et la mise en place des structures de contact étroit entre le mycélium et la racine.

Les mycorhizes comme composante complexe de la plupart des écosystèmes mondiaux (Brundrett, 2002) sont généralement considérés comme un facteur clé d'un système sol-végétation durable. En effet ils gouvernent les cycles des principaux nutriments et contribuent au maintien du couvert végétal (Schreiner et al, 1997).

Les apports des mycorhizes sont essentiels puisqu'avec cette ressource, l'écosystème sol peut se construire et se consolider afin de résister aux perturbations (sécheresse, maladies, gel,...).

Les bénéfices tirés par la plante de la symbiose mycorhizienne comprennent une augmentation de l'assimilation des minéraux à faible mobilité (ex : Phosphore) des micronutriments et de l'azote, une augmentation de l'absorption d'eau et une amélioration de la santé de la plante du fait de son action contre certains pathogènes (Smith et Read, 2008).

Les effets bénéfiques de la symbiose racinaire sont assurés par la phase intra-racinaire du champignon et par la présence d'hyphes extra-racinaires de faible diamètre, se ramifiant dans le sol et jouant un rôle essentiel dans l'acquisition du phosphore. Elles évoluent à grande distance et atteignent des zones non accessibles aux racines (Jakobsen et *al*, 1998) augmentant ainsi les surfaces d'échange entre la plante et son environnement. Les hyphes ont aussi la possibilité d'acquies d'autres minéraux comme l'azote, le soufre, le calcium, le magnésium, le potassium, le zinc et le cuivre mais les informations dont on dispose sont plus limitées à ce sujet.

Les symbioses mycorhiziennes sont connues pour leur rôle considérable dans le développement de la grande majorité des plantes, notamment en milieu forestier et sur des sols carencés (Boulard, 1990). Leurs effets se manifestent non seulement au niveau de la nutrition minérale des plantes (notamment phosphore et azote), mais aussi dans leur adaptation au stress hydrique (les fluctuations d'humidité sont très fortes en forêt sèche) et leur résistance générale (Strullu, 1991).

De plus, ces symbioses jouent un rôle majeur dans la nutrition minérale des plantes dans la plupart des écosystèmes forestiers et particulièrement dans les forêts tropicales humides où le phosphore distribué de façon hétérogène, est souvent présent en faible quantité dans les sols (Vitousek, 1996).

Généralement, l'apport de mycorhize est prometteur pour une meilleure gestion de la fertilisation en général et un moyen de fournir au sol des nutriments essentiels, en favorisant le développement d'organismes capables d'améliorer la structure du sol en particulier.

Ainsi les champignons mycorhiziens permettent de diminuer les apports d'engrais chimiques de 15 à 25 %. Ces engrais sont nuisibles à la biodiversité des sols (certains détruisent les mycorhizes) et en l'occurrence, à la diversité végétale.

Les mycorhizes sont aussi utilisés pour restaurer des sols perturbés pour un meilleur rendement, Ils fournissent en retour de l'azote, du phosphore et d'autres substances minérales qu'ils sont capables de mobiliser grâce à leurs connexions hyphales avec le sol (Bereau et al, 2003).

L'avantage de la mycorhization est de permettre à l'arbre (en passant par le réseau d'hyphes du champignon) d'augmenter sa capacité à puiser des ressources minérales en couvrant un très grand territoire, comparativement aux seules racines des végétaux, et en ayant accès à des nutriments inaccessibles aux racines (Dechamplain et Lyne, 2002).

0.1 Problématique

Depuis les années 80, le concept d'agriculture durable a émergé pour désigner des pratiques agricoles permettant à l'agriculture d'évoluer indéfiniment en harmonie avec l'environnement, protégeant la qualité du sol, de l'eau et de culture durable préconise un retour à la biodiversité des espèces cultivées (Fortin, 2011).

Etant donné que les pays des régions tropicales sont caractérisés par ces sols naturellement très pauvres en matière organique et aux éléments minéraux disponibles, l'apport des biofertilisants s'avère indispensable (Fortin, op.cit.). Les mycorhizes y sont particulièrement fréquents et les arbres qui vivent obligatoirement en association avec les mycorhizes et y sont nettement favorisés. (Vande Weghe, 2004).

La République Démocratique du Congo en général et la ville de Kisangani en particulier, la culture par l'apport des mycorhizes comme fertilisant pour une meilleure production agricole demeure encore peu connu et moins d'études ont été faites jusque-là.

De ce qui précède, nous pensons répondre aux questions principales :

- ✓ Quel est le résultat de l'inventaire des endomycorhizes sur le site expérimental de PK12, Axe Banalia ?
- ✓ Quel est le support énergétique approprié pour multiplier les endomycorhizes du site expérimental de PK12, Axe Banalia ?
- ✓ Quel est l'effet de l'inoculation des endomycorhizes du site expérimental de PK12, Axe Banalia sur la croissance de *Leucaena leucocephala* ?
- ✓ Quelles sont les textures favorables pour les endomycorhizes du site expérimental de PK12, Axe Banalia?

0.2. Hypothèses

Notre travail se propose les hypothèses suivantes

- ✓ Le site expérimental de PK12, Axe Banalia renferme des spores vivantes des endomycorhizes ;
- ✓ La bagasse facilite la multiplication des endomycorhizes du site expérimental de PK12, Axe Banalia ;
- ✓ Les endomycorhizes du site expérimental de PK12, Axe Banalia agissent sur la croissance de *Leucaena leucocephalla* ;
- ✓ Le Site expérimental de PK12, Axe Banalia, regorge plusieurs classes texturales.

0.3. Objectifs

0.3.1. Objectif global

L'objectif global de cette recherche est de contribuer à la Gestion intégrée de la Fertilité des sols (GIFS).

0.3.2. Objectifs spécifiques

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- ✓ Inventorier les endomycorhizes du site expérimental de PK 12, Axe Banalia ;
- ✓ Procéder à la multiplication des endomycorhizes du site expérimental de PK 12, Axe Banalia ;
- ✓ Procéder à l'inoculation de *Leucaena leucocephalla* par les endomycorhizes du site expérimental de PK 12, Axe Banalia.
- ✓ Enumérer les classes texturales du site expérimental de PK 12, Axe Banalia.

0.4. Intérêt du travail

Ce travail revêt les intérêts suivants :

- ✓ Sur le plan scientifique : il constitue une banque des données pour tout autre chercheur voulant mener une étude scientifique dans ce domaine notamment la caractérisation moléculaire des endomycorhizes;
- ✓ Sur le plan économique : Cette étude permet de booster la production agricole (rendement)

0.5. Plan succinct du travail

Outre l'introduction qui présente la problématique, les objectifs et les hypothèses de la recherche, le présent travail est subdivisé en quatre principaux chapitres. Le premier passe en revue la littérature. Le deuxième expose l'approche méthodologique, le troisième est consacré à la présentation des résultats obtenus et le dernier discute les résultats obtenus. Une brève conclusion générale avec quelques suggestions boucleront ce modeste travail.

CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTÉRATURE

I.1. *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit ,1963 [syn. *Acacia glauca* DE WILD., *L. glauca* (WILLD.) BENTHAM, *Mimosa glauca* L.]

a) Description

L'espèce *Leucaena leucocephala* est un petit arbuste ou arbre de région tropicale à port étalé ne dépassant pas les 4 à 5 m de la famille de Fabaceae, originaire du Mexique.

Ses feuilles sont alternes, bipennées, longues, composées de 5-10 paires de folioles ayant une quinzaine de paires de foliolules linéaires, les jeunes pousses sont légèrement poilues.

Ces fleurs blanches, terminales, elle fleurit de la fin du printemps à l'automne (juin à septembre) et donne des glomérules axillaires blanc crème de 2 cm.

Ses fruits sont de longues gousses plates, déhiscentes, stipitées, linéaires, aiguës aux extrémités, atteignant 15 cm de long, 1.5 cm de large. Les graines sont elliptiques-ovales (10 à 15 cm) vertes translucides virant au brun à maturité qui laissent voir par transparence des petites graines.

Il est utilisé à des fins diverses, telles que bois de chauffage ou de clôture, l'alimentation du bétail (malgré la toxicité du feuillage qui contient de la mimosine, une substance réputée être toxique pour les animaux domestiques) et surtout la production de biomasse car son rendement de feuillage correspond à une masse sèche de 2 000 à 20 000 kg / ha / an, et 30-40 m³ / ha / an de bois, avec jusqu'à deux fois ces chiffres sous de bons climats. Il est particulièrement efficace dans la fixation de l'azote, avec plus de 500 kg / ha / an.

Au cours des années 1970 et 1980, il a été considéré comme un « arbre miracle » pour ses multiples utilisations. Il a également été décrit comme une "plante envahissante" dans la mesure où il est à la fois utile pour la production fourragère et se répand comme une mauvaise herbe dans certains endroits.

L'un des inconvénients de cette espèce est sa sensibilité aux infestations d'insectes. Dans les années 1980, on a constaté de grosses pertes en Asie du Sud-Est en raison d'attaque par des ravageurs de la famille des psyllides (Lejoly et al 2010).

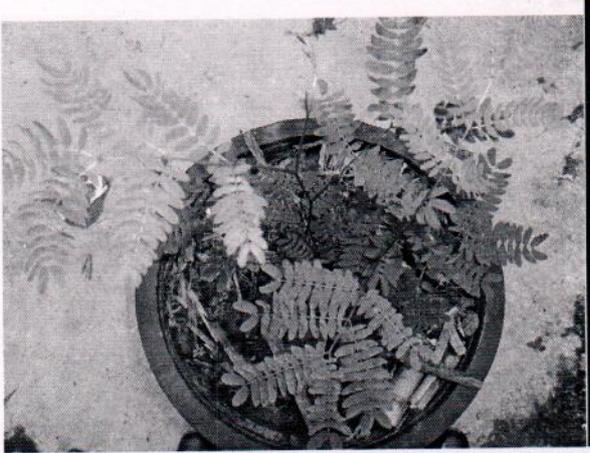


Figure 1 :

Espèce : *L. leucocephalla* (Lam.) De Wit ,1963



Figure : 2 Gousses de *L. leucocephalla*

I.2. Mycorhize

Le mycorhize est une association symbiotique entre les champignons et les racines des végétaux supérieurs. Il a été décrit pour la 1ère fois en 1855 par un phytopathologiste allemand Franck comme étant l'association symbiotique entre racines de plantes et champignons (Pierart, 2012). Au cours de cette symbiose, un échange d'éléments chimiques et de nutriments se met en place. La plante fournit du carbone pour le champignon hétérotrophe. Ce dernier lui transmet différents nutriments, la protège contre certaines maladies et certaines pollutions (Vande Weghe, Op.cit.).

Ces champignons proviennent de plusieurs groupes distincts selon le type de structures mises en place au niveau des racines. On peut classer les interactions mycorhiziennes selon les structures intra et extra-radicales. Les groupes principaux actuellement reconnus sont les endomycorhizes et les ectomycorhizes, respectivement définies par la capacité ou non de leur mycélium à pénétrer les racines (Pierart Op.cit.).

Elles sont connues depuis le siècle dernier et des études approfondies sont consacrées à l'amyotrophie depuis plus de 80 ans. De nombreux manuels très complets font le point de la recherche mycorhizienne et des théories de dernières décennies (Kelley, 1950).

On suppose que les spores sont formées d'une façon asexuée. Il y a des limitations aux caractères morphologiques qui peuvent être utilisés en taxonomie, ce qui fait que pour l'instant on ne peut guère reconnaître qu'à peu près 200 espèces (des morphotypes).

1.3. Type des mycorhizes

Les mycorhizes sont classifiées d'après leurs morphologies ou, par la structure du complexe mycorhizienne. Cette classification est devenue simplifiée, deux types majeurs, il s'agit des :

- ✓ Ectomycorhizes
- ✓ Endomycorhizes

1.2.1. Ectomycorhizes

Les ectomycorhizes sont des champignons symbiotiques qui ne pénètrent pas les racines mais les entourent de mycélium sous la forme de manchons.

Les hyphes pénètrent entre les cellules extérieures de la racine, sans jamais dépasser le péricycle. Les hyphes, les rhizomorphes et les cordons mycéliens s'épanouissent dans le sol.

Les champignons impliqués sont généralement des basidiomycètes dont les organes de reproduction sont bien connus sous forme de bolets russules, chanterelles ou agarics. Ils entourent les petites racines de masses fongiques mais envoient aussi des filaments dans les espaces intercellulaires de leur hôte (Vande Weghe, Op.cit.).

Les ectomycorhizes peuvent faire des réseaux entre les arbres, les reliant dans le sol. Les ectomycorhizes dépendent des arbres comme source de carbone ; elles ne sont pas du tout compétitives comme saprotrophe. Le champignon de son côté est très efficace à résorber des ions minéraux qu'ils passent à la plante. C'est particulièrement le cas pour l'azote et le phosphore que les plantes ne savent pas absorber du sol (Rammeloo, 2012).

Les hyphes s'infiltrant dans les racines de l'arbre, entourant les cellules sans y pénétrer, et forment, au pourtour de la racine, un amas d'hyphes (le manchon). Les échanges symbiotiques entre les partenaires se font au niveau intercellulaire. Le manchon fait par les hyphes du champignon joue aussi un rôle protecteur contre des organismes pathogènes. Les champignons symbiotiques développent un vaste réseau mycélien permettant aux arbres d'assurer l'absorption de l'eau et des éléments minéraux (Garbaye et Guehl, 1997).

Les ectotrophiques ou ectomycorhizes termes qui veulent dire les mycorhizes retrouvant à l'extérieur de la racine, La forme ectotrophe est beaucoup moins largement répartie et sa

morphologie est beaucoup plus uniforme. Elle est caractéristique chez les Pinacées, les Fagacées et les Bétulacées.

1. 3.2. Endomycorhizes

Les endomycorhizes résultent de champignons microscopiques dont les hyphes ont la particularité de pénétrer dans les cellules de la racine de la plante en possédant des extensions qui s'infiltrant dans le sol. Ils augmentent ainsi très fortement l'absorption de matières nutritives. De plus ils protègent leur hôte contre les attaques des certaines maladies. En contrepartie leur hôte fournit du carbone. Ces endomycorhizes appartiennent à plus de 100 espèces de champignons zygomycètes qui ne sont pas sélectifs, passent facilement d'un hôte à l'autre et sont souvent dispersés par des rongeurs (Vande Weghe, Op.cit.).

Les endomycorhizes à arbuscules (AMF) sont spécifiquement caractérisées pas leurs hyphes non septés (non cloisonnés) restreints aux cellules racinaires épidermiques (Molina et al, 1992). Ce type de symbiote est le plus répandu chez la plupart des embryophytes (Schusler et Walker, 2010).

Les endomycorhizes gardent l'aspect de racines ordinaires mais dont les parenchymes corticaux sont envahis soit par des filaments isodiamétriques (mycorhizes à pelotons) soit par des éléments fongiques polymorphes (mycorhizes à vésicules et arbuscules). Les mycorhizes arbusculaires aident la plante à lutter contre ses adversaires, qu'il s'agisse de champignons parasites ou même d'insectes herbivores. (Smith et al, 1996).

Les champignons des mycorhizes à vésicules et à arbuscules (VAM) sont des Zygomycètes (champignons filamenteux sans zoospores, dont le thalle est multi nucléé) qui se conservent dans le sol sous formes de spores de résistance. Ces spores germent et forment un appressorium à la surface d'une racine hôte, y pénètrent et progressent dans le parenchyme de la racine. Le champignon forme des suçoirs ramifiés à l'intérieur des cellules, les arbuscules (Paluku, 2009).

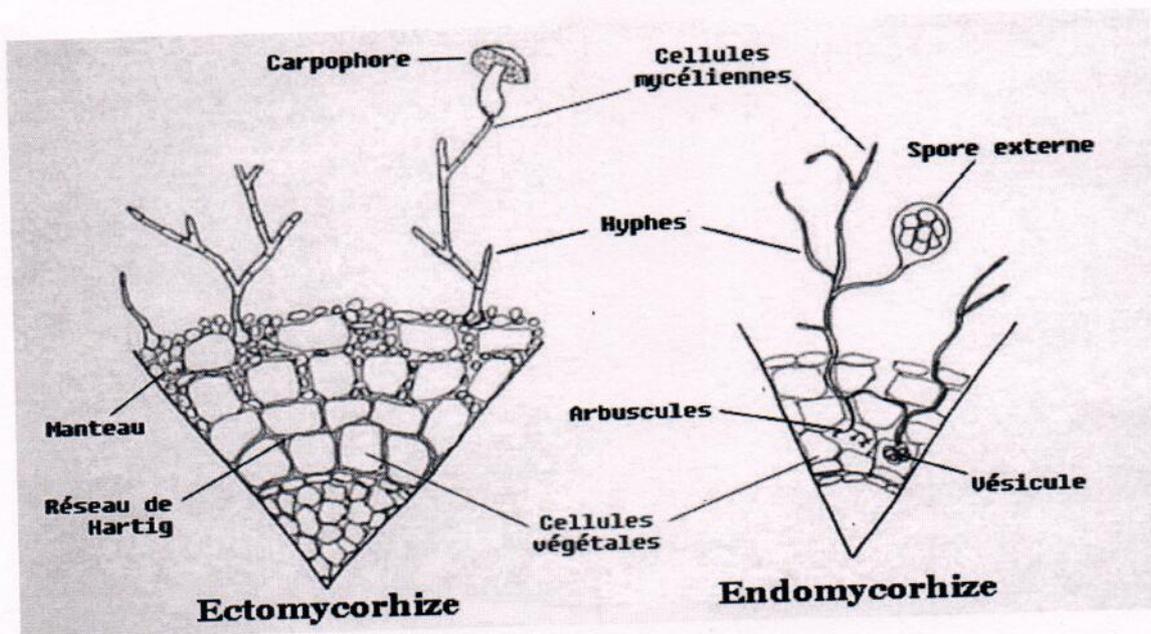


Figure 3 : Types de Mycorhizes (Francis, 2010).

Il existe cependant moins de 200 espèces de champignons endomycorhiziens. Ces champignons ne sont donc pas très spécifiques dans leurs relations de symbiose. Étant peu spécifique, chaque espèce doit posséder un grand potentiel d'adaptabilité et une large diversité génétique afin de lui permettre de s'adapter aux différentes conditions environnementales auxquelles elle doit faire face (Ramelloo, Op.cit.).

Ils sont associés avec les plantes herbacées et ligneuses. Les endomycorhizes arbusculaires (aussi appelés : mycorhizes à vésicules et arbuscules), tirent leur nom des structures formées à l'intérieur des cellules rappelant un petit arbre. S'ils traversent bien la paroi, ils ne pénètrent cependant pas la membrane plasmique de la cellule végétale, se contentant de provoquer une invagination de la membrane de celle-ci. Cela a pour effet d'accroître la surface de contact entre l'hyphe et la cellule de la plante et ainsi faciliter l'échange de métabolites entre les deux partenaires.

Cependant les hyphes d'individus différents peuvent fusionner, ce qui rend possible un échange génétique et une forme de parasexualité.

Ils sont aussi uniques au point de vue génétique puisque leurs spores possèdent plusieurs noyaux génétiquement différents :

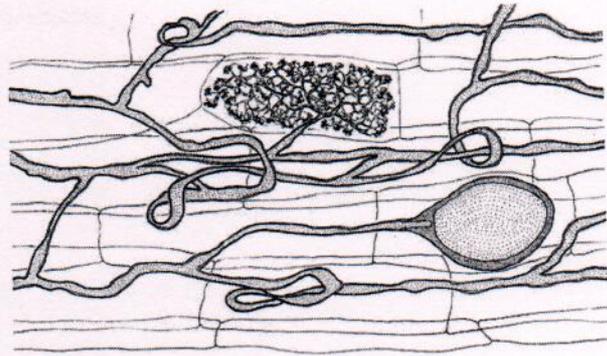
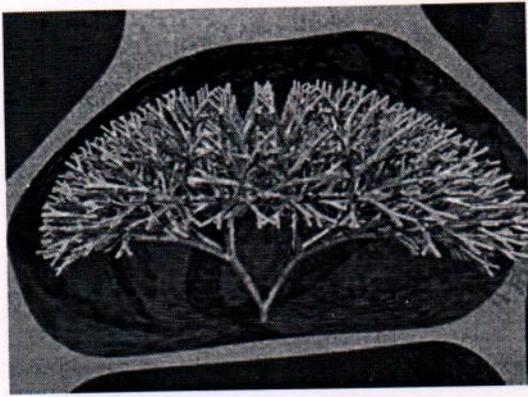
- ✓ **Les endomycorhizes à pelotons intracellulaires** : les hyphes forment des amas dans les cellules corticales. Elles impliquent des basidiomycètes, en symbiose avec les Orchidacées. Les hyphes pénètrent à travers la paroi des cellules à l'intérieur des cellules du cortex racinaire en repoussant la membrane plasmique. La paroi des hyphes est donc en contact avec la membrane plasmique de la cellule racinaire, sans la traverser. La surface de contact peut être augmentée par la formation de ramifications (=arbuscules). Les racines ne sont pas déformées.

- ✓ **Les endomycorhizes éricoïdes** : les hyphes forment des pelotons dans des racines transitoires de faible diamètre. Elles impliquent des Ascomycètes ou Basidiomycètes (en symbiose avec les Ericales).

- ✓ **Les ectendomycorhizes** : elles sont aussi appelées mycorhizes de type arbutoïde. Le champignon forme des pelotons intracellulaires et un manteau autour de la racine. C'est le cas chez les Ericales.

Les mycorhizes endotrophes sont très largement distribués dans le règne végétal et présentent des structures anatomiques très variées. Ainsi, les mycorhizes endotrophes des familles végétales orchidacées, graminacées et éricacées, ainsi que de plusieurs essences d'arbres feuillus, ont des structures anatomiques et sans doute aussi une physiologie différentes. Ces espèces de champignons n'appartiennent peut-être pas aux mêmes groupes taxonomiques.

Les endomycorhizes arbusculaires étaient les premiers mycorhizes et les plus anciennes qui se sont développés. Il s'agit de champignons appartenant aux Glomeromycota. Ce sont des biotrophes obligatoires et elles sont associées avec environ 80 % des racines des plantes, y inclus les plantes cultivées. Ce groupe était auparavant appelé : « mycorhizes vésiculaires arbusculaires », mais comme pas toutes les espèces ne forment pas de vésicules, on préfère indiquer ce groupe comme endomycorhizes arbusculaires. Dans la littérature mycologique l'ancien terme reste la clé pour la consulter.



Figures 4 : Arbuscule dans une cellule du cortex **Des vésicules à l'intérieur des tissus de l'hôte.**

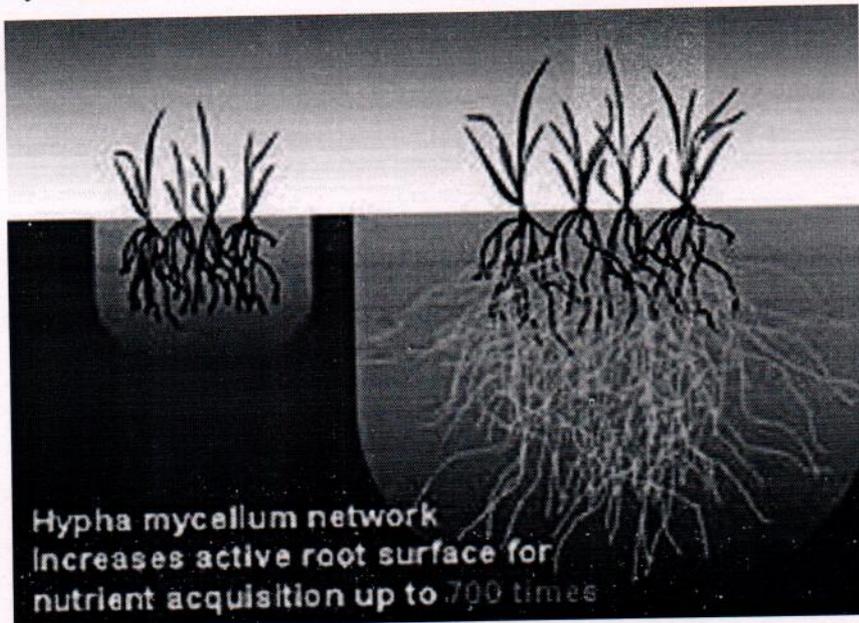
Il y a beaucoup de défis à étudier ce groupe. Les Glomeromycota sont des symbiontes obligatoires et il n'y a aucune espèce qui a pu être cultivé sans sa plante hôte. De la biomasse fongique pure peut être obtenu par la méthode de culture de racines transformées de plantes, mais le nombre d'espèces disponible sous cette forme reste très limité. Presque toujours, les échantillons ont été contaminés de nombre d'autres microorganismes, dont des champignons appartenant à d'autres phyla, ce qui a rendu le progrès des analyses phylogénétiques sur bases de plusieurs gènes difficile et très lent. Seuls les gènes du RNA ribosomal, encodé à partir du noyau, ont été acceptés largement comme marqueurs moléculaires (Ramelloo, 2012).

En termes écologiques ce groupe est probablement un des plus importants des Fungi par ce qu'ils forment des associations endomycorhiques avec environ 80 % des plantes terrestres. Cette association est essentielle pour le fonctionnement des plantes dans les écosystèmes. Les plantes dépendent sur cette association pour leur approvisionnement en minéraux et en eau, tâche qui est réalisée par le champignon dont le mycélium s'étend dans le sol. Dans les cellules de l'hôte, ces champignons forment des hyphes enroulés ou des structures ressemblent aux arbres, les arbuscules. Certains de ces Fungi forment aussi des structures de réserve, des vésicules.

Pour l'instant, on reconnaît dix genres dans les Glomeromycota. Le genre le plus important, ou au moins avec le plus grand nombre d'espèces (70 morphospecies) est le genre *Glomus*. *Gigaspora* et *Acaulospora* sont des genres apparentés.

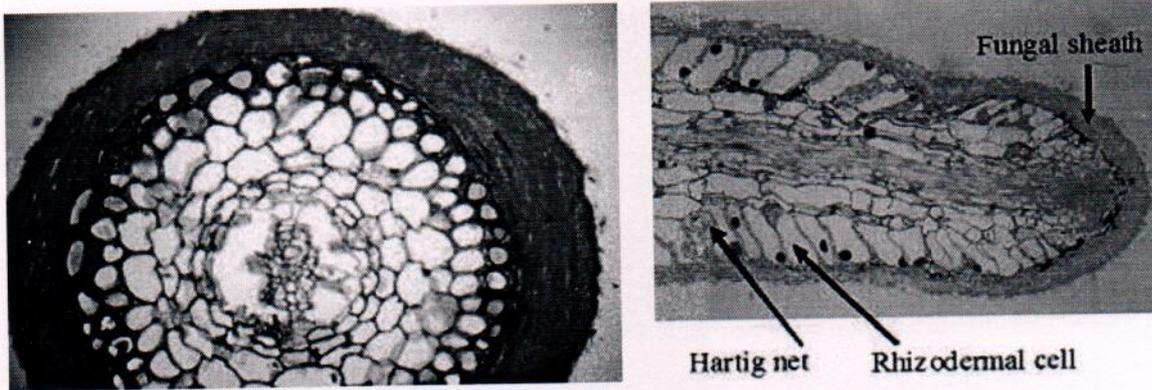
Les endomycorhizes des orchidées ressemblent aux mycorhizes des éricacées mais la nutrition en Carbone de la plante hôte est encore beaucoup plus prononcée, même par le fait

que la jeune plante ne possède pas de chlorophylle, pas de substances de réserve et survit complètement sur le champignon. Un champignon caractéristique pour cette association est le genre *Rhizoctonia*. La majorité des arbres mycorhiziques ne savent pas pousser ou poussent très mal en absence de leur partenaire mycorhizique. Il existe des sols sans mycorhizes et avec mycorhizes.



Figs : 5 Plante Sans mycorhizes et Plante avec mycorhize

Les mycorhizes unissent aussi de plantes dans des communautés qui résistent mieux au stress que des plantes individuelles. Des nutriments peuvent être transférés d'une plante à une autre, étant connectés par un champignon qu'ils ont en commun. Le phénomène est bien connu d'une plante bien placée vers une plante vivant dans l'ombre. Les interconnexions mycorhiziennes forment un réseau à travers lequel un transport de nutriments plante-plante, plante-champignon, champignon-plante est possible. Dans des sols pauvres les champignons mycorhiziques savent approvisionner de l'azote à leur plante hôte qu'ils ont obtenu par la digestion saprotrophique de matériel nutritif dans le sol. Les réseaux mycorhiziens jouent un rôle clé dans les communautés de plantes par le fait qu'ils savent faciliter et influencer l'établissement de jeunes plantes après germination, qu'ils changent les interactions entre plantes en fournissant des nutriments recyclés.



Figures 6 : Coupe transversale dans une racine avec ectomycorhizes.

La zone colorée en bleu intense est exclusivement formée par des hyphes du champignon. Les hyphes pénètrent dans le cortex de la racine, mais restent cantonnés entre les cellules. Les hyphes restent toujours en dehors du péricycle de la racine. A droite une coupe longitudinale. Le réseau des hyphes pénétrant entre les cellules du cortex forment, ce qu'on appelle, le réseau de Hartig (Rammello, Op. cit.).

1.4. Importance de la symbiose mycorhizienne

Les associations mycorhiziennes sont à la base de la biodiversité floristique et fongique des forêts tropicales humides, car certaines essences n'existent dans certains secteurs forestiers que grâce à la présence de champignons mycorhiziens. Cette association permet à l'arbre d'augmenter sa capacité à puiser des ressources minérales en couvrant un très grand territoire, comparativement aux seules racines des végétaux, et en ayant accès à des nutriments inaccessibles aux racines. Les hyphes accélèrent l'altération des roches, permettant ainsi d'augmenter la disponibilité en minéraux. Les associations mycorhiziennes facilitent l'absorption plus efficace du phosphore et des oligo-éléments, surtout en sols pauvres dominant les forêts tropicales humides.

La plante mycorhizée s'avère mieux nourrie et mieux adaptée à son environnement. Elle acquiert une protection accrue contre les stress environnementaux (Vander Heijden et Kuyper 2001).

Ces adaptations socio- fonctionnelles des organes d'absorption des plantes apparaissent avoir été un phénomène universel puisque, actuellement, la quasi-totalité des racelles supérieures, vivent et fonctionnent en symbiose avec des bactéries (nodules) et/ou des champignons (mycorhizes), (Paluku, Op. cit.).

1.5. Importance écologique

Les mycorhizes sont à l'origine des écosystèmes les plus complexes, et en particulier dans les forêts et notamment les forêts tropicales qui vivent et évoluent souvent sur des sols ingrats. Leurs mycéliums forment des réseaux interconnectés qui influencent le fonctionnement des écosystèmes (cycles biogéochimiques, composition des communautés végétales, alimentation carbonée des plantules pendant leur développement, modification de la compétition...) en permettant ou augmentant des flux importants de carbone organique et de minéraux (azote, phosphore, eau...) via le sol (en moyenne 30 à 40 % des minéraux captés par les marges du réseau mycélien sont rétrocédés à la racine, cette dernière apportant 30 % des glucides photo synthétisés au champignon) (Francis, 2010).

Ils constituent un des éléments les plus dynamiques de la symbiose mycorhizienne. Ces transferts sont si efficaces, qu'ils remettent en cause le concept de spécialisation par compétition pour les nutriments entre les plantes d'un écosystème, en particulier pour la capture des phosphates par les racines (ils permettent de se passer des fertilisants phosphatés) ou pour la résistance à la sécheresse. Ils sont pourtant encore peu exploités en horticulture, agriculture et Mycorhize forestier, ou pour la dépollution de certains sols pollués. (Helgason et al, 1998).

La colonisation des systèmes racinaires, le potentiel « mycorhizogène » du sol et la « dépendance mycorhizienne » des plantes sont inversement corrélés avec la teneur de la solution du sol en ions phosphates ; De plus, ce résultat n'est pas lié à une forme d'engrais phosphaté, qu'il soit organique ou minéral, puisque les plantes n'absorbent que des ions en solution. L'enrichissement de cette solution devient directement responsable du fait que la plante bien nourrie ne favorise plus le développement des mycorhizes. Dans certaines situations, les niveaux de phosphore atteints deviennent incompatibles avec l'installation des mycorhizes (Fortin et al, 2008)

1.6. Importance bio mycologique

L'exploitation des mycorhizes est une technologie biologique qui permet de doter une plante d'un système racinaire plus performant et d'augmenter sa défense naturelle. De ce fait, les mycorhizes sont des :

- ✓ Bio-fertilisants ;
- ✓ Bio-protecteurs ;
- ✓ Bio-régulateurs du développement des plantes.

La présence des champignons est à l'origine des écosystèmes les plus complexes et en particulier des forêts tropicales qui vivent et évoluent souvent sur le sol ingrat.

Les mycéliums des mycorhizes forment des réseaux interconnectés qui influencent la fonctionnalité des écosystèmes.

Certaines souches fongiques sont particulièrement bien adaptées pour la décomposition de sol et leur revégétation (Kakuni, 2012). Les Fungi ont d'une part une fonction de prédateur, d'autre part ils sont la source de nutrition de beaucoup d'autres organismes dont des bactéries, d'autres champignons, de nématodes, des microarthropodes.

Les mycorhizes participent aussi dans :

- ✓ la stimulation de défenses naturelles des plantes,
- ✓ la diminution de la mortalité ou transplantation des plantules,
- ✓ l'accroissement plus rapide des cultures (Kkuni, Op.cit.).

1.7. Importance géo mycologie

Les mycorhizes participent à la stabilisation du carbone et augmentent la fixation de CO₂ dans le sol. Certaines souches fongiques sont particulièrement bien adaptées pour la décomposition de sol et leur végétation.

Les scientifiques d'avant le 19^{ème} siècle considéraient le sol comme un milieu abiotique.

Vers la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, certains chercheurs mettent en évidence les 3 grands processus biochimiques propres du sol qui sont :

- ✓ La décomposition des micros-organismes et formation d'humus,
- ✓ Production des nitrates après épandage des fumiers riche en Azote organique,
- ✓ Enfin, la fixation d'azote atmosphérique par les légumineuses,

Un autre avantage des racines protégées par un manteau, comparé aux racines nues, est que le manteau peut accumuler et immobiliser les métaux lourds, ce qui est certes un avantage pour des plants poussant dans des sols pollués ou riche en Zn, Cadmium, arsenic...

Les mycorhizes favorisent la croissance des plantes dans des circonstances de stress hydrique. Cela veut dire que des champignons continuent à fonctionner parfaitement dans des circonstances où les plantes supérieures seraient déjà fanées et se trouveraient sur le point de mourir.

CHAPITRE II: APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.1. Zone d'étude

2.1.1. Description de la zone d'étude

2.1.1.1. Cadre géographique et administratif

Le site expérimental de point kilométrique 12 de l'Université de Kisangani (419m Altitude 00°60' 78,5'N, 025° 17' 24'') est situé dans le Secteur LUBUYA BERA de la ville de Kisangani, Chef-lieu de la province orientale.

La ville de Kisangani, chef-lieu de la Province Orientale, est au Nord - Est de la République Démocratique du Congo, dans la cuvette centrale congolaise, à cheval sur le fleuve Congo, à 0°31' N et 25°11', à une altitude moyenne de 396m. Elle a une superficie de 2.665 km² et elle est divisée en 6 communes (Kabondo avec 386km², Kisangani avec 636km², Makiso avec 165km², Mangobo avec 306km², Tshopo avec 560km² et Lubunga avec 882km²) dont 5 situées sur la rive droite et une sur la rive gauche. (INS, 2009).

La Ville de Kisangani se limite de la manière suivante :

- ✓ A l'Est : au km 22 sur la route Kisangani – Ituri ;
- ✓ A l'Ouest : au km 15 sur la route Kisangani – Yangambi ;
- ✓ Au Nord : au km 18 sur la route Kisangani – Buta et au Km 15 sur l'ancienne route Buta.
- ✓ Au Sud : au Km 10 sur la route Kisangani – Ubundu et au Km 19 sur la route Kisangani – Opala ; (Nyongombe, 1993, in Kankonda, 2007)

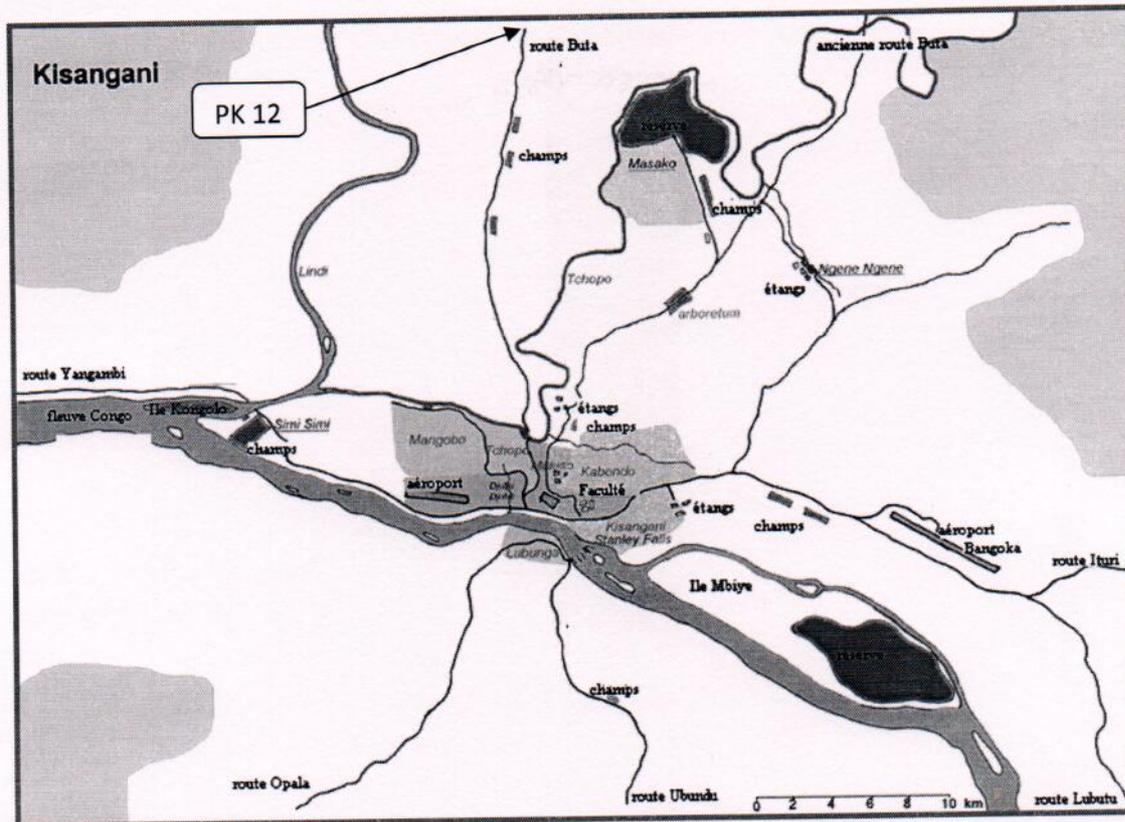


Figure:7. Présentation Géographique de la ville de Kisangani et ses environs (N'shimba 2008).

2.1.2. Milieu abiotique

– Données climatiques

Dans ce travail, les données climatiques considérées sont celles enregistrées au service météorologique de la Mission de l'Organisation des Nations Unies pour la Stabilisation de la paix au Congo (MONUSCO/ Kisangani). Les relevés climatologiques annuels moyens de 2004 à 2008 sont résumés dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Données climatiques de Kisangani de 2004 - 2008
(MONUSCO/KISANGANI)**

Année	Elt	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	M.A.
2004	TTT	27	26	27	26	27	26	26	27	26	27	27	27	26,58
	PP	10		37,3	54,8	46,8	18,1	36	37,2	120,	94,6	161,	58,8	61,40
										2		6		
	HR	80	80	80	80	82	80	81	81	84	83	86	80	81,42
2005	TTT	27	26	26	26	27	26	26	27	27	26	26	27	26,42
	PP	56	81,8	156,	141,	67,3	73,9	75,4	214,	195,	235	171,	72,9	128,5
				5	5				4	6		5		0
	HR	82	84	86	87	84	84	84	88	87	89	84	82	85,05
2006	TTT	27	26	26	26	27	27	27	26	28	28	27	27	26,83
	PP	48	104,	221,	91,2	170,	95	78,5	265,	255	119,	176,	79	142
			6	2		4			2		1	5		
	HR	80	85	88	84	85	84	82	88	89	84	82	80	84,25
2007	TTT	27	28	26	27	28	27	27	27	27	27	28	28	27
	PP	48	101,	95,8	110,	246	46,2	103,	145,	234,	189,	266,	117,	142
			6		2			3	8	9	2	2	1	
	HR	80	84	80	82	83	80	81	84	88	85	88	84	83,25
2008	TTT	27	28	26	26	27	27	26	26	26	26	27	27	26,58
	PP	80,	100	133,	183,	220,	115,	166,	194,	106,	211,	184,	168,	155,4
		8		6	1	5	3	1	3	3	1	9	7	0
	HR	83	84	85	86	87	86	86	87	84	83	85	84	85,00

Source : MONUSCO

Légende :

TTT : Température moyenne mensuelle en degré Celsius

PP : Précipitations mensuelles en mm

HR : Humidité relative

M.A. Moyenne annuelle

De ce tableau (1) ci – haut, il apparait que :

- ✓ Il pleut durant toute l'année à Kisangani, mais il y a des périodes de baisse relative des précipitations qui s'étalent de décembre à février et de juin à août.
- ✓ La moyenne mensuelle des précipitations est au – delà de 120 mm.
- ✓ La température mensuelle oscille autour de 27°C et la moyenne annuelle est de 26,58°C pour toutes les années.
- ✓ La moyenne annuelle de l'humidité relative oscille autour de 85%.

Ceci montre donc que la ville de Kisangani et ses environs bénéficient du climat qui s'insère bien dans le type de climat Af selon la classification de Köppen (Mandango, 1982). Les caractéristiques générales de ce climat se présentent de la manière suivante :

2.1.3. Milieu biotique

a) Végétation

D'après Bola (2002), la végétation originelle de Kisangani est la forêt ombrophile, profondément modifiée par l'action anthropique. Elle a laissé place à beaucoup de groupements rudéraux herbacés, adventices, post-cultureaux et à de nombreux arbres tant rélictuels qu'introduits. Les végétations végétales sont essentiellement herbacées. Les groupements rudéraux distribués à travers toute la ville présentent toutefois une forte concentration dans la commune Makiso. A la périphérie de la ville, on trouve des formations forestières secondaires, quelques rares lambeaux de forêt primaire et des groupements sur sols hydromorphes.

b) Cadre phytogéographique

La nouvelle classification phytogéographique du Congo proposée par Ndjele (1988), place la ville de Kisangani, dans le District Centro – oriental de Maïko, du secteur forestier central dans le domaine congolais (White, 1979) et dans la région guinéo – congolaise.

c) Hydrographie

La ville de Kisangani est globalement irriguée par un réseau hydrographique très dense, constitué de plusieurs cours d'eau. Parmi les plus importants, il y a le fleuve Congo et ses affluents, les rivières Lindi et Tshopo. Les affluents du fleuve Congo drainent eux aussi les eaux de différents petits cours d'eau qui arrosent les villages et cités de la ville de Kisangani et son hinterland. (Amundala, 2013). Particulièrement, le site expérimental d'étude n'est pas directement arrosé par des cours d'eau.

d) Données pédologiques

Bien qu'il y ait encore beaucoup à faire pour bien catégoriser les unités inférieures des sols du District de la Tshopo (Moango, 2005) où la présente étude a été menée, les données disponibles permettent néanmoins de les ranger dans la classe des ferralsols selon WRB (2006).

Ce type de sol est caractérisé par la présence d'aluminium et de fer (Moango, Op.cit.). Ceci rejoint les affirmations de Jordan (Juo et al, 1996 in Amundala, Op.cit.) qui signalent que les sols de la région de Kisangani sont caractérisés par une forte acidité, une teneur faible en nutriments de réserve pour les plantes et une saturation en aluminium et en hydrogène.

Finalement, ces sols sont classés dans la catégorie de ceux développés sur des surfaces d'accumulation des sables plus ou moins argileux. Ils confirment ainsi leur origine fluviolacustre attribuée à la série Yangambi décrite par de Heinzelen.

Le Site Expérimental de Pk12 est sous la pression des activités humaines. On observe ainsi des jachères et des forêts secondaires récentes le long de la route, ce qui traduit la présence des activités humaines. Ces populations sans activités rémunératrices permanentes, trouvent les moyens de subsistance dans l'exploitation de forêt. Elles pénètrent dans la forêt pour couper les bois de chauffage, l'agriculture ainsi qu'à la recherche des feuilles des Marantaceae, les lianes.

2.2. Matériel

Pour arriver à récolter les données dans des bonnes conditions, nous avons utilisé un certain nombre des matériels à savoir:

a. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans la réalisation de ce travail est principalement constitué des sols dont les échantillons composites ont été prélevés à différents endroits de la surface jusqu'à 150 cm et quelques échantillons des plantes ont été récoltés. L'ensemble des souches fongiques utilisées appartient au genre *Glomus*, le plus représenté sur substrat.

b. Matériel non biologique (équipements)

Les matériels utilisés pour la réalisation de ce travail sur le terrain et au laboratoire sont repris en annexe 1.

II.3. Méthodes du travail

II.3.1. Prélèvement des échantillons

Le travail a commencé par le prélèvement de 5 échantillons des sols composites à l'aide d'une tarière pédologique et une bêche.

Après le prélèvement nous avons procédé à l'inventaire des endomycorhizes des échantillons sols prélevés en milieu non perturbé de PK 12, Axe Banalia. Les échantillons des sols étaient prélevés sous l'Ananas, Musa, Chromolaena, Pteridium et Pennisetum.

Nous avons ensuite, procédé par l'observation microscopique aux dénombrements de spores vivantes et à la mise en évidence de la biodiversité mycorhizienne.

Nous avons ensuite procédé en vue de la multiplication des endomycorhizes par le sorgho, un mois après la levée, nous avons mis la bagasse, source de carbone et d'énergie des endomycorhizes.

Ainsi nous avons procédé au prélèvement des échantillons à la fructification du sorgho en vue d'évaluer la biodiversité mycorhizienne.

Nous avons enfin à la fructification du sorgho procédé au semis de *Leucaena leucocephala* en vue de son infestation. Les paramètres de croissance ont été déterminés trois mois après le semis. Les parcelles retenues sont : **T1, T2, T3, T4, T5.**

Tableau. 2 : Présentation du dispositif

T4	T4	T1	T5
T1	T5	T2	T3
T2	T2	T4	T4
T5	T1	T3	T1
T3	T3	T5	T3

Légende :

T1 : Sol sous ananas

T2 : Sol sous Musa

T3 : Sol sous Chromolaena

T4 : Sol sous Pteridium

T5 : Sol sous Pennisetum

2.3.2. La détermination du statut symbiotique

Il s'agit d'étudier la densité des spores d'endomycorrhizes dans les sols et l'infection des racines par ce type des mycorhizes, considéré comme le plus répandu dans le monde et particulièrement sous les tropiques (Sieverding, 1991).

Pour déterminer les taux de spores d'endomycorrhizes dans les sols des plantes, des échantillons d'environ 100g de sol ont été prélevés à une profondeur de 15 à 20 Cm au pied des plantules. Ces échantillons de sol ont été conservés au frais (5°C) Jusqu'au moment des observations. Au laboratoire, tous les échantillons provenant du site ont été soigneusement mélangés puis passés au tamis de 450um pour en extraire les graviers et morceaux de racines. De chaque lot de sol tamisé, nous avons prélevé cinq échantillons de 20g chacun. Les autres échantillons de 20g sont utilisés pour l'extraction des spores à l'aide de la méthode de centrifugation au sucrose. Les spores ainsi isolées sont comptées au microscope.

2.3.3. Mise en place de l'expérimentation

Du semis à la mise en pot

a) Levée de dormance

Les graines de *Leucaena leucocephala* sont soumises au protocole de levée de dormance, elles sont lavées puis passées deux fois 5 minutes dans un bain d'eau bouillante.

b) Mise en culture

Elles sont mises à germer directement dans les pots et placées à la lumière, à T° ambiante.

Un arrosage régulier est maintenu pour une bonne humidité.

c) Préparation des pots

Les pots sont d'abord désinfectés à la javel puis rincés et séchés. Nous avons procédé au remplissage des pots des végétations selon le dispositif en blocs complets randomisés comprenant quatre blocs avec cinq parcelles par bloc. Les cinq parcelles représentent les sols prélevés sous *Musa*, *Ananas*, *Chromolaena*, *Pteridium* et *Pennissetum*.

2.3.4. Suivi de Croissance de *Leucaena leucocephala* (Lam) WILD, 1963

Au début de l'expérimentation, un calendrier des mesures a été établi afin de disposer d'une série de données complète sur au moins deux mois. À chaque date, les variables mesurées sont : la taille des plantes, leur nombre de feuilles et diamètre au collet. Les mesures sont réalisées à l'aide d'un mètre ruban depuis la surface de la terre jusqu'à la base du bourgeon apical. Dans le cas où une feuille était en formation à la date de la mesure, elle n'était prise en compte dans le dénombrement seulement si elle était entièrement ouverte. Les valeurs sont ensuite reportées dans un tableur.

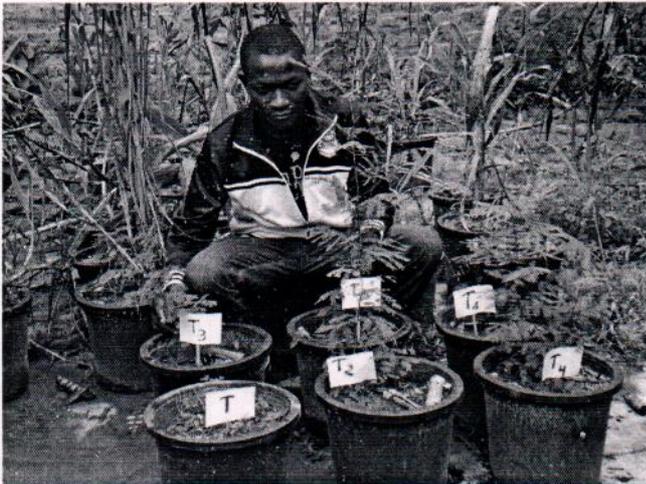


Figure 8: Pots d'expérimentation (Faculté des Sciences).

2.3.5. Analyses physico-chimiques

a) Conditionnement

Les échantillons des sols prélevés étaient amenés au laboratoire de pédologie de la Faculté de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables de l'Université de Kisangani. Ils ont été placés dans des sachets en polyéthylène, étiquetés, amenés au laboratoire de pédologie et séchés à l'air ambiant sous l'ombre pendant quarante-huit heures. Ils ont ensuite été broyés et tamisés au travers de mailles de 2 mm en vue de l'obtention de terre fine. Cette dernière a servi à dénombrer les spores, la détermination de pH en Eau et en KCl, granulométrie, du carbone, du phosphore et l'azote. Pour cela, nous avons recouru aux paramètres et analyses suivantes (s) :

- ✓ La technique d'isolement des spores effectuée à l'aide d'une centrifugeuse, d'un microscope à objectif inversé. Les modes opératoires sont repris en annexe.
- ✓ A l'aide d'un pH mètre à l'électrode en verre de marque WTW, le pH à l'eau et à Kcl étaient déterminés sur un mélange sol-eau avec un rapport 1/5.
- ✓ La détermination des fractions granulométriques était effectuée par la méthode de sédimentations successives. Les classes texturales étaient déterminées selon le triangle textural Usda (1975).
- ✓ Le dosage du carbone organique est basé sur le méthode de Walkley et Black. (1934).
- ✓ La méthode de Bray II nous a permis de déterminer les teneurs en phosphore assimilable par spectrophotométrie.
- ✓ Le dosage d'azote s'est effectué par la méthode de Kjeldhal.

2.3.6. Traitement des données

Les données ont été saisies sur un ordinateur au moyen du logiciel Microsoft Excel pour faciliter les analyses. Les tests statistiques sont des outils d'aide à la décision. Ils ont été réalisés à l'aide des Logiciels SPSS 14,0 pour l'analyse des variances et de corrélations multiples. La comparaison des moyennes a été effectuée par le Test de DUNCAN.

CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS

Ce chapitre expose l'ensemble des résultats obtenus tout au long de cette recherche.

3.1. Détermination des statuts symbiotiques

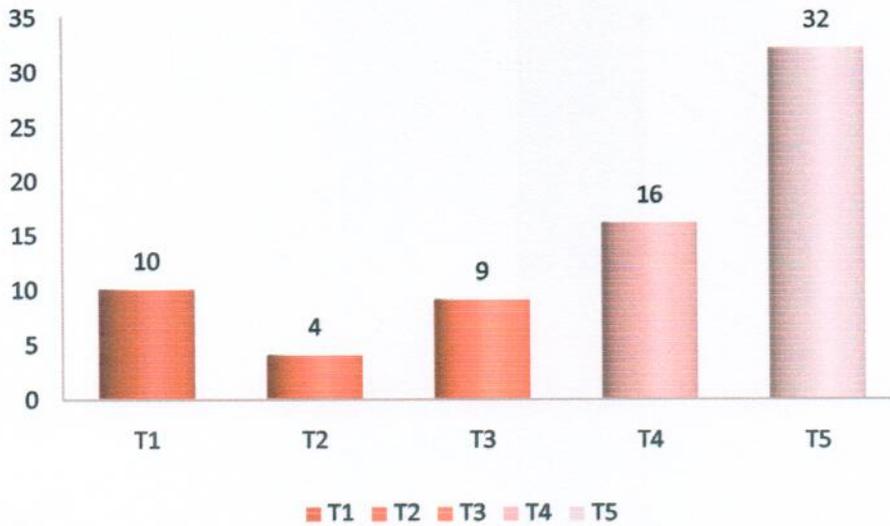


Figure 9 : Dénombrement des spores vivantes des endomycorhizes des sols du site expérimental de Banalia PK 12

La lecture de cette figure montre que le traitement **T5** a un nombre plus élevé des spores vivantes des endomycorhizes, suivie de **T4** et les autres sont moins représentés.

3.2. Granulométrie

Présentation des différents résultats des analyses granulométriques des cinq échantillons des sols du site expérimental étudié.



Figure 10 : Présentation des différents résultats des analyses granulométriques des cinq échantillons des sols du site expérimental étudié.

Il se dégage de la figure 10 que les classes texturales selon FAO (USDA, 1975) sont Limon sable (LS), Limon sable (LS), Limon sable (LS), Limon sable (LS) respectivement pour les traitements T1, T2, T3, T4 et Limon argile sable (LAS) pour le T5.

3.3. potentiel d'Hydrogène (pH)

La distribution de pH en Eau et en KCl des cinq échantillons des sols.

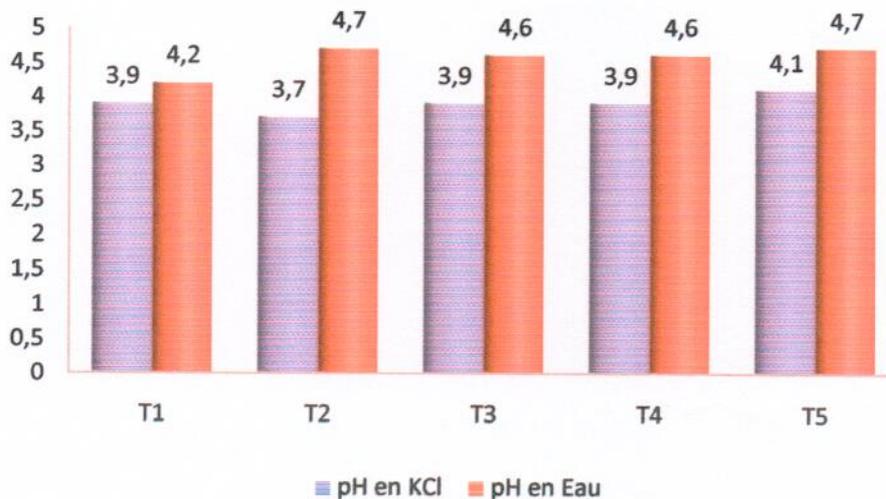


Figure 11 : pH en Eau et en KCl des cinq échantillons des sols.

Il ressort de l'analyse des données relatives à la distribution de la teneur en KCl et en Eau que le **T5** a une valeur plus élevée que les autres traitements de pH en KCl tandis que les **T2** et **T5** présentent des valeurs de pH en Eau. Ceci s'explique par une forte lixiviation des éléments minéraux dans le sol.

3.4. Carbone du Sol

Présentation des résultats de teneur en Carbone du Sol.

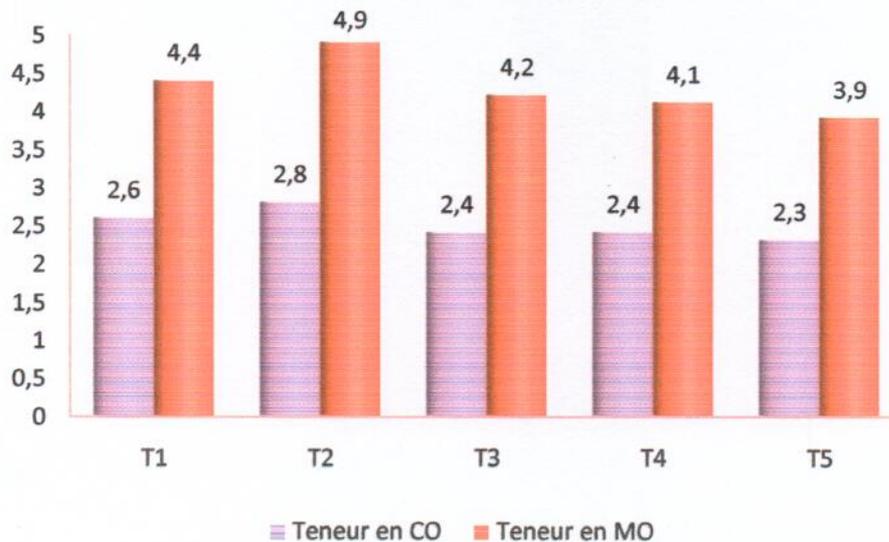


Figure 12 : Teneur en carbone organique et en matière organique.

Au regard de la figure 12, qui présente la teneur en matière organique nous constatons que le **T2** présente une teneur plus élevée en matière organique avec 4,9 % suivie de **T1** avec 4,4 %, **T3** avec 4,2 %, **T4** avec 4,1 % et **T5** avec 3,9 %. Tandis que pour la teneur en Carbone organique nous remarquons que la teneur de **T2** est élevée avec 2,8 %, suivie de **T1** avec 2,6 %, **T3**, **T4** avec 2,4 %, **T5** avec 2,3 %.

3.5. Teneur en Phosphore du Sol

Présentation des résultats de teneur en phosphore du Sol.

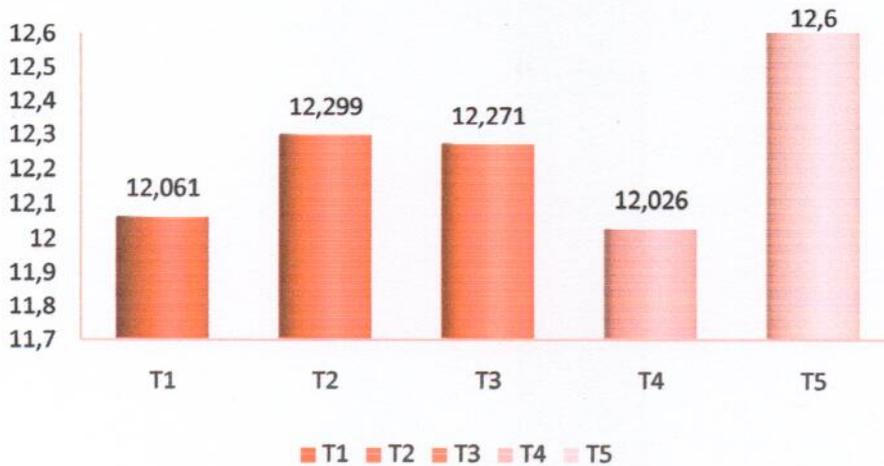


Figure 12: présentation des résultats de teneur en phosphore du Sol

Il ressort de la figure 12, que le **T5** présente un taux plus élevé en phosphore du sol avec 12,6% par rapport aux autres sols : **T2** avec 12,29%, suivie de **T3** avec 12,27%, puis le **T1** avec 12,06% et enfin le **T4** avec 12,02%.

3.6. Teneur en Azote du Sol

La détermination de teneur en azote du sol

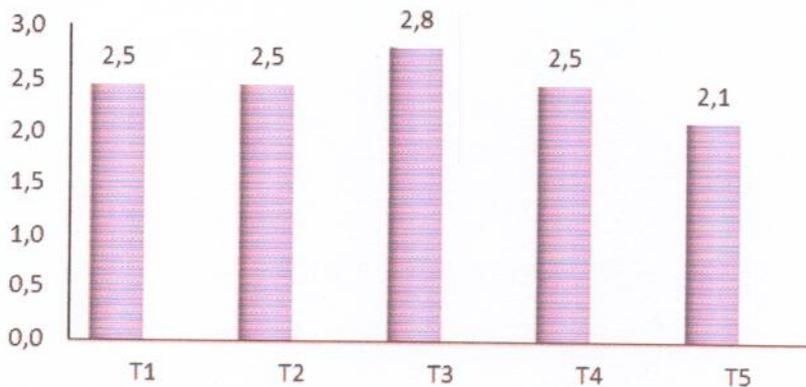


Figure 13 : Presentation des résultats de teneur en azote du sol.

La figure 13 Ci – dessus présente les résultats relatifs de teneur en Azote du Sol de cinq échantillons.

L'analyse des données de la figure 13, nous montre que le **T3** a une teneur plus élevée en azote du sol avec 2,8% suivie de **T1**, **T2** et **T5** avec 2,45% chacun d'eux et en fin le **T5** avec 2,1%.

3.7. Paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla*

Mensuration des paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla* sur pots de végétation enrichis d'inocula des endomycorhizes

Tableau 3 : Paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla* sur pots de végétation enrichis d'inocula des endomycorhizes

Traitements	Diamètre	Hauteur	Nombre des feuilles
T ₁	3,5 ^{ns}	20,3 ^{ns}	10 ^{ns}
T ₂	2,6 ^{ns}	14,3 ^{ns}	7 ^{ns}
T ₃	1,9 ^{ns}	10,5 ^{ns}	6 ^{ns}
T ₄	2,4 ^{ns}	15 ^{ns}	10 ^{ns}
T ₅	1,8 ^{ns}	11,8 ^{ns}	10 ^{ns}

Le tableau 4 ne montre pas des différences significatives au seuil de probabilité de 0,05 entre les traitements. C'est -à- dire que les différences numériques observées ne sont pas dues aux traitements. Néanmoins on observe une corrélation positive et significative entre le nombre des feuilles et la hauteur des plants de *Leucaena leucocephalla*. Le coefficient de détermination ($R^2 = 100.0,31$) renseigne que la variation de nombre des feuilles à travers l'activité photosynthétique influence à 31 % la variation de la croissance en hauteur.

3.8. Similarités entre les paramètres de croissance

1. Analyse de variance des paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla*

Tableau 4 : Analyse de variance des paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla* sur pots de végétation enrichis d'inocula des endomycorhizes

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Diam	Inter-groupes	7,460	4	1,865	1,614	0,222
	Intra-groupes	17,330	15	1,155		
	Total	24,790	19			
Haut	Inter-groupes	219,800	4	54,950	,814	0,536
	Intra-groupes	1013,000	15	67,533		
	Total	1232,800	19			
Nomb r	Inter-groupes	53,200	4	13,300	1,265	0,327
	Intra-groupes	157,750	15	10,517		
	Total	210,950	19			

Il ressort de tableau ci-dessus que l'analyse de variance montre qu'il y a une corrélation très significative (0,536). La dépendance entre ces trois paramètres vis-à-vis des différents et nombres élevé de teneur en nutriments sont les facteurs favorisants.

3.9. Matrice de Corrélation entre les paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla* sur pots de végétation.

Tableau 5 : Corrélation entre le diamètre, hauteur et le nombre des feuilles.

		Diam	Haut	Nombr
Diam	Corrélation de Pearson	1	,494(*)	,323
	Sig. (bilatérale)		,023	,153
	N	21	21	21
Haut	Corrélation de Pearson	,494(*)	1	,557(**)
	Sig. (bilatérale)	,023		,009
	N	21	21	21
Nomb r	Corrélation de Pearson	,323	,557(**)	1
	Sig. (bilatérale)	,153	,009	
	N	21	21	21

* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Tableau 5 Matrice de corrélations des paramètres de croissance de *Leucaena leucocephalla* sur pots de végétation enrichis d'inocula des endomycorhizes

Concernant les paramètres de croissance, il ressort du tableau ci-dessus que la corrélation est significative entre le diamètre au collet et la hauteur(5,000).

Un deuxième constat est une corrélation significative entre la hauteur et les nombres des feuilles (1,000).

CHAPITRE IV : DISCUSSIONS

4.1. Répartition des spores selon les échantillons de sols

Les cinq échantillons des sols prélevés dans notre site présentent un total de 71 spores vivantes : le **T5** a un nombre plus élevé de 32 spores, suivies de **T4** avec 16 spores, puis le **T1** avec 10 spores, le **T3** avec 9 spores ainsi que le **T2** avec 4 spores dénombrés et réparties en trois catégories. Il s'agit des : spores des couleurs : Jaune, Blanche et Noire.

Au regard des nombre des spores vivantes, ces résultats sont différents de ceux obtenus (377) par Noëlla (2013) au bas des termitières des sols sous culture fertilisée du manioc en association avec l'arachide du site expérimental de SimiSimi dans la région de Kisangani. Dans un essai en pots de végétation, Moango (2014) a dénombré 96 contre 218 spores vivantes et pour Makwakaibo (2014) qui a travaillé en pots de végétation sur les sols de Simi-Simi enrichis du thé de compost.

A cela la figure 9 révèle que les sols de l'axe Banalia PK 12 renferment les spores vivantes des endomycorhizes à des degrés différents. Les sols sous Pennisetum accusant un nombre relativement plus élevé (32). On pourrait avancer que les endomycorhizes ont une affinité avec les Poaceae pour la symbiose mycorhizienne avec une vitesse exceponentielle de croissance de *Leucaena leucocephalla*. Ces résultats confirment notre première hypothèse.

4.2. potentiel d'Hydrogène

Les cinq échantillons de sols présentent une forte acidité avec la profondeur. Une moyenne des pH est estimée à 4 pour le KCl et 4,63 pour l'eau. Ce qui montre qu'il y a une faible teneur en éléments échangeables dans ces sols comme le Calcium et le magnésium échangeable. Car, selon la littérature, le pH influence la disponibilité des éléments minéraux dans le sol c'est-à-dire lorsque le pH est près de la neutralité, la disponibilité des éléments nutritifs essentiels contenus dans le sol est maximale. La disponibilité diminue lorsque le pH descend sous la barre de 5,5 (Duchaufour et Bonneau 1959).

En dépit des valeurs de pH variant entre 4 à 4,63 n ces résultats sont semblables à quelques différences près, à ceux obtenus par Moango (2005) au plateau Boyoma/Kisangani (RDC), Amundala, (2013) dans la région de Kisangani, Loke(2013) au Site Expérimental de.Kabondo. Ceci montre une analogie assez frappante avec nos données pour le caractère acide des sols de la région de Kisangani.

4.3. Analyse granulométrique

Pour la texture du sol, les classes texturales ont été déterminées en reportant les teneurs en argile, limon et sable sur le triangle de l'USDA à 13 classes. Les résultats ainsi obtenus donnent une texture Limon-sable pour le **T1, T2, T3, T4** et en fin Sable-argile- limon pour le **T5**.

Le sable domine dans tous les cinq échantillons de sols et décroît respectivement en fonction de la profondeur contrairement à l'argile qui présente des irrégularités en profondeur et le limon dont le pourcentage augmente en surface.

Concernant la texture, nos résultats révèlent que la moyenne de la texture de nos échantillons de sols est d'une moyenne de 58,18 % de sable, 19 % d'argile et 22,46 % de limon donnant lieu à la texture Limono-Sableuse. Nos résultats divergent à ceux de Mambani (1997); Moango (2005), Amundala (2013) qui ont trouvé que la texture des sols de la région de Kisangani est sablo – argileuse et LOKE (2013) a trouvé la texture Limono-Argilo-Sableuse. Cette différence peut être due à l'utilisation de triangle texturale de l'USDA qui n'est pas le même à ceux utilisés par ces derniers ou par les profondeurs de prélèvements et aussi aux fortes pluies abondantes dans la région de Kisangani.

4.4. Carbone organique et matière organique

Il ressort de la figure 4 que les sols présentent des différences en termes de pourcentage en matière organique et de carbone organique. Un autre constat est que la teneur en pourcentage dans le T2 est plus élevée par rapport à d'autres (**T1, T3, T4 et T5**). Ceci s'explique par le contact direct du **T2** avec la litière qui contient les débris végétaux qui sont une importante source de carbone. Les pourcentages (M.O et C.O) de le **T5** sont moins supérieurs par rapport aux autres sols supérieurs. On constate que le dernier Traitement n'a pas assez de matière organique ni de carbone organique par ce que il y a une forte densité associée à une faible porosité du sol.

Nos résultats divergent à ceux Loke (2013) qui avait trouvé une moyenne en carbone organique de 1,50% et 2,58% de la matière organique.

La relation linéaire est ici croissante (c'est – à dire que les variables varient dans le même sens).

Comparaison de moyenne de teneur en Carbone et Matière organique du sol.

Tableau 6 : Comparaison de moyenne de teneur en Carbone et Matière organique du sol

Types d'analyses	Loke (2013)	Bushabu (2014)
% C. organique	0,87	2,38
% en M. organique	2,58	4,13

L'observation de ce tableau nous montre que les valeurs sont tellement divergentes pour tous les résultats, ce qui prouve que les sols de PK 12 présente un taux élevé en débris végétaux.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'objectif poursuivi dans cette recherche est de contribuer à la Gestion intégrée de la Fertilité des sols (GIFS).

La méthode a consisté aux prélèvements des sols pour l'installation dans les pots d'expérimentation ainsi que les autres échantillons pour les analyses appropriées au laboratoire.

Pour le dénombrement des spores, 71 spores ont été dénombrées au total et trois catégories des spores ont été trouvées. Il s'agit des : spores des couleurs : Jaune (glomus), Blanche (gigaspora) et Noire (acaulospora). dont les Mycorhizes de couleur Jaune sont les plus abondant avec 49 spores, soit 69% suivi des mycorhizes de couleur Blanche avec 12 spores, soit 17 % et les spores de couleur noire sont le moins abondantes avec 10 spores, soit 14%.

Quant aux caractéristiques physico – chimiques, le site expérimental de PK12 est caractérisé par :

Un pH reste acide quel que soit la méthode de la surface jusqu'à la profondeur de 150cm ; avec une moyenne de 4 pour le Kcl et 4,63 pour l'eau.

Les résultats obtenus permettent la classification des sols du site expérimental de PK 12 en deux unités pédologiques selon la classe texturale Fao (Usda, 1975) à savoir : Limon-Sable (**T1, T2, T3, T4**) et la texture Limon-argile-sableuse. Ces résultats suggèrent que ces sols étant hétérogènes nécessitent au cas par cas des aménagements différents selon le contexte textural.

Pour la détermination de la teneur en matière organique nous avons les résultats suivants : le **T2** avec 4,9 % suivie de **T1** avec 4,4 %, **T3** avec 4,2 %, **T4** avec 4,1 % et **T5** avec 3,9 %. Tandis que pour la teneur en Carbone organique nous avons : **T2** avec 2,8 %, suivie de **T1** avec 2,6 %, **T3, T4** avec 2,4 %, **T5** avec 2,3 %.

En ce qui concerne la détermination de teneur en Phosphore, nous avons les résultats ci-après: le **T1** avec 12,06 %, **T2** avec 12,29%, **T3** avec 12,27 %, **T4** avec 12,02 %, **T5** avec 12,6%.

Concernant la détermination de teneur en Azote, nous avons trouvés les résultats suivants : le **T1** 2,8 %, **T2, T3 et T4** avec 2,45% chacun d'eux et en fin **T5** avec 2,1 %.

De ce qui précède ; nous suggérons ce qui suit :

- ✓ De faire comprendre à d'autres chercheurs que les mycorhizes jouent un rôle très important dans la fertilité et la dépollution de sol.
- ✓ Que les recherches en ces domaines puissent continuer afin d'élucider davantage la tendance observée pour avoir des éléments pouvant permettre de dégager la base d'une étude vraiment diachronique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amundala D., 2013 : Ecologie des populations des Rongeurs (*Rodentia, Mammalia*) dans une perspective de gestion des espèces nuisibles aux cultures dans la région de Kisangani (R.D. Congo). Thèse Doct. inédite. F.S/Unikis.
- Bereau Moïse, Louisanna Éliane, De grandcourt Agnès et Garbaye Jean, 2003 : Description et dynamique des milieux forestiers (Symbiose mycorhizienne et nutrition minérale) Université de Guyane.
- Bola, M., L. 2002 : Epiphytes vasculaires et phanéropytes de l'écosystème urbain de Kisangani. D.E.S. inédit, Fac.SC. UNIKIS. 52p.
- Boullard. B., 1990 : Guerre et paix dans le règne végétal, Edition Marketing, 181-291P.
- Brundrett.M, 2002: Coévolution of roots and mycorrhizals of land plants. *New Phytologist*.154; 275; 304p.
- Dechamplain. N et Gosselin. L, 2002 : Les champignons mycorhiziens, Université Laval, 8p.
- Duchaufour et Bonneau .M., 1959 : Une méthode nouvelle de dosage du phosphore assimilable dans les sols forestiers. — *Bulletin AFES*, vol. 4, 1959, pp. 193-198.
- Fao, 1975: Meeting on verification of cantry level stocks and exchanges in non annexe 1-contries.
- Fortin André, 20011 : Les mycorhizes « la nouvelle révolution verte » 1ère partie, *Dîners botanique Université Laval*, 87p.
- Francis Martin, 2010 : Mycorhization contrôlée du Douglas et de l'Épicéa et interaction clone champignon. *Annales de l'AFOCEL*, 125-158p.
- Garbaye et Guehl, 1984 : Compétitivité des champignons ectomycorhiziens. Résultats et application à la sélection souches pour la mycorhization contrôlée au hêtre et au chêne rauvre dans le Nord-est de la France. *Revue Forestière Française* 36(1) : 33 - 43p.
- Helgason. T et al; 1998: Accumulation of copper, lead and zinc by in situ plants inoculated with AM fungi in multicontaminated soil. *Commun Soil Sci. Plant Anal.*, 40, 21-22p.
- Jakobsen (J.). 1995: Transport of Phosphorus and Carbon in VA mycorrhizas. In: *Mycorrhiza: Structure, function, molecular Biology and Biotechnology* / A. Varma, B. Hock Eds. Berlin: Springer-Verlag, 305-332p.

- Lejoly1. J, Ndjele. M.B.2 et Daniel Geerinck, 2010 : Catalogue-Flore des plantes vasculaires des districts de Kisangani et de la Tshopo (RD Congo).
- Institut National de la Statistique (INS), 2009. : Bulletin des statistiques générales, 2e trimestre 2009.
- Kakuni, 2012 : Biologie du sol, cours inédit IFA-Yangambi, 23p.
- Kakonga, 2007 : Ecologie des décapodes du ruisseau Masangamabe de la réserve forestière de Masako. These de doctorat. Inédite. F. Sciences. Unikis. 202p.
- Kelley et al, 1950 : Mycorrhizas in tropical forest: a neglected research imperative. New Phytologist 182: 14-16p.
- Lerat et Sylvain, 2009 : Les champignons mycorrhiziens : une communauté souterraine méconnue, Centre de recherche en biologie forestière, Université Laval.
- Mandango, A.M., 1982 : Flore et végétation des îles du fleuve Zaïre dans la Sous-région de la Tshopo (haut-zaïre) th.doc.Fac.Sc.UNIKIS. 1-100p
- Moango, A., 2005. : Effets de l'application continue du mulch de pois cajan (*Cajanus cajan*) DES, IFA, 23p.
- Molina, R, Massicotte, H. and Trappe, J.M, 1992 : Specific phenomena in mycorrhizal symbiosis; Community ecological consequences and practical implications. In: Mycorrhizal functioning an integrative plant fungi process. Chapman, Ed. My Allen.357p.
- Ndjele. M.P 1988 : Les éléments phytogéographiques endémiques dans la flore vasculaire du Zaïre, Thèse de doct. Inédit, ULB, Bruxelles, Labo de bot. Syst et Phytos. 528p.
- N'shimba. S.M., 2008 : Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts de l'île Mbiye à Kisangani. RDC. Thèse de doctorat inédite, ULB, 389p.
- Paluku.M.M, 2009: Etude microbiologique (champignons mycorrhiziens) en relations avec les diverses situations d'extension/régression dans les peuplements à Gilbertiondendron dewevrei (de Wild) J. léonard dans la réserve forestière de la Yoko, DES, Unikis Fac de sciences.36p.
- Pierart A., 2012 : Interactions entre mycorrhization, nutrition en phosphore et adaptation de la plante à la toxicité du nickel sur substrat ultramafique, 7p.
- Rammeloo J., 2012 : Introduction à la mycologie, cours universitaires.
- Schreiner rp, Mihara kl, MC daniel h, Bethlen Falvay gj, 1997: Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. Plant and soil, 188p.

- Selosse, M. et Letacon F., 1999 : Stratégie de la Symbiose, *Science et avenir*, numéro 633, novembre, 72-73p.
- Schüssler et Walker, 2001. Analysis of partial Glomales RNA gene sequences: implications for primer design and phylogeny. *Mycol. Res.* 105: 5–15p.
- Sieverding E., 1991: Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystèmes. GTZ, Eschborn.
- Smith SE, Read DJ 2009: Mycorrhizal symbiosis, 9ème édition. Academic Press, New York.
- Smith S.E. Read D. J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. *Academic.* 787p.
- Strullud. G., 1991: Strullu, D.G., and Plenchette, C. 1991. The entrapment of *Glomus* sp. in alginate beads and their use as root inoculum. *Mycol. Res.* 95: 1194–1196.
- Usda, 1975 : The United States Department of Agriculture : Soil Taxonomy (Disponible sur WWW.google.fr/usda).
- Vande weghe. J.P, 2004: Forêts d'Afrique Centrale, la forêt au service de l'homme, 162p.
- Van der Heijden et Kuyper, 2001: Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature (London)*, 396: 69-72p.
- Vitousek (P.M.), Denslow (J.S.): 2003 Nitrogen and Phosphorus availability in treefall gaps of a lowland tropical rainforest. *Journal of Ecology*, vol. 7, n° 4, 1167-1178p. *Rev. For. Fr. LV - numéro special.*
- White, F., 1979: The guineo – congolian region and its relationships to other phytchoria. *Bull. Jard. Nat. Belg.* 49, 11 – 55p.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
SINGLES et DEFINITIONS.....	iii
RESUME.....	iv
SAMARY.....	v
0. Introduction.....	1
0.1 Problématique.....	3
0.2. Hypothèses.....	4
0.3. Objectifs.....	4
0.4. Intérêt du travail.....	4
0.5. Plan succinct du travail.....	5
CHAPITRE I. REVUE DE LA LITTETURATURE.....	6
I.1. <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) De Wit ,1963 [syn. <i>Acacia glauca</i> DE WILD., L.....	6
I.2. Mycorhize.....	7
1.3. Type des mycorhizes.....	8
1.2.1. Ectomycorhizes.....	8
1. 3.2. Endomycorhizes.....	9
1.4. Importance de la symbiose mycorhizienne.....	14
1.5. Importance écologique.....	15
1.6. Importance bio mycologique.....	15
1.7. Importance géo mycologie.....	16
CHAPITRE II: APPROCHE METHODOLOGIQUE.....	16
2.1. Zone d'étude.....	17
2.1.1. Description de la zone d'étude.....	17
2.1.2. Milieu abiotique.....	18
2.1.3. Milieu biotique.....	20
2.2. Matériel.....	22
II.3. Méthodes du travail.....	22
II.3.1. Prélèvement des échantillons.....	22
2.3.2. La détermination du statut symbiotique.....	23
2.3.3. Mise en place de l'expérimentation.....	24

2.3.4. Suivi de Croissance de <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) Dewild, 1963.....	24
2.3.5. Analyses physico-chimiques.....	25
2.3.6. Traitement des données	26
CHAPITRE III : PRESENTATION DES RESULTATS	27
3.1. Détermination des statuts symbiotiques	27
3.2. Granulométrie	28
3.3. potentiel d'Hydrogène (pH).....	28
3.4. Carbone du Sol.....	29
3.5. Teneur en Phosphore du Sol	29
3.6. Teneur en Azote du Sol	30
3.7. Paramètres de croissance de <i>Leucaena leucocephalla</i>	31
3.8. Similarités entre les paramètres de croissance.....	Erreur ! Signet non défini.
3.9. Matrice de Corrélation entre les paramètres de croissance de <i>Leucaena leucocephalla</i> sur pots de végétation	32
CHAPITRE IV : DISCUSSIONS.....	34
4.1. Répartition des spores selon les échantillons de sols.....	34
4.2. Potentiel d'Hydrogène	34
4.3. Analyse granulométrique.....	35
4.4. Carbone organique et matière organique	35
CONCLUSION ET SUGGESTIONS	37
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	39

Annexe 1 : Liste de matériels

Matériels	Fonctions
Sur terrain	
Appareil photo numérique	Prise des vues
Bêches	Pour récupérer certaines quantités des sols
Boussole de marque SILVA Sight Master	Pour l'orientation des percées
Caisse de transport d'échantillons	Pour ensembler les échantillons étiquetés
Charte de couleur « Munsell »	Pour comparer les couleurs des échantillons et celles du code.
Chronomètre	Pour mesurer le temps de manière précise, avec une grande fiabilité
Couteau inoxydables	Pour débarrasser la tarière des débris végétaux et d'autres compartiments grossiers de sols. Prélever les échantillons dans les solums et préparer ou structurer les paroi
Fiches de collecte des données sur le terrain	Elles permettaient de noter les différentes informations et variables
GPS de marque ETREX	Pour la prise des coordonnées géographiques
Guide de description des sols	
Latte graduée	Pour mesurer les épaisseurs d'horizons
Machette et sécateur	Pour le débrayage de percées de façon à ne pas perturber la structure de la végétation où à détruire certaines espèces
Marqueur indélébile	Pour étiqueter ou identifier les échantillons
Ruban métrique à fibre en plastique de 100 m	Pour mesurer avec précision les distances sur terrain et estimer les profondeurs des horizons
Sachets en polyéthylène de 270 x 380m	Pour transporter les échantillons des sols
Stylo, cahier de terrain	Pour la prise des notes
Tarière pédologique	Pour percer le sol afin sortir des échantillons à fins d'analyses
Au laboratoire	
Balances de précision à 0,0gr et 0,000gr de sensibilité (marque PMC - MILLIOT)	Pour peser les échantillons et les réactifs
Bechet de 1000ml	Pour des préparations et sédimentation
Bechet en plastique	Pour la décantation et sédimentation
Calculatrice	Pour simplifier et fiabiliser de calculs
Carnet de terrain et un stylo	Pour noter les caractéristiques observées sur terrains
Casseroles	Pour chauffer les échantillons du sol (granulométrie)
Coton	Pour nettoyer les marquages
Cuillère	Pour faciliter la pesée lors de dosage en sec
Dessiccateur	Refroidissement juste
Erlen meyers	Pour mettre les échantillons à chauffer
Etuve à 105°C (Marque MEMMERT)	Pour le séchage d'échantillon
Gros creusets	Sécher le sol à l'aire libre
Papier enveloppe	Pour sécher les feuilles et écorce
Petits creusets	Pour sécher les échantillons à l'étuve
pH mètre	Pour mesurer le pH des échantillons
Pipettes graduées	Pour mettre les solutions
Pissettes	Pour pulvériser l'eau

Pissettes	Pour faciliter le dosage des réactifs
Plaques chauffantes	Pour chauffer les solutions
Spatules	Pour prendre la quantité de sol à peser
Tamis de 2mm et de 63 mm	Pour trier les particules (plus fines à travers les mailles par secousses)

ANNEXE 2 : Détermination de pH (Eau et KCl)

Les opérations consistaient à :

- ✓ Peser 10g de sol tamisé à 2mm de diamètre et déverser dans un flacon ;
- ✓ ajouter 25 ml d'eau distillé / KCl;
- ✓ agiter avec intermittence pendant 30 minutes à 250 tours ;
- ✓ laisser décanter pendant 30 minutes.
- ✓ Le pH mètre préalablement étalonné, plonger l'électrode dans le surnageant et lire la valeur sur le cadre de l'appareil

ANNEXE 3:

Analyse Granulométrique

Modes opératoires

1. Peser 10.00gr de la fraction de terre fine (<2 mm) dans un bécher de 1000ml et ajouter 50ml d'hypochlorite de sodium (eau de javel) pour détruire les matières organiques. Chauffer sur un bain de sable ou un bain marie pendant 15 minutes. Si nécessaire, répéter deux fois. S'il y a peu des matières organiques, faire la sédimentation sans eau de javel.
2. Ajouter de l'eau dans le bécher et décanter lorsque la solution surnageante devient claire. Continuer jusqu'à ce que l'argile commence à se disperser.
3. Ajouter 10 ml de Na_2CO_3 2% et compléter avec de l' H_2O jusqu'à la marque de 800ml. Remuer la terre et laisser pendant 7h15'. Siphonner l'argile dans un bécher inférieur permanent de 1000ml.
4. Répéter cette opération plusieurs fois, puis tamiser la fraction de sable du bécher supérieur par tamisage humide grâce à un tamis de 6 micros. Recueillir le sable dans un bécher de 100ml pré-pesé, laissé sécher et peser. Calculer la fraction de sable en %.

5. Répéter les étapes 2 et 3 jusqu'à ce que le surnageant dans le bécher supérieur soit complètement clair, après 7h15' :
 6. Sécher la fraction du limon dans un bécher préalablement pesé. Calculer la fraction limon en %.
 7. La fraction argileuse est calculée par soustraction total - % limon - % de sable.
- a) Réactifs
- Eau de javel ; Carbonate de sodium en 2% ; Eau distillée.

ANNEXE 4: Dosage du carbone organique du sol

1.3.1.2. Dosage du carbone

1.3.1.2.1. Méthode de WALKLEY et BLACK

2.1.1. Principe

Le dosage de la matière organique (MO) est réalisé à partir du dosage de l'un de ses constituants : le carbone organique (CO). La MO contient en moyenne 58% de CO ou $\% \text{CO} \times 1,724 = \% \text{MO}$. La méthode de détermination du CO est basée sur l'oxydation de ce dernier par le bichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) en milieu fortement acide (H_2SO_4).

Mode opératoire

1. Induire une prise d'essai de p gramme de terre (tab.7.1) dans un erlen meyer de 500ml. Faire également un essai à blanc (sans terre) en double. Poser l'erlen meyer sur une plaque isolante.
2. Ajouter 10 ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1n et 20 ml de H_2SO_4 concentré. Introduire avec précaution vu la vigueur de la réaction exothermique et travailler sous un hotte. Agiter prudemment.
3. Laisser réagir pendant 30 minute en laissant reposer les erlens sur une plaque isolante (en amiante ou polystyrène).
4. Titrage avec indicateur redox : ajouter successivement 150 ml d'eau, 10 ml d' H_3PO_4 et 1ml d'indicateur.

ANNEXE 5 Dosage de Phosphore du sol

Mode Opératoire

- ✓ Pèser 2,5 mg de sol dans 17,5 ml de la solution d'extraction puis on agite à la main pendant 45 secondes
- ✓ Transvaser dans l'erlen meyer en filtrant la solution pour séparer le jus des particules de sol
- ✓ Prélever 10 ml de cette solution

- ✓ Ajouter 10 ml d'Acide Borique
- ✓ Ajouter 4 ml d'Acide ascorbique (vitamine C. jaune)
- ✓ Ajouter encore 2 ml de la solution de sulfomolybdique (bleu)
- ✓ Enlever 10 ml de chacun ballon puis mettre dans un tube à essai pour faire la solution à analyser
- ✓ Tremper les tubes à essai qui contiennent la solution dans l'eau chaude pendant 10 minutes
- ✓ Doser à l'aide de spectrophotomètre

ANNEXE 6 : Azote total du sol

4.1. Principe

4.4. Mode opératoire

4.4.1. Minéralisation

- (1) Introduire 2,000g de terre fine dans le récipient de minéralisation; poser dans le portoir approprié.
- (2) Ajouter 7ml (10ml dans le cas de sols volcaniques très adsorbants) de mélange d'acide sulfurique/salicylique et laisser réagir pendant 30minutes
- (3) Ajouter 0,5g de sodium thiosulfate et laisser réagir pendant 15minutes
- (4) Ajouter 3ml (4,5ml pour les sols volcaniques) d'acide sulfurique concentré et 0,2g de catalyseur.
- (5) Rampe à minéraliser à miroir :
 - Installer les tubes dans l'appareil, coiffer avec le collecteur de vapeurs et brancher les tuyaux et la pompe d'évacuation (souffler !).
 - Allumer l'appareil et régler le chauffage sur 3/4 de sa capacité maximale. Laisser réagir jusqu'à l'oxydation complète de l'échantillonnage par une décoloration uniforme au gris clair. Le temps de réaction varie entre 40 et 60 minutes.
 - Laisser refroidir les tubes pendant une dizaine de minutes. Débrancher le système d'évacuation (pompe et tuyaux) des vapeurs de réaction. Poser les protections en bois sur le minéralisateur et enlever le collecteur de vapeurs ; rincer le immédiatement au-dessus de l'évier et poser dans son portoir. Sortir les tubes et poser dans les portoirs appropriés. Enlever les protections en bois du minéralisateur.
- (6) Ajouter environ 50ml d'eau au minéralisât refroidi, agiter et laisser refroidir.
- (7) Effectuer une minéralisation à blanc chaque fois l'on entame une nouvelle préparation de réactifs.

4.4.2. Distillation

Avant de commencer une nouvelle série de distillation, nettoyer l'appareil en istillant environ 50ml d'eau distillée.

4.4.2.1. Distillation par entrainement à la vapeur

- (1) Introduire la sortie du réfrigérant dans un erlenmeyer de 250ml contenant 20ml de mélange d'acide borique plus indicateur. Veiller à ce que l'embout du réfrigérant soit immergé dans l'acide afin de pouvoir piéger l'ammoniac qui sort sous forme gazeuse.
- (2) Brancher le tube de minéralisation au distillateur et introduire la soude (environ 50ml) e, circuit fermé jusqu'à la formation d'un précipité foncé persistant de $\text{Cu}(\text{OH})_2$.
- (3) Démarrer la distillation en ouvrant le robinet d'entrée de la vapeur d'eau. L'ammoniac est recueilli dans l'acide borique et fait virer l'indicateur du rouge vineux au vert en passant par du bleu-gris. Distiller jusqu'à l'obtention de 150ml de distillat (durée de l'ordre de 10min)
- (4) Titrer le distillat- sous agitation permanente moyennant un agitateur magnétique avec de l'acide sulfurique ou chlorhydrique 0,01n jusqu'au retour à la couleur initiale de l'indicateur (rouge).

4.5. Calculs

(1) Teneur en Azote en pour mille (g/kg ou mg/g) :

$$\text{mg N/g terre} = (v-v_0) \text{ ml} \times 0,07$$

Ou : V = volume H_2SO_4 (HCl) ajouté à l'échantillon ;

V_0 = volume ajouté au témoin.

Remarque

Le mélange d'acide sulfurique et d'acide salicylique ne se conserve que pendant un temps limité. Au-delà d'un mois d'utilisation la transformation des nitrates en ammonium est réduite. Il est donc conseillé de ne préparer de ce réactif qu'un volume juste nécessaire pour couvrir les besoins à moyen terme.

ANNEXE : 8

EXTRACTION DES PORES

Une série de trois tamis empilés, dont le dernier doit être de 36 μ m, sont utilisés pour faire un tamisage humide (**Figure 5**).

La fraction retenue par le dernier tamis est récupérée et répartie équitablement dans 4 tubes Falcon de 50ml dont le niveau est ajusté à l'eau distillée (jusqu'à 25ml). À l'aide d'une seringue on injecte 20ml de saccharose à 50% v/w au fond des tubes.

Les échantillons sont alors passés à

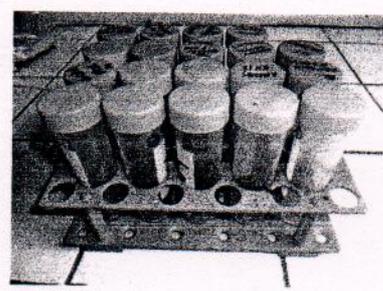
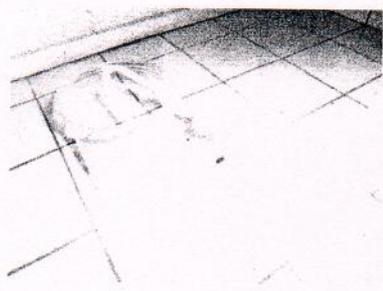
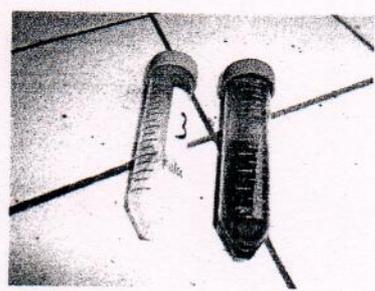
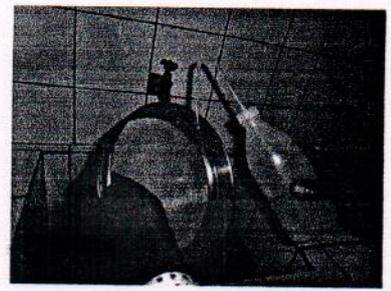
la centrifugeuse (5minutes, 1000tpm). À la fin de la centrifugation les spores sont concentrées à l'interphase eau saccharose.

On les prélève à l'aide d'une pipette avant de les tamiser (36 μ m) en les rinçant à l'eau distillée pour éliminer les résidus sucrés.

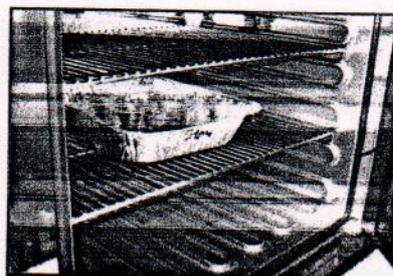
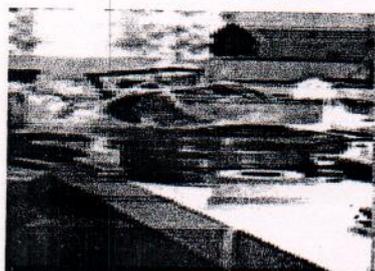
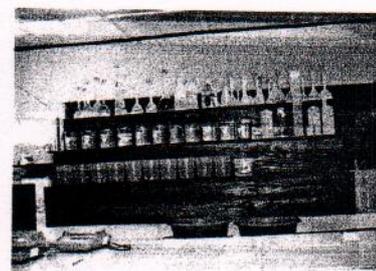
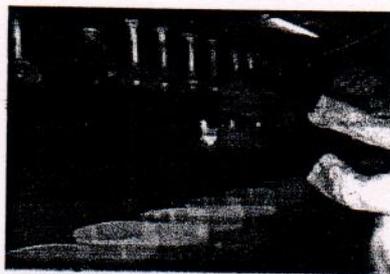
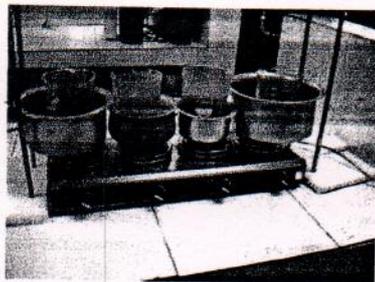
Les spores ainsi isolées sont mélangées à de l'eau distillée et stockées dans des piluliers à 4°C.

L'observation et le comptage des spores sont réalisés sur boîte de pétri quadrillée, en les dénombrant dans 3 gouttes de 100 μ l d'eau sous loupe binoculaire (X45). Les spores noires, flottantes et abîmées ne sont pas comptabilisées car peu viables voire mortes. L'ordre de lecture des modalités est aléatoire et noté après comptage pour limiter la subjectivité de l'opérateur.

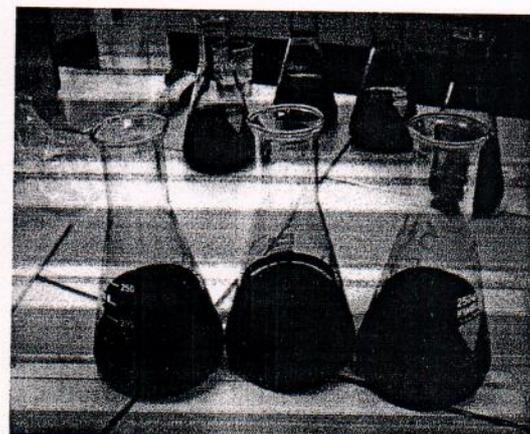
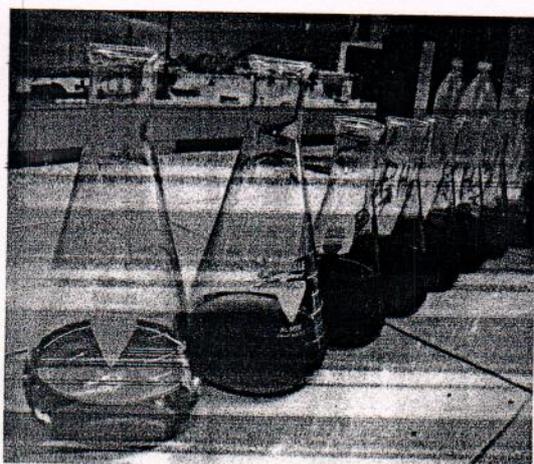
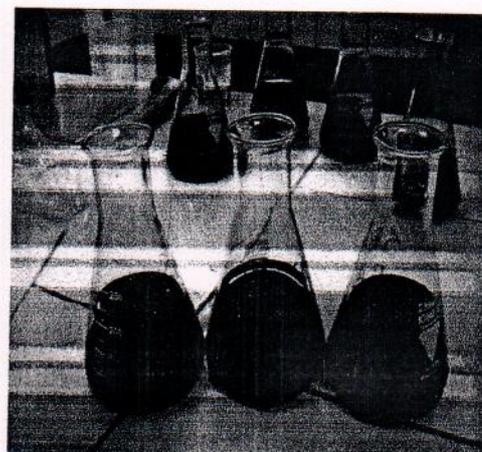
Protocole de statut symbiotique



ANALYSE GRANULOMETRIQUES



DOSAGE DE CARBONE ORGANIQUE



ANNEXE : 9

Premier jour de mesure de paramètres de croissance *Leucaena leucocephala*(Lam) De Wit, 1963 (après un mois et demi de semis).

Traitements	Diamètre				Hauteur				Nbre de Feuilles			
T1	3	1,24	4	3	21	23	5	20	10	6	3	8
T2	1,46	1,45	0,94	4,30	5,5	5,3	6	27	3	3	4	9
T3	2	3	2	3	6,5	20,5	7,2	7	3	9	4	7
T4	2	2	3	1,40	15	10,5	10	7	6	5	5	8
T5	1,72	1,27	1,52	1,40	6	7	11	7	8	9	11	7

Deuxième jour de mesure après une semaine et demie.

Traitement	Diamètre				Hauteur				Nbre de feuilles			
T1	3,9	2	4,7	3,5	24	23	8	26	13	9	5	11
T2	2	2,1	1,5	4,70	8	8	9	32	13	9	5	11
T3	2,10	3	2,5	2,7	5	8	9	32	5	5	6	12
T4	2,5	2,10	3,5	1,80	20	13	15	12	9	9	10	12
T5	2	1,80	1,80	1,60	10	11	16	10	10	12	9	12