

## ETUDE EXPERIMENTALE DU COMPORTEMENT DU BANANIER FHIA - 25 SUR UN SOL ENRICHIS EN MATIERES ORGANIQUES : FUMIER DES VACHES, TITHONIA ET CENDRE DE BOIS

### [ EXPERIMENTAL STUDY OF THE FHIA - 25' BANANA TREE BEHAVIOR ON AN ENRICHED SOIL IN ORGANIC MATERIALS : COW'S EXCRETA, TITHONIA AND ARSH ]

*NTAZONGWA BUZERA Balzac<sup>1</sup>, BARHAFUMWA BADESIRE Jacques<sup>2</sup>, LWABOSHI CHIBIKWA Beauté<sup>2</sup>, KARUMBA RUKÉBA Grégoire<sup>3</sup>, LUTWAMUZIRE CHIBIKWA Désy<sup>2</sup>, BATUMIKE BANYWESIZE Franck<sup>2</sup>, and HERI CISHESA Thierry<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Section des Sciences,  
Institut Supérieur Pédagogique de Baraka (ISP/Baraka),  
Fizi/Baraka, Sud Kivu, RD Congo

<sup>2</sup>Section Agro vétérinaire,  
Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques et Vétérinaires (ISEAV/WALUNGU),  
Sud Kivu, RD Congo

<sup>3</sup>Section Environnement,  
Institut Supérieur des Techniques de Développement (ISTD/ KALEHE),  
Sud Kivu, RD Congo

---

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** In the region where Banana tree Bacterial Wilt Disease has decimated banana tree plantations after many years, peasants who have only this culture as source of income co-op do not know what to do in order to cope with this continuing plague which lasts for more than a decade. Nevertheless with more or less resistant varieties including the FHIA-25 in the introduction, hope is allowed. However, in the process of planting plantations, regardless of fertilization and which our study has focused on the organic and mineral amendment, nothing can open on an issue to restore the banana fields around the huts in the agglomerated villages. Therefore, soil enrichment based on Tithonia, cow manure and ash is a way out among alternatives allowing farmers to resume the restoration of their banana plantation's heritage. The results are promising in an endemic zone of banana wilt, sign of devastation, the respect of settlement with organic manure coupled with a versatile fertilizer produced with Tithonia and wooden ash, banana growing rapidly and the vigor of the plants presents an identical aspect to that under the natural conditions, with more performance on soils recognized as being too poor.

**KEYWORDS:** Banana tree, organic material, minerals, ash, tithonia.

**RÉSUMÉ:** Dans la région où la maladie du Wilt bactérien du bananier a décimé les bananeraies après beaucoup d'années, les paysans qui n'ont que cette culture comme coopérative source de revenu ne savent pas sur quoi se pencher pour faire face à ce fléau qui perdure bientôt plus d'une décennie. Néanmoins avec des variétés plus ou moins résistantes dont le FHIA-25 en introduction, l'espoir est permis. Cependant, dans le processus d'installation des plantations, sans tenir compte de la fertilisation et dont notre étude a focalisé sur l'amendement organique et minéral, rien ne peut ouvrir sur un issu de rétablir les champs des bananiers autour des cases dans les villages agglomérés. Ainsi un enrichissement du sol à base de Tithonia, de la fumure de vache et la cendre constitue une voie de sortie parmi les alternatives permettant aux paysans de reprendre la

restauration de leur patrimoine de bananeraie. Les résultats sont prometteurs dans une zone endémique de wilt du bananier, signe de dévastation, le respect d'installation avec fumure organique couplée d'un engrais polyvalent produit à base du Tithonia et la cendre de bois, la culture du bananier croit rapidement et la vigueur des plantes présentent un aspect identique que celui dans les conditions naturelles, avec plus de performance sur des sols reconnus trop pauvres.

**MOTS-CLEFS:** Bananier, matière organique, minéraux, cendre, tithonia.

## 1 INTRODUCTION

La culture du bananier (*Musa sp*) joue un rôle très important dans la sécurité alimentaire et dans la production des revenus dans les ménages des petits producteurs en République Démocratique du Congo. Le bananier étant à usages multiples.

Le rôle de la fertilisation est de créer les conditions optimales à l'alimentation d'une culture du bananier. Elle corrige les déséquilibres ou les carences du sol pour que la plante prélève sans difficultés les éléments minéraux nécessaires à sa croissance, la fertilisation réfléchit le bilan des entrées et des sorties [1].

La culture du bananier constitue la quatrième récolte importante des fruits dans le monde après les agrumes et les pommes [2].

La production mondiale de la banane est estimée à 102,687 millions des tonnes avec 40 millions pour la banane plantain. A l'Est de l'Afrique plus précisément au Sud-Kivu, les associations bananes-cultures annuelles (bananes et haricots) sont couramment pratiquées dans le but d'accroître et de différencier les récoltes des exploitants de petites tailles [3].

Au Sud-Kivu, les résidus des récoltes (feuilles et pseudo tronc de bananier et de haricot) sont écartés du bananier et les sols sous bananier sont labourés manuellement au moyen d'une houe en vue de préparer le lit de semis [4].

Les faibles niveaux de rendement en Afrique s'expliquent par les techniques culturales rudimentaires (non-respect des écartements entre plants, mauvaise sélection des rejets, non suivi phytosanitaire qui affectent et freinent la production de cette culture) [5], [6], [7].

Le bananier cultivé (banane et plantain) constitue une source alimentaire pour les millions des personnes dans le monde mais aussi une véritable source de revenus au monde et en Afrique [6].

Cependant, les lourdes menaces sur la croissance et le développement du bananier s'observent avec un impact négatif sur les rendements et sont dues à une mauvaise gestion de la fertilité et d'amélioration des sols, les techniques culturales, les choix de germoplasmes et les suivis phytosanitaires [8] [9].

La mise en place d'une culture de bananier implique le respect des normes dans sa conduite et la gestion dans la fertilisation du sol. Pour ce qui concerne cette étude, compte tenu des conditions culturales dans la zone d'étude et les connaissances pratiques des agriculteurs, les hypothèses suivantes ont été formulées :

- Les pratiques culturales rudimentaires et la mauvaise gestion de la fertilité des sols sont présentes en culture du bananier à Walungu.
- La sélection et l'utilisation du matériel de plantation de bonne qualité (variétés ou cultivars plus productifs et sains) sont quasi inexistantes.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 MILIEU D'ETUDE

#### SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU GROUPEMENT DE WALUNGU

Etant l'un de 16 groupements, entités administratives qui constituent la Chefferie de Ngweshe ; Le groupement de Walungu est situé au chef-lieu de ladite Chefferie.

Il est limité de part et d'autre:

- Au Nord par le groupement d'Ikoma ;
- Au Nord-Est par le groupement de Lurhala ;

- A l'Est par le groupement de Nduba ;
- Au Sud par le groupement de Burhale ;
- A l'Ouest par le groupement de Kaniola ;
- Au Nord-Ouest par le groupement d'Izege.

La superficie du groupement de Walungu est de 100.08km<sup>2</sup> ayant une population recensée de 54.182 en 2016. La densité de la population est de 541. Le groupement de Walungu entièrement situé dans la zone de Walungu, possède automatiquement des caractéristiques climatiques semblables :

- Précipitation moyenne annuelle de 1700mm augmentant de l'Est à l'Ouest ;
- Diminution régulière de la température avec l'altitude ;
- C'est une zone climatique homogène de culture de montagne.
- Un climat tropical et montagneux d'une alternance de deux saisons : une longue saison pluvieuse d'environ neuf mois allant de septembre en mai et une courte saison sèche de trois mois qui va de juin en août.
- L'altitude de Walungu varie entre 1600m et 1800m, cette région se situe entre 2°35' de latitude Ouest et 28°40' de longitude Est.

Ce climat permet les cultures vivrières et même quelques cultures des régions tempérées s'y adaptent mieux, ce qui explique la diversité de ces dernières.

Ce groupement connaît deux saisons :

- La saison des pluies avec deux phases de saisons culturales (la saison culturale A qui commence en septembre jusqu'en Février et la saison culturale B qui débute en mi - février jusqu'au mois de mai).
- La saison sèche (Juin jusque fin Août).

La température moyenne annuelle est de 20°4'C avec un minimum le mois de décembre et un maximum au mois de mai [10].

## **2.2 MATERIELS**

### **2.2.1 DESCRIPTION**

Le bananier est une plante herbacée, une herbe qui se distingue de toutes les autres. En général, ses feuilles sont fines et minces par leurs tailles, d'où le bananier est plus haute et grande herbe parmi les végétaux. Il n'a pas de tige identifiable à l'observation directe comme les autres individus du règne végétal, c'est une fausse tige [3].

La tige souterraine est le centre vital du bananier, lieu de formation des racines, des feuilles et de l'inflorescence. C'est à ce niveau que se différencient les rejets assurant la pérennité de l'espèce.

Le système racinaire est de type fasciculé. L'émission de racines se fait pendant toute la phase végétative de croissance ; le pseudo tronc n'est pas une vraie tige, il résulte de l'imbrication des racines foliaires les unes dans les autres. Le cigare foliaire monte au centre comme par la suite, l'inflorescence. Le système foliaire est très développé et sa structure présente des particularités liées aux contraintes de l'alimentation hydrique.

L'inflorescence se forme au niveau de la tige souterraine et par tout le faux tronc avant son apparition à l'extérieur de la plante. La fleur femelle donne le régime de bananes, part consommable et commercialisable [2].

En effet, ce qui se présente comme une tige identifiable à l'observation directe, n'est qu'une fausse tige ou pseudo tronc, un pseudo tronc constitué par des feuilles qui forment une gaine foliaire qui peut avoir un diamètre de 20 cm et au-delà. Le bananier malgré qu'il ait une fausse tige qui porte confusion, il possède quand même une tige, sa vraie tige est souterraine et de faible taille. C'est le pseudo tronc qui possède une grande taille, sa hauteur varie entre 2 et 8 mètres. Selon les espèces et les éléments nutritifs associés aux facteurs environnementaux (climat, sol, écartements...) mais la vraie tige du bananier ne dépasse pas le niveau du sol jusqu'à la période de sa floraison ; c'est pourquoi, elle est classifiée parmi les bulbes ou rhizomes [9].

A partir de ces rhizomes, proviennent les feuilles qui pendant leur développement, apparaissent latéralement jusqu'à fermer une gaine qui étouffe la tige ou du moins la camoufle. Le rhizome est l'élément de reproduction végétative du bananier vers le bas, il donne naissance à des racines qui s'enfoncent dans le sol [5].

### 2.2.2 CLASSIFICATION BOTANIQUE

Les premières classifications du genre *Musa* sont apparues à la fin du 19<sup>e</sup> siècle. Le genre *Musa* a été divisé en quatre sections. Sur base du nombre de chromosomes et de caractéristiques morphologiques : les australimusa (n=10), les callimusa (n=10) ; les *Rhodochlamys* (n=11) et enfin les eumusa (n=11) avec 10 à 12 espèces qui constituent le genre le plus diversifié et comprend plus de 1000 variétés dont les plantains [9].

La section *Eumusa* regroupe presque tous les bananiers cultivés et se caractérise par des bractées sillonnées longitudinalement sur leur face externe et de nombreuses fleurs par bractée disposées en deux rangées. Cependant, d'autres regroupements ont été proposés et la classification qui précise des espèces et sous-espèces reste toujours débattue [10].

Avant 2002, le genre *Musa* était divisé en cinq sections : *Eumusa*, *Rhodochlamys*, *Collimusa*, *Australimusa* et *Ingentimusa*. En 2002, des études génétiques ont ramené le nombre de sections à trois selon leur numération chromosomique : Section *Eumusa* regroupant *Rhodochlamys* X=11, section *Callimusa* regroupant *Australimusa* x= 10, section *Ingentimusa* x=7.

Les bananiers sont des plantes monocotylédones de la famille des *Musaceae*, de l'ordre des *Zingibérales*. Botanique ; ils s'apparentent aux *Canaceae* (genre *canna*). *Houraceae* (genre *Orchidantha*), *Marantaceae* (par exemple le genre *maranta*, *strelitzia* *Ravenala*) ; *Heliconiaceae* (genre *Heliconia*, *culruma*, *Hedychium*). Les deux genres de *Musaceae* (*Musa* et *Ensete*) sont cultivés en Afrique.

Les bananiers sont cultivés dans toute l'Afrique, mais l'*Ensete*, nommé faux bananier est surtout cultivé sur les hautes terres d'Ethiopie [11].

### 2.2.3 EXIGENCES ÉCOLOGIQUES

Les bananiers à fruits de dessert et les plantains se plaisent sur les basses terres, ils ne se développent que lentement en altitude, les bananiers produisant des bananes à cuire et à bière, préfèrent par contre les altitudes entre 1200 et 1800m au dessus du niveau de la mer. Les bananiers tolèrent un peu d'ombre, les intensités lumineuses optimales ne sont pas connues [12].

Les bananiers sont généralement cultivés entre 19°C et 33°C ; une température supérieure n'empêche pas leur culture si l'apport d'eau est adéquat, la croissance s'arrête cependant au-delà de 38°C ; la température idéale est de 2°C environ à celle pour la formation des feuilles ; une température trop basse ralentit l'émission des feuilles avec allongement du cycle de croissance ; la croissance est nulle en dessous de 14°C et le refroidissement endommage les fruits exposés à moins de 0°C, cependant les bananiers persistent [15].

### 2.2.4 AMENDEMENT ET FERTILISATION

Les bananiers ont des besoins importants en azote et en potassium et stricts pour les autres éléments minéraux ; une part importante de quantités absorbées est restituée au sol à la récolte. Quant aux macroéléments, ils sont à apporter uniquement en cas de déficience avérée.

La fertilisation doit être raisonnée à partir d'indicateurs agronomiques, les teneurs en N, P, K, Ca, Mg et oligo-éléments de la zone médiane du limbe interne de la feuille 3 ( au moment de la floraison) sont utilisés comme indicateur de la nutrition ; avec l'analyse régulière des feuilles et des sols, il est possible d'établir et de réajuster les programmes de la fertilisation et d'amendement à un pas de temps de six à douze mois.

L'objectif des amendements organiques est d'améliorer durablement les caractéristiques du sol sur le plan chimique (taux de matière organique), physique (stabilité structurale, conductivité hydrique et rétention en eau) et biologique (activité biologique et biodiversité).

Les apports sont faits en fonction des analyses de sol, le plus souvent juste avant la plantation. Les quantités sont de l'ordre de 30 à 60 tonnes par hectare (produit frais), l'épandage est à faire sur toute la surface. Il doit être suivi d'un apport (45 à 60 kilos d'urée par hectare) pour activer la vie microbienne et éviter le risque de carence temporaire en azote de la plante [9].

La sélection par l'homme a permis au fil des siècles de créer les variétés consommées de nos jours. Plusieurs équipes de recherche développent actuellement des programmes d'amélioration variétale du bananier à travers le monde, comme l'Université Catholique de Louvain (Belgique), le Cirad aux Antilles françaises ; l'Embrapa au Brésil, la FHIA au Honduras, le CARBAP au Cameroun et de nombreux autres organismes en Inde, Viêt Nam, en Afrique...

Selon les écoles, les stratégies d'amélioration sont variées mais reposent toutes plus ou moins sur des biotechnologies modernes. Elles permettent de créer de nouvelles variétés plus résistantes aux parasites et ravageurs de cette culture.

La recherche internationale sur le bananier est fédérée par l'INABAP, une organisation internationale membre du CGIAR. L'INABAP gère entre autre une banque des gènes du bananier stockée in vitro à Louvain (Belgique) ainsi qu'une base de données sur les ressources génétiques du bananier appelée *Musa Germplasm Information System (MGIS)* [13].

Pour le FHIA 25 (Fondation Honduraisienne pour la recherche Agricole) une banane très résistante à la sigatoka noire, la petite FHIA 25 est un bananier traité, qui était sélectionné en 1997 [14]. Pour déterminer son adaptation aux différentes conditions environnementales, couramment, les évaluations sont en train d'apparaître dans plusieurs coins du monde. Ex : Australie, Nigéria, Pérou, Cuba, Ghana, Haïti, Jamaïque, Malaisie, Afrique du Sud, Tanzanie et Ouganda. Les fruits verts de FHIA 25 peuvent être consommés étant cuit ou frits.

#### ❖ **Caractéristiques**

- **Morphologie** : la plante longue est entre 2,5 et 3m. Elle a des feuilles latérales et des tiges lissantes, la branche cylindrique est suspendue verticalement ; les fruits verts sont courbés et la fin de ses fleurs est taillée au modèle de la bouteille. La vigoureuse semi-petite plant n'a pas besoin d'être soutenue si elle est espacée.
- **Phénologie** : Dès la plantation jusqu'au fleurissement ; c'est entre 250 et 300 jours, la première récolte peut intervenir ; le cycle demande 120 à 150 jours à certains temps, au-delà de deux le fleurissement apparaît entre 400 et 450 jours après plantation.
- **Séries** : FHIA hybrides
- **Production** : un régime sans la tige pèse entre 38 et 45kg et le nombre de bananes par régime varie entre 246 à 274 doigts. Une banane pèse entre 100 et 150gr. Un régime mature est pris par ordre donc un régime peut être récolté une fois après plusieurs mois.
- **Les points résistants** : L'hybride est très résistant à la maladie (noire *Cigatoka fungus*). Sa résistance aux autres maladies et aux nématodes est en train d'être étudiée, mais les résultats préliminaires indiquent le nématode de *Pratylenchus cofferae* [6, [16].

#### ❖ **Aspects agronomiques**

La FHIA-25 est tolérante aux demandes de l'agro-écologique sous des conditions croissantes optimales, mais il est recommandé de sélectionner un sol fertile et drainé.

##### - **Altitude** :

La FHIA pousse bien à une altitude méditerranéenne élevée à 1000 m par rapport à la mer.

- **Sols** : l'hybride demande un sol glaise (terre argileuse avec laquelle on fabrique les tuiles ou avec laquelle on fait de la poterie).
- **Pluie** : Les pluies seraient bien réparties et soient à peu-près 2000mm par an. La température optimale est de 28°C.

#### ❖ **Séries : FHIA hybrides**

- Arrangement de plantules

Les densités de 1600 plants par hectare sont recommandées, les raisons de fertilisation basées à l'analyse de résultats du sol.

Généralement, sous les conditions prédominées dans la vallée *Sula* (Honduras), les applications annuelles de 300kg d'azote et 250kg de potassium sont recommandées par hectare.

Le sarclage serait fait chaque mois, l'élagage des feuilles et l'élimination d'autres herbes qui peuvent infecter la plante seraient rejetées ; les rejets seraient aussi coupés chaque deux mois. Le démariage de rejets serait fait 4 mois après la plantation.

Le régime de banane serait récolté du bananier parce que sa maturité est d'une manière ordonnée. Dans de jardins dominicains, un régime peut fournir des fruits verts pendant 2 mois. La FHIA-25 a une longue vie verte, une fois récoltée. Le fruit vert a une épiluchure avec excellent goût et grain. Il est facile de l'éplucher et le préparer rapidement.

### Fiche descriptive

Fhia-25	
Espèce végétale	: Hybride Banane à cuire ( <i>Musa</i> )
Variété	: Fhia-25
Date d'introduction	: 2002
Date de mise au point et diffusion	: 2006
Date d'inscription au catalogue	: 2008
Origine	: Honduras
Obtenteur	: INERA/MVUAZI

**Tableau 1. Description de la variété FHIA-25**

Caractéristiques morphologiques	Caractéristiques agronomiques	Caractéristiques organoleptiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couleur du pseudo tronc : vert clair,</li> <li>- Cire sur le haut de la gaine : peu</li> <li>- Macules sur la base des pétioles : peu tachée ;</li> <li>- Couleur des macules : violet</li> <li>- Canal pétiolaire de la 6<sup>ème</sup> feuille : Etroit et marges érigées ;</li> <li>- Marges pétiolaires : Aillées et n'enserrant le pseudo tronc ;</li> <li>- Aspect des ailes : fanés et sèches ;</li> <li>- Couleur des marges : rose mauve ;</li> <li>- Largeur des marges : &lt;1cm,</li> <li>- Couleur sur la face dorsale de la nervure : vert jaune ;</li> <li>- Présence d'une lisière :</li> <li>- Longueur de la hampe : &gt;61cm</li> <li>- Forme du bourgeon mâle : ovoïde</li> <li>- Fleur mâle : coudé à la bas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nombre de jours à la floraison : 349 jours ;</li> <li>- Nombre de jours de remplissage : 154 jours ;</li> <li>- Hauteur de la plante : 275 cm</li> <li>- Circonférence de la plante : 83 cm</li> <li>- Poids du régime : 51kg</li> <li>- Nombre des mains / régime : 14</li> <li>- Nombre des doigts / régime : 266</li> <li>- Poids moyen du doigt : 160gr ;</li> <li>- Rapport rachis/régime : 0,097.</li> <li>- Cycle végétatif : 504 jours.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forme de fruit : Très bon</li> <li>- Couleur des fruits à l'état mûr : Bon</li> <li>- Goût de la pulpe : Bon.</li> </ul>

Source : [13].

### **2.2.5 GÉNÉRALITÉS SUR LES MATIÈRES ORGANIQUES**

L'agriculture biologique a toujours l'idée que ses pratiques de fertilisation devaient chercher à protéger les ressources environnementales de ferme, du milieu et assurer la pérennité du système de production [16].

La matière organique est définie comme la matière spécifique des êtres végétaux et animaux. Elle provient de l'activité de tout organisme présent à la surface ou à l'intérieur du sol ; une partie de cette matière est produite par les organismes vivants : déjections animales, exsudats racinaires ; litières végétales et polysaccharides microbiens. Le reste est constitué par les débris des végétaux morts, les cadavres d'animaux et les cellules microbiennes lysées [17]. Les matières organiques permettent de fortifier les propriétés physiques du sol tout en créant des micro-agrégats résistants au lessivage et aux effets néfastes de l'érosion avec les particules minérales du sol [18].

Le fumier de bétail joue un rôle traditionnel et essentiel dans la gestion biologique et durable des sols. Son utilisation produit de meilleurs résultats lorsqu'il est combiné à d'autres pratiques renouvelables, ces pratiques incluent la rotation des cultures, la culture de plantes abris (culture de couverture). L'enfouissement d'engrais verts, le chaulage et l'apport d'autres engrais ou amendements naturels ou respectueux de l'environnement [19], la description des matières faisant l'objet d'une valorisation agricole, les effluents d'élevages, il s'avère que les effluents d'élevages représentent les matières les plus abondantes. Ils sont généralement épandus tels quels, sous forme de fumier [10].

L'apport régulier de fumier ou de compost assure une nutrition correcte en oligo-éléments des cultures annuelles et des prairies si l'on cherche un apport de la matière organique stable dans le sol, il est préférable d'utiliser les fumiers de bovins après une phase de compostage, pour une utilisation sur grandes cultures et sur des terres argileuses, un compostage rapide

suivi d'une courte période de maturation avant épandage peut être préconiser pour maintenir une activité microbienne dans le sol [15].

La dose et type d'apport (fumier brut ou compost) dépendent des cultures à fertiliser et l'objectif recherché, apport de matières organiques stables dans le sol, stimulation de la vie microbienne du sol ainsi que l'apport d'éléments fertilisants [20]. A la dose plus de 170kg d'azote par hectare, limite fixée par le règlement (CE) N° 889/2009. Ceci représente un apport maximal de :

- 30t/ha de fumier
- 25t/ha de compost.

Il conviendra également de tenir compte de l'apport en potassium important dans des fumiers et composts. Cet apport peut se substituer souvent en totalité, à l'apport par des engrais [18].

**Tableau 2. Engrais de ferme et valeur fertilisante : teneurs en éléments fertilisants des effluents d'élevage en unités/t ou m<sup>3</sup>.**

	Azote (N)	Phosphore (P2O5)	Potasse (k2O)
Lisier de bovin	4	2	5
Fumier de bovin	5,5	2,6	7,2
Fumier bovin compost (litière accumulées)	6	2,3	9,5
Fumier bovin compact (étable en tracée, pentes paillées, logettes paillées).	5	2,2	8
Fumier bovin mou (pentes paillées et logettes paillées avec peu de pailles).	4,5	2	6
Lisier de veaux.	2,86	1,36	2,72

Source : [5].

## **1. *Tithonia diversifolia***

Le *Tithonia* est une plante originaire du Mexique qui été introduite partout dans le monde autour de l'équateur et s'y est naturalisée. Ce « Tourne sol du Mexique » autrement appelé « la grosse marguerite jaune » a comme nom scientifique *Tithonia diversifolia*, il forme rapidement des grands buissons herbacés très ramifiés, persistants pouvant dépasser 3m de haut, les feuilles, longues de 13 à 15cm sont alternes avec un limbe comportant de 3 à 5 lobes. Le *Tithonia* est une espèce rudérale qui produit de grandes quantités de feuilles facilement décomposables et riches en éléments nutritifs [21].

Elle pousse spontanément aux alentours des maisons et des routes [23]. Elle se multiplie facilement par graines et par boutures. Le *Tithonia* se plaît en plein sol, supporte bien la chaleur et la sécheresse, et peut pousser partout et ; il a la vigueur des mauvaises herbes. C'est une bonne plante pour maintenir la santé du jardin ; ses feuilles regorgent des éléments nécessaires aux cultures dont le phosphore.

On plante les boutures directement en terre, en les inclinant ; c'est la méthode de production la plus simple et plus rapide ; les inflorescences sont portées par un pédoncule de 7 à 20 cm. La fleur évoque la marguerite mais en jaune orange vif et en beaucoup plus gros, elle atteint plus au moins 10cm de diamètre.

La partie centrale est composée de tubes serrés (chacun donnera une gaine après fécondation) autour d'elle le nombre de pétale est variable, ses grosses fleurs apparaissant en mai et juin. Elles attirent les abeilles et les papillons en bouquets, elles durent quelques jours.

Les feuilles de *Tithonia* renferment des teneurs en azote comparables à la plupart des espèces utilisées en agroforesterie pour améliorer la fertilité du sol. Quant aux teneurs en phosphore et potassium, elles sont nettement supérieures à celles contenues dans d'autres espèces [1].

L'aptitude d'une espèce agro forestière à améliorer la productivité d'un sol dépend en effet, de son rendement en biomasse, la qualité de cette biomasse et de sa vitesse de décomposition [3]. Le *Tithonia*, utilisé seul comme engrais ou conjugué à des fertilisants phosphorés, peut doubler et même tripler les récoltes. Les feuilles et tige sont appliquées sur le sol comme engrais vert afin d'augmenter le taux de nutriments et de la matière organique dans le sol. Il est recommandé de laisser l'engrais vert se décomposer au moins une semaine avant de semer la culture [15].

En Afrique, il est aussi utilisé pour prévenir la malaria, réduire les remontées d'acide gastrique, les fièvres et pour supprimer les vers des enfants, il agit comme un pesticide naturel. Là où on l'utilisait, les plantes n'étaient pas attaquées ; ce qui a fait découvrir cette propriété qui a ensuite été étudiée. Il y a plusieurs façons d'utiliser les branches coupées, en mulch : couper les déchets assez finement (bouts de 20 à 30 cm), les recouvrir de terre ou de paille, en purin : remplir une grosse poubelle de feuilles et tiges, recouvrir d'eau, mettre le couvercle, attendre 10 jours ; diluer à 50% le liquide obtenu avec de l'eau et arroser les plantes et arbres avec le mélange ; répandre la matière résistante autour d'un arbre fruitier.

Pour améliorer le sol du potager ou d'une plante bande, il faut couper les déchets comme pour mulch, en mettre une couche de 20cm et les recouvrir également de 20cm de terre contenant un peu de sable et bien arroser.

## **2. La cendre**

La cendre est un résidu principalement basique de combustion, de l'incinération, de la pyrolyse de diverses matières organiques et minérales, et par extension des produits tels que les charbons, le lignite, le coke...ou de divers déchets brûlés dans les incinérateurs, en plein air ou dans les cheminées ou fours [24]. La composition de la cendre varie selon le produit brûlé et selon son origine.

### **• Cendres de bois ou des matières végétales**

La composition des débris pulvérulents nommés cendre(s) varie selon de nombreux paramètres qui sont essentiellement les espèces végétales brûlées, les parties des plantes (écorces, tronc ou jeunes branches avec feuillage par exemple, la nature du sol, ainsi que la période de l'année durant laquelle ces plantes ont été récoltées). Les cendres obtenues selon le foyer ou le mode de combustion.

#### **○ Composition chimique de la cendre**

Le bois est constitué de matières organiques, principalement sous forme de cellulose (environ 50%) de lignine (20 à 30%) et de hémicellulose (15 à 25%) ainsi que des éléments minéraux en très faible quantité (<1%). Quatre éléments contribuent principalement à sa composition chimique : le Carbone, l'Oxygène, l'Hydrogène et l'Azote dont des proportions de chaque élément, varie légèrement selon l'essence du bois [18].

Le levoglucosan est proposé comme traceur de combustion de la biomasse par plusieurs auteurs [5]. Les cendres de bois domestiques ont une valeur agronomique importante et elles devraient le plus possible être recyclées au sol comme engrais et produit chaulant ou collecté et acheminé au compostage. Le respect des bonnes pratiques et toutefois ces matériaux résultant de combustion de biomasse végétale sont connus pour être riches en éléments nutritifs d'intérêt écologique tels que le Carbone (sous forme noir de Carbone) ; l'Azote, le Potassium, le Calcium et le Phosphore, qui sont essentiels pour la repousse de végétation de l'écosystème soumis au brûlage.

#### **○ Utilisation de la cendre**

Les cendres de bois sont très riches en sels minéraux, elles contiennent du calcium, de la potasse, de la silice, du magnésium et du phosphore. Elles sont une source de nutriments pour les plantes et ne peuvent pas leur nuire car leur assimilation est douce ; il n'y a pas de risque de pollution des nappes phréatiques. La cendre de bois est aussi très utile pour lutter contre les gastéropodes ; il suffit de former un cordon de cendres autour des jeunes plantes pour les empêcher de les attaquer. Pour être efficace, on doit renouveler l'opération après chaque pluie [9].

#### **○ Alcalinité et épandage**

Le P<sup>H</sup> de la cendre est très élevé, un déséquilibre du P<sup>H</sup> du sol causé par une surdose de chaux peut entraîner à court terme une carence des plantes en oligo-éléments comme le fer et le manganèse (feuillage vert pâle). Bien que des études démontrent que le risque de surchaulage par l'application de cendres est limité. Les cendres étant très riches en phosphore, en potassium et en oligo-éléments, il faut réduire l'apport complémentaire d'engrais azotés. Idéalement, ces derniers ne doivent pas être déposés en même temps que les cendres toute fois, l'épandage simultané de compost et de cendres de bois s'avère avantageux [2].

#### **○ Compostage**

L'ajout de cendres permettant d'accélérer le processus de compostage, de rechausser le P<sup>H</sup>, d'augmenter la température, d'absorber l'humidité et diminuer certains types d'odeurs [18].



Elles peuvent aussi être utilisées en amendement (une pelletée de cendres par mètre carré permet de recharger le sol en éléments minéraux) ; les cendres du bois ont un grand pouvoir alcalinisant dû à leur contenu élevé en chaux et en potasse. Elles agissent rapidement sur le P<sup>H</sup> du sol mais cet effet est de courte durée ; en revanche, l'apport en oligoéléments contenus dans les cendres peut être nettement plus durable si les cultures ne sont pas trop intensives. Les cendres contribuent à la croissance des plantes, mais les cendres ne doivent pas constituer la seule source d'amendement du sol puis qu'elles ne contiennent pas d'azote.

Afin de réaliser de l'agriculture biologique, dans une parcelle sur laquelle des cendres ont été répandues, il est possible d'enrichir le sol en composés azotés grâce à l'enfouissement des matières organiques produites par des plantes légumineuses.

#### **a) Zone d'étude**

Cette étude qui porte sur l'effet de la matière organique sur la croissance et développement du bananier FHIA-25 s'est effectuée en Groupement de Walungu, Territoire de Walungu, Province du Sud-Kivu, à l'Est de la RD Congo. La période d'étude va de novembre 2015 jusqu'en juin 2017 soit 19 mois, la période dans le germe et la pépinière incluse.

##### **➤ Coordonnées géographiques :**

Cette étude a été conduite dans le champ d'essai à Cibarhama entre la longitude de 02°37'.08.3' au Sud et à l'Est la latitude 028°39'.36.2' avec une altitude de 1832m.

Les résultats relatifs aux levées de l'humidité et la température du sol sont repris dans le tableau suivant :

**Tableau 3. Coordonnées thermiques et hygrométrique**

Heure de prélèvement	Humidité en %	Température en °C
7h30'	87	18,5°
12h30'	61	29,8°
17h30'	81.3	22,5°

Ces coordonnées sont récoltées à Cibarhama, Groupement de Walungu, à l'Est de la République Démocratique du Congo.

Ce tableau nous montre l'humidité qui se trouvait dans notre champ d'essai, prélevée matin, midi et soir durant toute cette période.

La superficie du terrain est de 625m<sup>2</sup> dont nous avons utilisé les bords pour la plantation.

La considération du sol est argilo-sableux. Comme couverture végétale sur place, nous avons les maniocs, les bananiers, aubergines, patate douce et en plus, il y a des essences agro-forestières (les Grevelea et les Cedrela) et les Dracaena; aux limites de notre champ expérimental, les cultures antérieures, il y avait le manioc et la patate douce.

#### **b) Méthodes**

- Préparation du matériel végétal : les rejets ont été multipliés dans notre unité macro propagatrice avec soin afin de réduire les risques de maladie.
- La sélection a eu lieu en date du 28 novembre 2015 et l'installation de notre unité dans la matinée du 29 novembre 2015 ; on a effectué ensuite le parage du matériel végétal selon la méthode [11].

##### **❖ Techniques utilisées**

Ces techniques consistent à extirper les rhizomes sur les souches afin de préparer l'habillage au moyen d'un couteau.

L'opération se fait comme suit :

- Eliminer les racines, la croûte de terre, les galeries possibles des charançons,
- Enlever soigneusement toutes les gaines des feuilles en commençant par le bas de la bannette,
- repérer la racine de la feuille et enlever à chaque niveau ; on va le faire jusqu'au centre de la jeune plante. Cette opération se fait pour obtenir des bulbes de qualité entre les croisements des gaines foliaires, il y a des néo bourgeons très petits,
- Faire une scarification en forme de croix à ces endroits en visant le méristème apical. Si tous les bourgeons ne sont pas aussi détectés correctement, un seul prendra le dessus sur tout le reste alors qu'il est question de favoriser

une explosion des jeunes plantes ; un traitement est souvent nécessaire dans les régions où les nématodes et les charançons de *bulbus* pullulent ; il suffit alors de tremper l'ensemble des bulbes préparés pendant 4 à 5 minutes dans les traitements phytosanitaires conseillés [17].

Pour le suivi des jeunes plants, l'arrosage du germe doit se faire régulièrement.

#### - Préparation du terrain :

Au mois de septembre 2016, nous avons commencé avec la préparation du terrain pour la mise en place qui a été faite manuellement à la houe (20 à 30 cm de profondeur) et les trous de 80 x 80cm.

- Fertilisation : L'apport des fertilisants par les matières organiques (feuilles de *Tithonia*, fumure de vaches et cendre de bois).
- Entretien des parcelles et bananiers : L'entretien a été effectué par le sarclage à la houe en fonction du développement des mauvaises herbes. L'entretien des bananiers s'est fait par le paillage, à la base du pseudo tronc pour garder l'humidité relative du terrain.

#### ❖ Dispositif expérimental

Depuis le 9 septembre, notre dispositif expérimental était constitué de trous sur l'alignement autour de notre champ d'expérimentation pour la plantation des rejets.

Dans chaque trou, nous avons mis 5kg de fumier de vache, 5kg de feuilles de *Tithonia* et 200gr de cendre ; d'où notre parcelle est de 625m<sup>2</sup> que nous avons utilisé les bords sur trois lignes et comporté 19 pieds de bananiers en utilisant les écartements de 2,5m x 2,5m (2,5m entre les lignes et entre les plants). La mise en place a été faite le 9 novembre 2016.

Après un mois de plantation, nous avons commencé à prélever les données tout en mesurant la hauteur de la plante, la circonférence au niveau du collet ; longueur et largeur de feuilles et nombre des feuilles. Cela après chaque semaine, nous avons observé les paramètres de croissance et développement.

Les observations ont porté sur l'aspect et la vigueur de l'appareil végétatif notamment la hauteur de la plante, circonférence, longueur de la feuille, largeur de la feuille et les nombres des feuilles.

Les mesures des paramètres de croissance et développement ont été hebdomadaires.

- Mesure et appréciation de la croissance : les caractéristiques de croissance et de développement [15].
- Paramètres de croissance du bananier FHIA-25 : les mesures de croissance sont réalisées en centimètre. Les organes ayant fait l'objet de suivi ont été la hauteur, la circonférence, la longueur et largeur des feuilles. La croissance de la plante a été appréciée hebdomadairement en déterminant le nombre de feuilles émises. La hauteur et la circonférence ont été les paramètres mesurés pour le suivi de la croissance de la plante. La hauteur de la plante (HP) a été mesurée à partir du collet jusqu'au sommet de la plante, au niveau du croisement que forment les deux dernières feuilles en croissance. La circonférence de la plante a été évaluée à 4,8cm en moyenne au niveau du collet.

#### ❖ Analyse statistique

Après prélèvement et appréciation au champ, les données ont été dépouillées à partir de nos carnets de récolte et analysées au moyen de la statistique descriptive pour le calcul des moyennes, pourcentage et écarts types.

Les analyses, les formules suivantes ont intervenu :

$$\text{La moyenne} = \frac{\sum x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + \dots + x_n}{N}$$

Par définition, l'écart type est la moyenne quadratique des écarts à la moyenne  $\bar{x}$ . On le note habituellement  $S$  (de l'anglais standard de variation) :

$$\frac{\sqrt{1}}{n} \sum_i (x_i - \bar{x})^2$$

### 3 RESULTATS

**Tableau 4. Evolution de la hauteur des bananiers FHIA -25 en cm**

Durée / HP	HP30 JAP	HP60 JAP	HP90 JAP	HP120 JAP	HP 150 JAP	HP 164 JAP	XIX
Xmin :	23.2	36.8	56	69.5	74.9	77.5	43.4
XMedia :	27.4	44.2	61	72.5	76.3	77.5	46.9
XMax :	32.3	51.2	66.9	74.8	77	77.5	63.2
$\Sigma X$ :	26.6	44	61.3	72.2	76	77.5	<b>59.6</b>
$\Sigma TX$	<b>= 59.6 cm</b>						

Ce résultat nous montre que l'évolution de la hauteur à 164 jours de prélèvement donne la somme totale de moyenne de 59,6cm de hauteur en indiquant le résultat de l'évolution de la hauteur des plantes ou pseudo tronc en centimètres par rapport aux alignements faits sur cette même parcelle comme les plantes ne sont pas toutes au même stade de croissance et de développement.

La taille de bananier FHIA 25 a atteint 77,5cm à la fin de prélèvement et la somme totale de moyenne atteint 59,6cm soit une vitesse de croissance de 2,7cm par semaine.

**Tableau 5. Vitesse de croissance de la circonférence au niveau du collet de bananier**

Durée / Circ.	Circ 30 JAP	Circ 60 JAP	Circ 90 JAP	Circ 120 JAP	Circ 150 JAP	Circ 164 JAP	XIX
Xmin :	9.5	13.7	19.5	25.1	27.4	28.7	20.6
XMedia :	11.1	16	21.7	26.1	28.1	28.8	21.9
XMax :	12.8	18.2	23.7	27.2	28.5	28.9	23.2
$\Sigma X$ :	11.1	15.9	21.6	26.1	28	28	<b>21.8</b>
$\Sigma TX$	<b>= 21.8 cm</b>						

Ces résultats indiquent la croissance de la circonférence de la base du pseudo tronc à 4,5cm de circonférence le jour de la mise en place jusqu'à 164 jours de prélèvement (9 novembre 2016 au 9 juin 2017).

La croissance en épaisseur de la base du pseudo tronc des bananiers FHIA-25 c'est-à-dire à 4,5cm en moyenne au niveau du collet, est présenté dans ce tableau n°5. La moyenne de croissance de bananier FHIA-25 se présente en trois étapes dont : la moyenne minimale, la moyenne médiane, la moyenne maximale. Ces différentes étapes de croissance ont permis d'obtenir la moyenne totale de toutes les plantes ; une circonférence de 21.8cm soit une vitesse de croissance de 1cm par semaine.

**Tableau 6. Vitesse de croissance de la longueur des feuilles**

Durée / Lf	Lf 30 JAP	Lf 60 JAP	Lf 90 JAP	Lf 120 JAP	Lf 150 JAP	Lf 164 JAP	XIX
Xmin :	39.7	53.7	70.2	85.5	82.3	89.9	70,2
XMedia :	45.5	61	75.1	85.2	84.4	90.4	73,6
XMax :	51.8	67.5	80.4	85.4	85.6	91	76.7
$\Sigma X$ :	45.6	60.7	75.2	85	84.1	90.4	<b>73.5</b>
$\Sigma TX$	<b>= 73.5 cm</b>						

Ce tableau désigne l'augmentation de la longueur des feuilles, il synthétise les semaines de prélèvement en mois représentant l'évolution de longueur des feuilles en moyenne minimale, médiane et maximale sur les différents regroupements ; ont sensiblement presque la même allure depuis l'apparition de premières feuilles jusqu'au dernier jour du prélèvement.

La moyenne totale de toutes les plantules donne 73.5cm soit une vitesse de croissance de 3.3cm par semaine.

Tableau 7. La croissance de la largeur de feuilles des bananiers

Durée / If	If 30 JAP	If 60 JAP	If 90 JAP	If 120 JAP	If 150 JAP	If 164 JAP	XIX
Xmin :	21	38.1	34	37	35	33.1	31.3
XMedia :	24	30.1	35.3	36.3	33.5	33.5	32.1
XMax :	27	32	37	35.3	32.8	34	33
$\Sigma X$ :	24	30	35.4	36.2	33.7	33.5	<b>32.1</b>
$\Sigma TX$	<b>= 32.1 cm</b>						

Ce tableau présente la variation des moyennes de la largeur durant 164 jours de prélèvement où nous avons la moyenne minimale, médiane, maximale et la somme totale de moyenne qui est 32.1cm qui donne une vitesse de croissance avec un gain de 1.4cm par semaine.

Tableau 8. Croissance de nombre de feuilles

Durée / Nbre fil	Nbre fil 30 JAP	Nbre fil 60 JAP	Nbre fil 90 JAP	Nbre fil 120 JAP	Nbre fil 150 JAP	Nbre fil 164 JAP	XIX
Xmin :	3.7	7.4	10.2	13	14.2	14.8	10.5
XMedia :	5.1	8.6	11.5	13.4	14.3	15	11.3
XMax :	6.5	9.4	12.4	14	14.5	15.3	12
$\Sigma X$ :	5.1	8.4	11.3	13.4	14.3	15	<b>11.2</b>
$\Sigma TX$	<b>= 11,2 feuilles</b>						

Ce tableau présente l'accroissement du nombre de feuilles des bananiers FHIA 25 durant 164 jours de prélèvement. La moyenne minimale est de 14,8 feuilles, la moyenne médiane est de 15 feuilles et la moyenne maximale égale à 15,3 feuilles, enfin la somme totale de moyennes évaluée à 15 feuilles soit une vitesse de croissance d'environ une feuille par semaine.

#### 4 DISCUSSION

Les résultats qui portent sur l'étude du comportement des bananiers FHIA-25 sur un sol enrichi en matières organiques (*Tithonia*, fumure de vache et cendre de bois) dans la localité de Cibarhama en Groupement de Walungu depuis le 9 novembre jusqu'au 9 juin 2017 soit une période 9 mois. Ces résultats obtenus proviennent de prélèvement sur la hauteur des plants, la circonférence du pseudo tronc, la longueur des feuilles, la largeur des feuilles et le nombre de feuilles et permettent de constater la hauteur du pseudo tronc qui a évolué positivement durant la croissance du bananier FHIA-25 dans le champ expérimental.

Notons que cette croissance est rythmique car la pluie reste une clé pour la satisfaction en eau tel que le réaffirment les travaux sur la culture du bananier au Congo Brazza [16].

Ces résultats se rapportant sur la hauteur maximale des bananiers FHIA 25 installés dans les conditions édapho- climatiques de Walungu sont de 77,5cm à 164 jours et 296cm à l'âge adulte de bananiers tel que le montrent les résultats similaires en Côte d'Ivoire [2]. Ces résultats ne s'éloignent pas des données brutes prélevées sur les bananiers installés en groupement de Walungu dans la localité de Cibarhama en 2017.

Les résultats parlant de la circonférence des bananiers FHIA-25 à Walungu dans le site d'expérimentation sont de 28,9 cm après 164 jours ; ces résultats se rapprochent des données prélevées par des auteurs : [15], [9], [11] où leurs travaux résument que la circonférence dans leurs conditions d'étude avoisine 78,5cm à l'âge adulte.

Le pseudo tronc du bananier résulte d'imbrication foliaire, cela pourrait alors expliquer pourquoi la circonférence n'a pas évolué positivement de la croissance des plantes.

Les données présentant l'accroissement de nombre de feuilles augmentent en fonction de précipitations avec une vitesse d'émission foliaire d'environ d'une feuille par semaine dans l'essai des bananiers installés dans les conditions édapho- climatiques en groupement de Walungu au Sud-Kivu en 2017.

On observe un ralentissement de cette vitesse d'émission dans les deux mois qui précèdent la saison sèche soit une feuille dans deux semaines. La moyenne maximale hebdomadaire est de 15 feuilles après 164 jours.

Tandis que les résultats obtenus après fertilisation [1] montrent les résultats plus élevés avec une vitesse d'émission foliaire d'une feuille par semaine et a permis d'obtenir 35 feuilles comme moyenne maximale à la floraison et ces mêmes résultats [18], [15]; mais avec une légère nuance d'émission de feuilles de l'ordre de 35 à 45 feuilles en Côte d'Ivoire. Dans une perspective que dans la zone les communautés locales le prennent dans leur planification [26].

## **5 CONCLUSION**

L'objectif de cette recherche était d'étudier le comportement végétatif en prélevant la hauteur des bananiers FHIA-25, la circonférence, la longueur et la largeur des feuilles, le nombre de feuilles effectués sur 19 bananiers installés dans notre champ d'expérimentation en Province du Sud-Kivu, Groupement de Walungu et plus précisément dans la localité de Cibarhama.

Ces résultats se résument comme suit :

- La hauteur minimale est de 77,5cm, soit la moyenne de 43,4cm.
- La hauteur médiane est de 77,5cm, soit la moyenne de 46,9cm.
- La hauteur maximale est de 77,5cm, soit la moyenne de 63,2cm.

Ce qui nous donne la somme totale des moyennes de 59,6cm.

- La circonférence avec une moyenne minimale de 28,7cm soit la moyenne intragroupe de 20,6cm.
- La moyenne médiane de 28,8cm soit une moyenne de 21,9cm.
- La moyenne maximale de 28,9cm soit une moyenne de 23,2cm.

Tout ceci nous donne la somme totale des moyennes de 21,8cm.

En ce qui concerne la vitesse de croissance de la longueur des feuilles, nous avons trouvé comme résultats :

- La moyenne minimale de 89,9cm soit une moyenne de 70,2cm ;
- La moyenne médiane de 90.4cm soit une moyenne de 73,6cm ;
- La moyenne maximale de 91 soit une moyenne de 76,7cm et la somme totale des moyennes arrive à 73cm.

La croissance de largeur des feuilles conduit à des résultats suivants :

- La moyenne minimale de 33,1cm soit une moyenne de 31,3cm ;
- La moyenne médiane de 33.5cm soit une moyenne de 32,1cm ;
- La moyenne maximale de 34 soit une moyenne de 33cm et la somme totale des moyennes arrive à 32,1cm.

L'accroissement de nombre de feuilles nous a donné les résultats ci-après :

- La moyenne minimale de 15 feuilles soit une moyenne de 11 feuilles ;
- La moyenne médiane de 15 feuilles soit une moyenne de 11feuilles.
- La moyenne maximale de 15 feuilles soit une moyenne de 11feuilles égale à la somme totale des moyennes de 11 feuilles.

Au terme de cet essai, la croissance végétative a répondu positivement à l'apport des matières organiques et la croissance de la hauteur, la circonférence des feuilles, la longueur et la largeur des feuilles et le nombre de feuilles était effectif ayant suivi une loi de croissance végétative.

Cette recherche n'est pas arrivée à son terme car nous nous sommes seulement intéressés à l'adaptation au sol enrichi en fumier des vaches, cendres des bois et feuilles de Tithonia comme engrais vert et l'évolution des plantules pendant le premier cycle de croissance. Il ressort de ce qui précède que notre étude n'est pas arrivée à son terme. C'est pourquoi, l'étape suivante va entamer la continuité de l'autre cycle, c'est-à-dire, de la floraison jusqu'à la récolte pour comparer le rendement.

## **REMERCIEMENTS**

Nos remerciements à l'association des jeunes volontaires et entrepreneurs dans la réalisation de différentes activités et aussi pour l'appropriation des acquis ainsi que la communauté de l'ISEAV / WALUNGU sur la route des solutions durables pour la reconstitution du capital épargne des ménages en termes de bananeraie autour des cases.

## REFERENCES

- [1] Jacques P. et Pierre J. 2005. La fertilisation organique des cultures 50p.
- [2] Lassoudière A., 1978 ; Le bananier et sa culture en Côte d'Ivoire première partie : connaissance de la plante, intération avec le milieu écologique. Document technique, 104p.
- [3] Lassois L et al, 2009, La banane : origine et sa commercialisation agrobiotechnologie, Gembloux, Belgique, pp 575,586.
- [4] Muliele M., 201, Impact de l'agriculture de conservation sur le rendement du bananier de hautes altitudes (Musa SSP, AAA-EA) de l'Afrique de l'Est, 20p.
- [5] Van Damn J., 2013, Analyse systématique de processus d'innovation dans le système agraires de la région de grands lacs base sur la culture de banane. Thèse, UCL, FAC d'Ingénierie biologique et agronomique, 227p.
- [6] Teychey et al, 2007 ; Prévalence et diversité du virus de la mosaïque u bananier (BSV) et du virus X du bananier (BVX) en Guadeloupe, Aussi, France.
- [7] Moore, P. et al. 2001. Fusarium wilt of banana in Australia p.64-75.
- [8] Dhed'Ad. et al. 2011. La culture du bananier et bananier plantains en RD Congo, Support didactique, Université de Kinshasa, RD Congo, 82p.
- [9] Lassoudière A, 2007, Le bananier et sa culture verssail, Franche Edition Quoe, 2007, 78p.
- [10] Heslop-Harrison J.S et Schwarc and the future for banana. Bot., 100, 1073-1084.
- [11] Turquin, 1998 ; Contribution à l'étude de croissance et du développement des rejets de type B chez les bananiers plantains (Musa AAB CV corne 1) Activités de quelques analogues structuraux de l'acide phénoxyacétique, Thèse de doctorat ès sciences naturelles. Universités d'Aix-Marseille 1, 222p.
- [12] Lescot T. et Loeillet D., 2008 ; Banane et environnement : vers une production plus propre à l'horizon 10 ans fruitrop. 153,3-4.
- [13] Gaidashova et al. 2008; Agronomic performance of introduce banana varieties in low lands of Rwanda. African Crop science journal 16(1):9-16.
- [14] Viaene, N., Dueñas, J. and De Waele D. 1997; Post screening of Musa genotypes for resistance and tolerance to Rodopholus similis abd pratyle nichus coeffeae Nematology 5: 58-98.
- [15] Anno A.P., 1981 ; Etude des caractéristiques de croissance en relation avec la floraison de Musa corniculata L ; Thèse de doctorat d'études en sciences naturelles ; Univeristé du Côte d'Ivoire ; N°62, 207p.
- [16] Dagba E. 1993 ; La croissance de la bananière variété grosse michel à Bilala (Congo) 140p.
- [17] Ndugo V., 2018, Situation du wilt bactérien du bananier dans la région de MINOVA, Rapport de consultance, ACF International RDC, 60p.
- [18] Ouattara A, 2011 ; Etude de l'association de la fumure minérale et du compost dans une rotation coton-maà-s en Zone cotonnière du Burkina-Faso. 20p.
- [19] Klepper G. 2003. Fumier pour les cultures biologiques.
- [20] Anonyme., 2016, Rapport annuel du groupement de Walungu, 16 p.
- [21] Kaho F. et al 2011 ; Effet combiné des feuilles de Tithonia diversifolia sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre Cameroun. Tropicultura 29(1) ; 39-45.
- [22] Koulibal et al., 2009 ; L'Utilisation de la matière organique demeure indispensable pour une meilleure productivité des sols. Article, 60p.
- [23] Pieter X et al ; 2011 ; Multi disciplinaye perspectives on banana (Musa ssp) domestication. Proc. Not (Acad. Sci. USA 108, 11318P.
- [24] Garivait S. et Quisefit J.P., 2017 ; Analyse de la composition chimique élémentaire des cendres produits par des feux de savane, Université Paris 7 et Paris 12 URA CNRS 1404. Cedex France.
- [25] Nyuguma et al, 2008; Introduction and evolution of improved banana cultuvars for agronomic and yreld characteristics in Kenya. African Crop science journal 16(1): 3-40p.
- [26] Anonyme. 2014, Plan local de développement de la Chefferie de Ngweshe, 99p.