



**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE-VAKINANKARATRA**



Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : AGRICULTURE

Parcours : Sciences et Techniques Agricoles

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence

**APPLICATION DES ENGRAIS ISSUS DES HAIES
VIVES SUR LA CULTURE DE MOUTARDE DE
CHINE (*Brassica juncea*)**

Présenté par :

Mlle ANDRIANANDRASANA Harimalala Henriette

Soutenu publiquement le 20 Novembre 2023

Devant le jury composé de :

Président du jury : Dr RAKOTOSON Luciano Tatiana

Encadrant pédagogique : Dr ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina

Examineur : Dr RAVELOSON Harinjaka



Tel 0340505067

Année Universitaire : 2022-2023

Promotion MAMOA 2019-2023

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
INSTITUT D'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
D'ANTSIRABE-VAKINANKARATRA**

Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : AGRICULTURE

Parcours : Science et technique agricoles

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence

**APPLICATION DES ENGRAIS ISSUS DES HAIES
VIVES SUR LA CULTURE DE MOUTARDE DE
CHINE (*Brassica juncea*)**

Présenté par :

Mlle **ANDRIANANDRASANA Harimalala Henriette**

Soutenu publiquement le 20 Novembre 2023

Devant le jury composé de :

Président du jury : Dr RAKOTOSON Luciano Tatiana

Encadrant pédagogique : Dr ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina

Examineur : Dr RAVELOSON Harinjaka

Année Universitaire : 2022-2023

Promotion MAMOA 2019-2023

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier Dieu tout puissant de m'avoir accordé du temps et de m'avoir comblé dans la santé afin que je puisse réaliser ce recherche et maintenant ce rapport. D'ailleurs, je n'aurais pas pu aboutir à ce présent document sans l'aide et la collaboration des personnes qui m'avaient donné leur part et à qui j'adresse un très vif remerciement ici :

- Monsieur ANTSONANTENAINARIVONY Ononamandimby, directeur de l'institut supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra, qui a présidé au fur et à mesure notre institut afin que nos étude s'achève jusqu'à l'obtention de ce diplôme et qui nous a donné l'autorisation de réaliser ce mémoire.
- Monsieur RAVELOSON Harinjaka, Docteur en Biotechnologie. Il est enseignant au sein de notre mention ainsi qu'examineur de la présentation de ce document.
- Madame RAKOTOSON Luciano Tatiana, Docteur en Agrobiotechnologie. La présidente du jury durant la présentation de ce présent mémoire.
- Monsieur ANDRIAMAMPIANINA Herizo Lalaina, Docteur en Biochimie et en Microbiologie. Il est le responsable de la Mention Agriculture et Élevage au sein de l'IES-AV de même qui m'a encadré durant ce long travail et m'a fait profiter de son aide exceptionnelle et ses conseils.
- Monsieur Florian FRAIX-BAVUZ, cadre en Écologie et Botanique tropical, venant de France. Il est le fondateur ainsi que gérant de la petite entreprise agricole « La ferme aux mille couleurs » à qui j'ai accueilli des expériences sur la haie vive. C'est lui qui m'a encadré professionnellement et sans hésitation m'a donné toutes les informations et tous ses connaissances afin que ma recherche soit complet.

Je remercie également tous les enseignants de la Mention AGRI-ELE au sein de l'IESAV qui ont donné leur part dans ma formation durant mes années d'étude jusqu'à aujourd'hui.

Je tiens à honorer ma famille et mes amis, de proche ou de loin, pour leur soutien et encouragement tout au long de mes études. De plus, pour leur apport matériellement ou moralement qui m'ont beaucoup aidé à parvenir jusqu'à la réalisation de ce mémoire.

RESUME

Le contexte actuel mondial tend vers l'Agriculture biologique et la limite de l'utilisation des produits synthétiques. De ce fait, une étude sur l'application des engrais issus des haies vives (*Tephrosia vogelii* et *Tithonia diversifolia*) sur la culture de *Brassica juncea* a été faite. La recherche a pour objectif de déterminer l'efficacité des engrais issus de *Tephrosia vogelii* et *Tithonia diversifolia* sur la culture de *Brassica juncea*. Durant l'expérimentation, des matériels végétaux sont utilisés pour la production des engrais et le *Brassica juncea* pour tester leur efficacité ; des matériels techniques spécial pour la production d'engrais et pour la récolte des données ; enfin le dispositif expérimental est divisé en trois blocs et chaque bloc comprend quatre parcelle de culture pour tester l'efficacité des quatre types d'engrais (*Tephrosia*, *Tithonia*, combinaison de *Tephrosia* et *Tithonia* et fumier comme témoin). Plusieurs méthodes ont été utilisés depuis la préparation des engrais, la préparation des parcelles de culture, l'entretien et le suivi des plantes tests, la prise des mesures et traitement des données afin d'évaluer l'objectif et les hypothèses à atteindre puis à parvenir à ce présent document. Le résultat a montré, sur la croissance en hauteur des *Brassica juncea*, que la moyenne des plants traités avec la combinaison de haie vive est de 22,88 cm, à la fin de l'observation alors que celle du témoin est de 15,60 cm. La longueur des feuilles de *Brassica juncea* traité avec l'engrais de haie vive est de 12,74 cm si celle du témoin est de 9,58 cm. La moyenne des largeurs des traités avec la combinaison de haie vive est de 5,25 cm qui est significativement supérieur au témoin (3,59 cm de large). Le rendement des *Brassica juncea* avec le compost de haie vive est significativement supérieur à celui du témoin, avec 417 g/m² pour la combinaison et 294 g/m² pour le témoin. Tandis qu'il n'y a pas une grande différence sur le nombre des feuilles, la moyenne la plus élevée est celle de la combinaison qui est de 6,41 si celui de témoin est de 5,58. A l'avenir, nous envisageons de vérifier si l'engrais issu de la *Tephrosia vogelii* et *Tithonia diversifolia* a encore une action pesticide.

Mots clés : *Tephrosia vogelii*, *Tithonia diversifolia*, compost, efficacité, haie vive.

ABSTRACT

The current global context is moving towards organic agriculture and limiting the use of synthetic products. Consequently, a study on the application of fertilizers derived from living hedges (*Tephrosia vogelii* and *Tithonia diversifolia*) on *Brassica juncea* cultivation was conducted. The research aims to determine the effectiveness of fertilizers derived from *Tephrosia vogelii* and *Tithonia diversifolia* on *Brassica juncea* cultivation. During the experimentation, plant materials were used for fertilizer production, *Brassica juncea* for testing their effectiveness, technical equipment for fertilizer production and data collection, and the experimental setup was divided into three blocks, each containing four cultivation plots to test the effectiveness of four types of fertilizers (*Tephrosia*, *Tithonia*, a combination of *Tephrosia* and *Tithonia*, and manure as a control). Several methods were employed, including fertilizer preparation, cultivation plot preparation, plant test maintenance and monitoring, measurement-taking, and data processing, to evaluate the objectives and hypotheses outlined in this document. The results showed, in terms of *Brassica juncea* height growth, that the average height of plants treated with the living hedge combination was 22.88 cm at the end of the observation, while the control was 15.60 cm. The length of *Brassica juncea* leaves treated with the living hedge fertilizer was 12.74 cm compared to 9.58 cm for the control. The average width of plants treated with the living hedge combination was 5.25 cm, significantly higher than the control (3.59 cm wide). The yield of *Brassica juncea* with the living hedge compost was significantly higher than that of the control, with 417 g/m² for the combination and 294 g/m² for the control. While there is not a significant difference in the number of leaves, the highest average is that of the combination, which 6.41, compared to 5.58 for the control. In the future, we plan to investigate whether fertilizers derived from *Tephrosia vogelii* and *Tithonia diversifolia* still exhibit pesticide-like effects.

Key words: *Tephrosia vogelii*, *Tithonia diversifolia*, compost, efficiency, living hedge.

Table des matières

REMERCIEMENTS	i
RESUME.....	ii
ABSTRACT	ii
LISTE DES ABREVIATIONS ET DES UNITES.	vii
GLOSSAIRE.....	viii
INTRODUCTION.....	1
Partie I : CADRE D’ETUDES	3
Chapitre I : Synthèses bibliographiques	3
I.1 Historique des haies	3
I.2 Différents haies	3
I.3 Types et rôles des haies vives	5
I.4 Engrais	6
I.5 <i>Tephrosia vogelii</i>	6
I.6 <i>Tithonia diversifolia</i>	10
I.7 Compositions chimiques des feuilles de <i>Tephrosia vogelii</i> et de <i>Tithonia diversifolia</i> 15	
I.8 Plante test : <i>Brassica juncea</i>	16
Chapitre II : Présentation de l’organisme d’accueil	23
II.1 Historique.....	23
II.2 Activités	23
II.3 Objectifs.....	23
II.4 Fournisseur.....	23
II.5 Clients	24
Partie II : MATERIELS ET METHODES	25
Chapitre I : Matériels.....	25
I.1 Matériels végétaux	25

I.2	Matériels techniques	26
I.3	Site d'étude	28
I.4	Engrais	29
Chapitre II :	Méthodes.....	30
II.1	Conduite de la culture	30
II.2	Suivi	31
II.3	Mesures effectués.....	31
II.4	Sélection des plantes	32
II.5	Traitement et analyse des données.....	32
II.6	Limites du travail	32
Partie III :	RESULTATS ET DISCUSSIONS	34
Chapitre I :	Résultats et interprétations	34
I.1	Taux de croissance	34
Chapitre II :	Discussions et recommandations	39
II.1	Discussions sur la croissance	39
II.2	Discussions sur le rendement.....	40
II.3	Recommandations.....	40
CONCLUSION	42
REFERENCES BILIOGRAPHIQUES	44
REFERENCES WEBOGRAPHIQUES	46
ANNEXES	I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Composition chimique des feuilles de <i>Tephrosia vogelii</i> et de <i>Tithonia diversifolia</i>	16
Tableau 2: Valeurs nutritionnelles de <i>Brassica juncea</i>	22

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Haie sèche	4
Figure 2: Haie vive	4
Figure 3: Fleur de couleur blanche de la <i>Tephrosia vogelii</i>	7
Figure 4: Fleur de couleur violette de la <i>Tephrosia vogelii</i>	7
Figure 5: Gousses de <i>Tephrosia vogelii</i> Figure 6: Graines de <i>Tephrosia vogelii</i>	8
Figure 7: Feuilles de <i>Tephrosia vogelii</i>	8
Figure 8: Tige de <i>Tephrosia vogelii</i>	8
Figure 9 : <i>Tithonia diversifolia</i>	10
Figure 10: Fleur de <i>Tithonia diversifolia</i>	11
Figure 11: Graine de <i>Tithonia diversifolia</i>	12
Figure 12: Feuilles de <i>Tithonia diversifolia</i>	12
Figure 13: Bouture de <i>Tithonia diversifolia</i>	13
Figure 14 : Racine de <i>Tithonia diversifolia</i>	13
Figure 15: Feuilles des <i>Brassica juncea</i>	17
Figure 16: Fleurs de <i>Brassica juncea</i>	17
Figure 17: Siliques de <i>Brassica juncea</i>	18
Figure 18: Graines de <i>Brassica juncea</i>	18
Figure 19: Tiges des <i>Brassica juncea</i>	19
Figure 20: Racine de <i>Brassica juncea</i>	19
Figure 21: Mildiou du chou.....	20
Figure 22: Oïdium du Chou Figure 23: Hernie du chou.....	20
Figure 24: Altise Figure 25: Limace.....	20
Figure 26: Pucerons des choux.....	20
Figure 27: Organigramme	24
Figure 28: Hache paille	26
Figure 29: Sachet plastique	27
Figure 30: Balances	27

Figure 31: Dispositif expérimental.....	28
Figure 32: Compost de <i>Tephrosia vogelii</i>	29
Figure 33: Hauteur moyenne de <i>Brassica juncea</i>	34
Figure 34: Nombre des feuilles moyennes des <i>Brassica juncea</i>	35
Figure 35: Longueur moyenne des feuilles de <i>Brassica juncea</i>	36
Figure 36: Largeur moyenne des feuilles des <i>Brassica juncea</i>	37
Figure 37: Rendement de <i>Brassica juncea</i> par m ²	38

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: journal d'activité.....	I
Annexe 2: Climat du site d'étude	II
Annexe 3: Préparation du compost de <i>Tephrosia</i>	IV
Annexe 4: Préparation du compost de <i>Tithonia</i>	IV
Annexe 5: Biomasse de haie vive	IV
Annexe 6: Résultat sur la croissance en hauteur	VIII
Annexe 7: Résultat sur le nombre des feuilles	IX
Annexe 8: Résultat sur la longueur des feuilles.	XI
Annexe 9: Résultat sur la largeur des feuilles	XII
Annexe 10: Résultat sur le rendement.....	XIV

LISTE DES ABREVIATIONS ET DES UNITES.

°C : degré Celsius

AGRI-ELE : Agriculture et Elevage.

cm : centimètre

FAO : Food and Agriculture Organization

g : gramme

h : heure ha : hectare

IES-AV : Institut d'Enseignement Supérieur d'Antsirabe Vakinankaratra

j : jour

Kcal : kilocalorie

Kg : kilogramme

Km : kilomètre

m : mètre

m² : mètre carré

m³ : mètre cube

min : minute

N, P et K : Azote, Phosphore et Potassium.

pH : potentiel d'Hydrogène

GLOSSAIRE

Agro-sylvicole : mode d'exploitation des terres agricoles associant plantation d'arbres et cultures ou pâturages.

Amphidiploïde : Qualifie un hybride entre parents ou entre espèces de nombre chromosomique différent.

Andosols : Sol noir fertile, sur roches volcaniques des régions humides, riche en matière organique et en constituants amorphes.

Butte : petite éminence de terre, petite colline.

Crénelée : dont le bord est découpé.

Crucifères : Herbe dicotylédone caractérisée par sa fleur à quatre sépales, quatre pétales en croix, six étamines dont deux plus petites et par son fruit en silique.

Imparipennée : Qualifie une feuille à nombre impair de folioles.

Inondables : Susceptible d'être Recouvert par les eaux.

Ligneux : qualifie une plante dont la tige a la consistance de bois, grâce à la lignine qu'elle contient.

Loam : Terre arable contenant en bonnes proportions les principaux éléments des sols fertiles.

Néolithique : Dernière période de la préhistoire

Ornementale : décoratif.

Phytoremédiation : technique de dépollution des sols, de l'eau ou de l'air en utilisant des algues, champignons ou plantes.

Plessage : technique traditionnelle de taille et tressage des haies vives afin de créer une clôture végétale

Roténoïdes : ce sont des substances naturelles contenant un noyau de tétrahydrochroméno [3,4-b] chromène à jonction cis-.

Scabres : se dit d'une surface rude au toucher; s'emploie le plus souvent en parlant d'un organe pourvu de poils durs.

Siliques : Fruit déhiscent formé de deux valves allongées abritant une membrane médiane qui porte des graines sur les bords.

Sylvo-pastoral : se réfère à un système d'exploitation des terres combinant la plantation des arbres et l'élevage des bétails.

Tubéreuse : Qui forme ou constitue un ou plusieurs tubercules.

Vasculaires : Se dit des plantes qui possèdent des vaisseaux conducteurs.

Vermifuge : c'est une classe de médicament antiparasitaire qui permet d'éradiquer les vers parasites, notamment gastro-intestinaux chez l'homme ou l'animal.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'agroécologie est une approche intégrée qui applique des notions et des principes écologiques et sociaux à la conception et à la gestion des systèmes alimentaires et agricoles. Elle vise à optimiser les interactions entre les végétaux, les animaux, les humains et l'environnement, sans oublier les aspects sociaux dont il convient de tenir compte pour qu'un système alimentaire soit durable et équitable (FAO, 2018).

La technique sous couverture végétale comme la haie vive fait partie des sous-titres de l'agroécologie. En termes d'agroforesterie, les haies sont définies comme une technique agroforestière, linéaire agro-sylvicole ou sylvo-pastoral (YOSSI et al, 2006). Les haies vives constituent de bonnes clôtures et fournissent des produits utiles pour les membres du ménage, les animaux de la ferme et le sol du potager. Elles protègent les champs de cultures contre la divagation des animaux, contribuent à la lutte contre l'érosion éolienne et hydrique (TAFO MIHAAVO, 2020).

Parmi ses haies vives, deux d'entre eux ont été exploitées durant cette étude : la *Tephrosia vogelii* et le *Tithonia diversifolia*. La *Tephrosia vogelii* a été introduit en Amérique et en Asie comme plante de couverture et actuellement très répandu en Afrique tropical, occidental et à Madagascar comme adventice (CHEVALIER, 1937). La *Tithonia diversifolia* a de multiple usage en tant que plante fourragère, engrais vert, insecticide naturelles et en tant que décoration des champs (<http> 1).

Dans les villages ruraux de Madagascar, l'un des grands problèmes des paysans est la dégradation du sol par le ruissèlement et par les pertes des éléments nutritifs après, la divagation des animaux et des bétails dans les champs de culture qui endommage le rendement de production et enfin, l'accès des paysans aux engrais chimiques pour les cultures est limité du fait de l'insuffisance de leurs ressources financières or, les engrais biologiques des fumiers ne peuvent pas être produits en quantité suffisant pour subvenir à leurs besoins. C'est pourquoi, une question se pose : **l'utilisation de l'engrais issue de ces haies vives améliorera-t-il le rendement de production?**

L'objectif général de cette recherche est de **déterminer l'efficacité des engrais issus de *Tephrosia vogelii* et *Tithonia diversifolia* sur la culture de *Brassica juncea***. D'après cet objectif global, les objectifs spécifiques sont de **déterminer l'efficacité de l'engrais issu des haies vives sur la croissance en hauteur, en nombre, en longueur et largeur des feuilles des *Brassica juncea* et de déterminer son efficacité sur le rendement de production des *Brassica juncea***. Les hypothèses suivantes ont été émises pour répondre à ces objectifs : l'engrais issu du *Tephrosia* et de la *Tithonia* améliore la croissance des *Brassica juncea*; l'engrais issu du *Tephrosia* et de la *Tithonia* améliore le rendement de production des *Brassica juncea*.

Pour mieux cerner ce sujet, ce mémoire s'articule en trois grandes parties. Tout d'abord, la cadre d'étude après, les matériels et méthodes utiliser durant cette étude et enfin, les résultats et discussions.

Partie I : CADRE D'ETUDES

Partie I : CADRE D'ETUDES

Cette partie parle des synthèses bibliographiques faites durant la recherche dans le premier chapitre et la présentation de l'organisme d'accueil dans le second.

Chapitre I : Synthèses bibliographiques

Des documents ont été consultés afin de faire une synthèse sur la recherche. Elle a été très importante pour pouvoir collecter le maximum d'informations afin de bien fonder l'étude.

I.1 Historique des haies

L'histoire des haies est liée à celle de l'agriculture et de la domestication des animaux. Comme elles, les premières haies dateraient du Néolithique et seraient apparues avec les premières formes d'agriculture (GAMBIER et COGNEAUX, 2010). Les haies permettent de répondre à de multiples usages et plus globalement les arbres, ont été introduits dans des systèmes de production au fil des siècles, notamment depuis le Moyen-Âge (BOSSE, 2022). Elles sont intimement liées à l'histoire de l'agriculture. Elles font partie intégrante du paysage agricole, au même titre que le bétail dans les pâturages ou la charrue. Elles constituent en cela un symbole de traditions et une empreinte historique dans quelques pays ([http 2](#)).

Les haies mortes existent depuis toujours : des traces archéologiques indiquent que les Celtes les employaient déjà pour protéger leurs cultures. Elles sont devenues particulièrement populaires au Moyen-Âge ([http 3](#)).

L'histoire de l'introduction de la haie vive avec l'eucalyptus à Madagascar est liée à l'époque coloniale. Dès le milieu du XIXe siècle, de nombreux acteurs dans quelques pays, y compris Madagascar, ont échangé des semences d'espèces forestières (VERHAEGEN, 2011).

I.2 Différents haies

D'origine germanique et britannique, la racine francique « haga » dans le mot « haie » signifie clôture, enclos. Cette origine fait apparaître l'une des principales raisons pour lesquelles on plantait autrefois des haies : enclore des parcelles ([http 2](#)).

I.2.1 Haie morte

Haie sèche, haie morte ou haie de Benjes sont des appellations différentes d'une même technique, proche du plessage, qui consiste à monter un muret de branchages de bois mort contenus horizontalement entre des piquets enfoncés dans le sol, servant de cadre (GUELLIER,

2022). C'est un type de haie qui est créé en utilisant des racines et des branchages issus de tailles d'entretien et ou d'arbres morts. Elle peut être utilisée pour délimiter un jardin, protéger des vents forts, ou créer une barrière contre les animaux indésirables. Elle peut également servir de support et d'ombrage pour certaines cultures potagères (http 4).

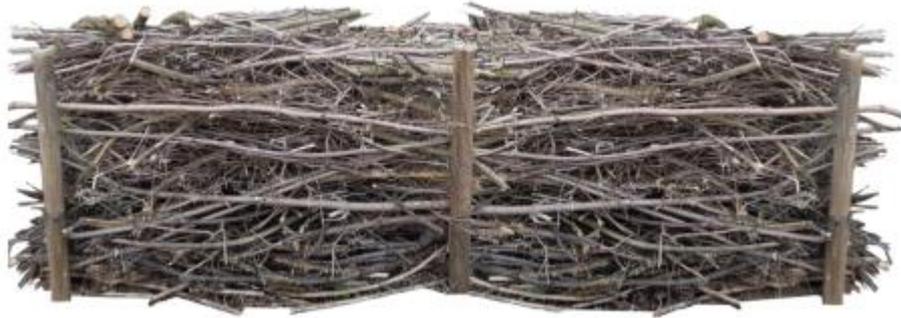


Figure 1: Haie sèche

Source : http 4

I.2.2 Haie vive

Une haie végétale consiste en une plantation linéaire d'arbres, d'arbustes et d'arbrisseaux. Traditionnellement, la haie clôture une propriété, tout en faisant office de brise-vent (http 5). Une autre définition, la haie vive est une clôture de hauteur variée formée d'arbres, d'arbustes, d'épines ou de branchages. Une haie constitue une bordure, une lisière entre deux espaces qu'elle sert à délimiter un champ et à le protéger du vent (JEUNEHOMME, 2020). La haie vive est aussi un atout décoratif pour la cour et le jardin (http 6). La haie vive est une formation linéaire, dense et continue constituée généralement d'arbuste (THIOMBIANO, 1999).



Figure 2: Haie vive

Source : SCHILLIGER, 2024

I.3 Types et rôles des haies vives

4 types de haie vive sont utilisés dans le monde et leurs rôles varient selon leurs types.

I.3.1 Haie vive défensive

Elle consiste à protéger la culture contre la divagation des animaux (YOSSI et al., 2006). Pour jouer pleinement son rôle défensif, la haie vive doit répondre à un certain nombre de conditions telles que le choix des espèces et les modes de mise en place et de gestion qui déterminent son impénétrabilité (THIOMBIANO, 1999). Pour assurer son rôle défensive, les espèces doivent posséder un caractère épineux, être alignées avec des espacements serrés et être bas branchues. (http 5).

I.3.2 Haie vive antiérosive ou conservation des eaux et du sol

Les haies ont un rôle important dans la régulation de l'écosystème. C'est une barrière naturelle contre le vent fort, réduit l'érosion du sol et conserve la chaleur, ce qui réduit la perte de récolte. (http 7). Ceci facilite aussi la gestion de l'eau et des sols en obligeant l'eau de s'infiltrer et ralentit les ruissèlements de l'eau de pluie. (http 8). Les techniques de lutte antiérosive et de conservation de l'eau et du sol comprennent une méthode biologique comme les haies mixtes de ligneux et d'herbacées sur courbes de niveau et les haies vives brise-vent (THIOMBIANO, 1999).

I.3.3 Haie vive de délimitation foncière

Elle sert à discerner la parcelle, à borner le champ et à approprier un territoire (YOSSI et al., 2006). Ces haies alignées le long de pistes et chemins ou autour de zones d'habitation jouent un rôle important dans l'aménagement de l'espace rural (DEPOMMIER, 1991). Les droits de propriété individuelle n'existant pas traditionnellement, il paraît nécessaire de délimiter par des clôtures les différentes parcelles d'un pâturage qu'un troupeau déterminé devra exploiter, cela afin d'éviter les conflits entre éleveurs et agriculteurs qui se font de plus en plus nombreux pour l'accès aux terres inoccupées (MERY 1997)

I.3.4 Haie vive de production

Elle est constituée de ligneux et semi-ligneux qui fournit des bois, des fruits, des feuilles nourricières, des engrais verts, des pailles, du fourrage, etc... (YOSSI et al., 2006). La plupart des haies vives joue de diverses fonctions. Une haie pourrait être à la fois défensive, antiérosive, délimitation foncière et productive.

I.4 Engrais

Les engrais sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinées à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. Le fertilisant est une autre appellation de l'engrais (http 9) Un engrais ou fertilisant dit « bio » ou « biologique » et/ou « naturel » font référence à des engrais organiques dit 100% biologique, c'est à dire que ce sont des engrais issus de matière vivante, animale, ou végétale (http 10).

I.5 *Tephrosia vogelii*

La *Tephrosia vogelii* est la plante utilisée comme haie vive et est utilisée pour la production de l'engrais. Une légumineuse très rustiques, ces plantes fournissent une biomasse importante, tant en surface qu'au niveau racinaire et planté de façon dense (GAUTIER, 2014).

I.5.1 Classification taxonomique

Selon (Hook, 1849), la *Tephrosia vogelii* est classée botaniquement comme suit :

- Règne : PLANTAE
- Classe : EQUISETOPSIDA
- Sous-Classe : MAGNOLIIDAE
- Ordre : FABALES
- Famille : FABACEAE
- Sous-Famille : PAPILIONOIDEAE
- Tribu : MILLETTIEAE
- Genre : *Tephrosia*
- Espèce : *vogelii*
- Noms vernaculaires: plante à poissons, téphrosie (français), tandrohara ou amberivatra vazaha (malgache).

I.5.2 Description botanique

C'est un arbuste légumineux tropical auto-fertile à croissance rapide et pérenne très ramifié de 1 à 4 m de haut. Elle est une plante sauvage et endémique de l'Afrique.

I.5.2.1 Fleurs

Les fleurs sont blancs ou violettes pourpres, parfois bleuâtres. Elles sont mellifères et attirent les abeilles. L'arbuste peut fleurir toute l'année (<http 11>).



Figure 3: Fleur de couleur blanche de la *Tephrosia vogelii*

Source : <http 11>



Figure 4: Fleur de couleur violette de la *Tephrosia vogelii*

Source : <http 12>

I.5.2.2 Gousses et graines

Gousse atteignant 12 cm de long, tomenteuse, renfermant plusieurs graines. Ces gousses et les graines sont grossièrement pilées au mortier avec parfois des fragments de la liane. Les graines sont noires à sec, et ont les mêmes formes que les graines de haricot avec un embryon blanc (<http 11>).



Figure 5: Gousses de *Tephrosia vogelii*

Source : <http> 11



Figure 6: Graines de *Tephrosia vogelii*

Source : <http> 11

I.5.2.3 Feuilles

Les feuilles sont vertes, longues et étroites se ramifient à partir des tiges, 12 à 15 cm de long composée imparipennée de 8 à 12 paires de folioles. Elles sont recouvertes de poils (<http> 11)



Figure 7: Feuilles de *Tephrosia vogelii*

Source : <http> 13

I.5.2.4 Tiges

Les tiges et les branches de *Tephrosia vogelii* sont recouvertes des poils courts et fins, ils sont longs de couleur blancs ou brun rouille. Ils peuvent devenir grands et rigides (<http> 11).



Figure 8: Tige de *Tephrosia vogelii*

Source : <http> 11

I.5.2.5 Racines

Les racines de *Tephrosia vogelii* sont pivotante, très profondes et permettent à l'arbre de germer à nouveau s'il a été victime d'un incendie (BOUVARD, 2018).

I.5.3 Exigences

Tephrosia vogelii peut pousser dans des conditions très variées. On trouve cet arbuste jusqu'à 3000 m d'altitude dans les savanes, les prairies, les lisières de forêts et les forêts claires, les terres incultes et les champs en jachère (http 11).

I.5.3.1 Climat

C'est un arbuste tropical qui vit dans des zones où la température annuelle moyenne est de 12 – 28°C. Elle pousse bien entre 20 et 28°C, mais peut tolérer une température basse de 10°C et hausse de 32°C. La plante peut survivre à des températures allant jusqu'à environ -1°C. L'arbuste préfère une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 1 300 et 1 500 mm, mais tolère 870 à 2 700 mm (http 11).

I.5.3.2 Sol

Elle tolère le sol pauvre et acide à faible pH, mais se plaît plus particulièrement sur les andosols non inondables et sur les loams bien drainés dont le pH est de 5-6,5 (http 11).

I.5.4 Diverses utilisations

La *Tephrosia vogelii* a de diverses fonctions en faveur de l'homme.

I.5.4.1 Agroforesterie

Utiliser en agroforesterie en raison de sa croissance très rapide et sa possibilité d'être une plante dense, la *Tephrosia vegolii* est une haie vive de brise vent, qui crée un microclimat temporaire à la culture. En termes de production, elle produit un volume important de matière organique et en lui associant avec d'autres plantes, il est une source d'engrais vert pour améliorer la fertilité du sol. (http 11).

Elle peut accumuler une grande quantité d'azote de l'air et a le moyen de fixer cet azote biologiquement dans ces racines. La présence de *Tephrosia vogelii* augmente le carbone organique et l'azote minéral dans le sol (MOTIS, 2017). La *Tephrosia vegolii* peut produire une tige rigide et grande qu'on pourrait utiliser comme bois de chauffage (http 14).

I.5.4.2 Agriculture

Avec son odeur, elle fonctionne comme plante répulsive aux insectes et sa fermentation avec d'autres plantes locales peut aboutir à un bio-pesticide (http 4).

I.5.4.3 Pisciculture

En formant une boule avec la boue, la *Tephrosia vogelii* est traditionnellement faite comme piège à poisson dans quelques pays d'Afrique (CHEVALIER, 1937). Mais actuellement qu'elle s'est répandue, ceci est interdit dans de nombreux pays (http 11).

I.5.4.4 Apiculture

Les fleurs attirent les abeilles puisqu'elles sont mellifères (http 11).

I.5.4.5 Biocide

La *Tephrosia vogelii* contient des roténoïdes extrêmement toxiques pour de nombreux insectes ou pour les poissons. Cette propriété vaut aux extraits de *Tephrosia vogelii* d'être utilisés comme insecticide et comme protection des légumes secs stockés contre les insectes parasites. Les extraits de *Tephrosia vogelii* peuvent être utilisés pour contrôler le stade larvaire des moustiques (http 11).

I.5.4.6 Médecine vétérinaire

L'extrait brut de feuilles de *Tephrosia vogelii* peut être utilisé pour lutter contre les tiques et comme vermifuge (http 11).

I.6 *Tithonia diversifolia*

C'est une plante herbacée originaire du Mexique et d'Amérique centrale. Elle a été introduite en Afrique et en Asie sur la base de ses multiples utilisations en tant que plante fourragère, engrais vert, insecticide naturel et en tant que plante ornementale (http 1).



Figure 9 : *Tithonia diversifolia*
Source : PUCCIO, 2023

I.6.1 Classification scientifique

La *Tithonia diversifolia* est classée comme suivant, selon GRAY, 1883.

- Règne : PLANTAE
- Phylum : TRACHEOPHYTA
- Classe : MAGNOLIOPSIDA
- Ordre : ASTERALES
- Famille : ASTERACEAE
- Tribu : HELIANTHEAE
- Genre : *Tithonia*
- Espèce : *diversifolia*
- Nom vernaculaire : Tournesol mexicain (français), Tanamasoandro ou dokoterahely (malagasy).

I.6.2 Description botanique

La *Tithonia diversifolia* est une espèce de plante de famille Asteraceae. Elle peut dépasser 3 m de haut. Sa multiplication est simple, avec bouturage et la plante est pérenne (GREGIS, 2023).

I.6.2.1 Fleurs

Sa fleur est jaune vive, même forme que la marguerite, même parfum, mais en beaucoup plus gros. La partie centrale de la fleur est composée de tubes, chaque tube donne naissance à une graine après fécondation. Le nombre de pétale est variable, le plus souvent 13 (http 1).



Figure 10: Fleur de *Tithonia diversifolia*
Source : MOTIS, 2017

I.6.2.2 Graines

La *Tithonia diversifolia* produit un nombre important de graines par plante. Ce chiffre varie d'environ 100 à 200 graines par capitule. La production massive de graines légères qui

peuvent se disperser à des distances considérables de la plante mère, permet à l'espèce de coloniser de nouveaux habitats ([http 1](#)).



Figure 11: Graine de *Tithonia diversifolia*
Source : [http 1](#)

I.6.2.3 Feuilles

Les feuilles sont simples, alternes, portées par un pétiole atteignant 6 cm de long. Le limbe est ovale à oboval, profondément 3-5 lobé, velouté en dessous. Il mesure 7 à 33 cm de long et 7 à 22 cm de large. La base est atténuée et le sommet est acuminé ; les deux faces sont scabres, la marge est crénelée, crénelée-dentée ou entière. Elles sont de couleur vert foncé. ([http 15](#)).



Figure 12: Feuilles de *Tithonia diversifolia*
Source : Auteur, 2023

I.6.2.4 Tiges

La *Tithonia diversifolia* développe de nombreuses tiges dressées, parfois ligneuses, qui forment des buissons herbacés. Elles sont cylindriques, plus ou moins lignifiées à la base, de couleur verte à brune. Elle peut être plus ou moins glabre ou finement pubescente (LE BOURGEOIS et RANDRIAMAMPIANINA, 2023).



Figure 13: Bouture de *Tithonia diversifolia*
Source : <http 1>

I.6.2.5 Racines

La *Tithonia diversifolia* a des racines pivotantes, profondes qui peuvent atteindre jusqu'à 3 mètres de profondeur, ce qui lui permet d'extraire les nutriments du sol en profondeur (<http 16>).



Figure 14 : Racine de *Tithonia diversifolia*
Source : <http 16>

I.6.3 Exigences

La *Tithonia diversifolia* est une plante facile à cultiver. On la trouve sur une altitude entre 0 à 200 m. Ci-après sont les climats et les sols favorables pour la culture de cet arbuste.

I.6.3.1 Climat

Elle peut être cultivée dans des régions qui ont un climat : continental, équatorial, méditerranéen, océanique, subtropical, tempéré et tropical. La *Tithonia* craint le froid et le vent fort. Jeune, il aime l'eau, mais une fois établi, il est très résistant à la sécheresse (GUELLIER, 2023). Mais elle pousse au mieux, dans les zones à la pluviosité annuelle bien répartie supérieure à 1000 mm (PUCCIO, 2023)

I.6.3.2 Sol

Le sol idéal pour la culture doit avoir une bonne capacité de drainage et peut être enrichi par l'application de matière organique. L'irrigation doit être effectuée régulièrement en début ou en fin de journée, bien que l'espèce puisse supporter de courtes périodes de sécheresse (GREGIS, 2023). Cependant, lorsqu'elles sont cultivées dans des sols plus pauvres, les fleurs ont tendance à être plus abondantes (ALEXANDRE, 2021). La *Tithonia* se contente d'un terrain quelconque pourvu qu'il ne soit pas asphyxiant. Elle se cultive en plein soleil de préférence, dans un sol drainant au pH compris entre 5 et 8,5 (DESFONTAINES et JUSSIEUNE, 1789).

I.6.4 Diverses utilisations

La *Tithonia diversifolia* a des diverses usages.

I.6.4.1 Agriculture

Elle produit une biomasse de feuilles vertes très volumineuse, alors il est intéressant de l'utiliser comme engrais vert. Sa décomposition est rapide après avoir été apportée au sol. Elle augmente le pH du sol ainsi que le Calcium échangeable et diminue l'Aluminium échangeable (http 1). Il possède une tige rigide et relativement grande qui peut être utilisé comme combustible de cuisine, ce qui réduit la déforestation et puis, les cendres peuvent être utilisées comme fertilisant (GREGIS, 2023).

I.6.4.2 Haie vive

Pouvant atteindre les 4 mètres de haut, la *Tithonia diversifolia* peut former de superbes haies de séparation et sera du plus effet en massif, ou sur une butte (GREGIS, 2023). La haie de *Tithonia diversifolia* autour des cultures éloignera les insectes parce qu'il a une action pesticide naturelle (http 1).

I.6.4.3 Biocide

Le purin peut être pulvérisé à la culture avec une action à la fois pesticide, fongicide, engrais liquide et insecticide. Les branches et les feuilles vertes peuvent être incorporées dans le compost pour l'enrichir en phosphore (http 17).

I.6.4.4 Paillage et compostage

Reconnue pour sa teneur élevée en éléments minéraux ; la *Tithonia diversifolia* est recommandée comme fertilisant organique par compostage ou comme engrais vert pour améliorer la fertilité des sols pauvres et dégradés (LE BOURGEOIS et RANDRIAMAMPIANINA, 2023). Elle peut aussi être appliquée comme paillage jusqu'à 6-8 semaines après le semis. La couverture du paillage avec un peu de terre facilite la diffusion des nutriments. Pour le compostage, la mise des branches et des feuilles broyées dans le compost l'enrichit en phosphore et autres nutriments ([http 1](#)).

I.6.4.5 Fourrages

La *Tithonia diversifolia* est très riche en protéine et en minéraux, c'est pourquoi d'autres pays l'utilisent comme fourrage pour les ruminants (LAVAUD, 2021).

I.6.4.6 Apiculture

Ses fleurs attirent les insectes auxiliaires et facilitent la fécondation.

I.6.4.7 Médecine humaine

La *Tithonia diversifolia* est une plante médicinale très utilisée en médecine traditionnelle dans le Nord de Madagascar d'où son nom local « dokoterahely » : les feuilles sont utilisées en infusion pour soulager les maux de ventre et en décoction pour soigner les fièvres et traiter la gale (LE BOURGEOIS et RANDRIAMAMPIANINA, 2023).

I.6.4.8 Ornemental

Elle est utilisée comme plante décorative dans les jardins (LE BOURGEOIS et RANDRIAMAMPIANINA, 2023).

I.7 Compositions chimiques des feuilles de *Tephrosia vogelii* et de *Tithonia diversifolia*

Le tableau suivant montre la teneur en Azote, en Phosphore, en Potassium, en Calcium et en Magnésium de la *Tithonia diversifolia* et la *Tephrosia vogelii*.

Tableau 1: Composition chimique des feuilles de *Tephrosia vogelii* et de *Tithonia diversifolia*

Espèces	N%	P%	K%	Ca%	Mg%
<i>Tithonia diversifolia</i>	3,53	0,42	4,7	3,52	0,45
<i>Tephrosia vogelii</i>	3	0,19	1	Nd	Nd

Nd = Non déterminé

N% : Teneur en Azote

P% : Teneur en Phosphore

K% : Teneur en Potassium

Ca% : Teneur en Calcium

Mg% : Teneur en Magnésium

Source : LAVAUD, 2021

I.8 Plante test : *Brassica juncea*

Le *Brassica juncea* est la plante utilisée pour l'évaluation de l'efficacité des composts issus de haie vive. C'est une plante herbacée bisannuelle originaire d'Asie Central de la région himalayenne, puis elle s'est étendue à la Chine, à l'Inde et au Caucase (GUELLIER, 2021).

I.8.1 Classification scientifique

Selon INPN (Inventaire National du Patrimoine Naturel), le *Brassica juncea* est classé comme suit :

- Règne : PLANTAE
- Sous-Règne : VIRIDAEPLANTAE
- Division : MAGNOLIOPHYTA
- Classe : MAGNOLIOPSIDA
- Ordre : CAPPARALES
- Famille : BRASSICACEAE
- Genre : *Brassica*
- Espèce : *juncea*
- Nom vernaculaire : Moutarde brune ou moutarde de Chine (français), anatsonga (malagasy)

I.8.2 Description botanique

Le *Brassica juncea* pousse très rapide et pouvant atteindre jusqu'à 1m de haut. Il s'agit d'un amphidiploïde dont le nombre chromosomique est de $n=18$. L'espèce est issue d'un croisement naturel entre le *Brassica nigra* ($n=8$) et le *Brassica rapa* ($n=10$) (PRAKASH, 1980).

I.8.2.1 Feuilles

Les feuilles sont verts pâles, ovales à arrondis, les bords sont dentées, réparties le long des tiges érigées. Les premières feuilles portent quelques poils, et le limbe des feuilles se termine assez haut sur le pétiole (PRAKASH, 1980).



Figure 15: Feuilles des *Brassica juncea*
Source : PRAKASH, 1980

I.8.2.2 Fleurs

Le *Brassica juncea* produit de petites fleurs crucifères jaune pâle à 4 pétales qui s'ouvrent progressivement depuis la base de la grappe vers son sommet (ISABELLE, 2021).



Figure 16: Fleurs de *Brassica juncea*
Source : [http 18](http://18)

I.8.2.3 Siliques et graines

Les siliques sont légèrement collées et mesurent 2,5 à 5 cm de longueur, sans le bec, qui mesure quant à lui 0,5 à 1 cm de longueur. Les graines sont sphériques et peuvent être jaunes ou brunes (GUELLIER, 2021).



Figure 17: Siliques de *Brassica juncea*
Source : HARPER, 2019



Figure 18: Graines de *Brassica juncea*
Source : BOHBOT, 2012

I.8.2.4 Tiges

Elles sont longues, vert, ramifiée, renflée et charnue à la base, pouvant atteindre 1,5 m de long qui porte les fleurs et les siliques (HELVETICA, 2018)



Figure 19: Tiges des *Brassica juncea*
Source: HELVETICA, 2018

I.8.2.5 Racines

Ils ont de racine blanche tubéreuse, pivotante et profonde, un port touffu à partir d'une rosette qui a la propriété d'absorber les métaux lourds dans le sol ([http 5](#)).



Figure 20: Racine de *Brassica juncea*
Source: HELVETICA, 2018

I.8.3 Maladies et ravageurs

Comme toutes les autres plantes, la moutarde de chine a de nombreux ennemis comme la maladie et les ravageurs.

I.8.3.1 Maladies

La moutarde de Chine n'échappe pas aux travers des Brassicacées : le mildiou, l'oïdium et même la hernie du chou.



Figure 21: Mildiou du chou
Source : ISABELLA, 2022



Figure 22: Oïdium du Chou
Source : HEITZ, 2013



Figure 23: Hernie du chou
Source : WACKER, 2022

I.8.3.2 Ravageurs

Les altises, les limaces et les pucerons apprécient les jeunes plants.



Figure 24: Altise
Source : ISABELLE, 2022



Figure 25: Limace
Source : AURIOL, 2018



Figure 26: Pucerons des choux
Source : ISABELLE, 2022

I.8.4 Exigences

Le *Brassica juncea* est une plante peu exigeante en climat tandis qu'il exige un sol riche.

I.8.4.1 Climat

La moutarde de Chine est assez rustique (-7 à -10°C), mais en cas de grands froids, Elle doit être couverte pour prolonger la récolte. La plante est réputée tolérante des précipitations annuelles de 500–4000 mm (LEONARD, 1987).

I.8.4.2 Sol

Elle convient bien aux terres tropicales qu'à des conditions relativement fraîches. Elle a besoin de plein soleil et d'un sol humide pour une performance maximale. La moutarde de Chine se cultive au soleil dans un sol riche, profond, meuble et drainant (GUELLIER, 2021).

I.8.5 Diverses utilisations

Même si la moutarde de chine est un brède, elle a plusieurs autres usages.

I.8.5.1 Phytoremédiation

Elle est utilisée en phytoremédiation pour décontaminer un sol de ses métaux lourds, comme le plomb, après une utilisation industrielle d'un terrain ([http 19](#)).

I.8.5.2 Alimentation

En Asie, en Europe et en Amérique, la *Brassica juncea* est cultivée principalement pour ses graines utilisées dans la fabrication de la moutarde brune et pour l'extraction d'une huile végétale. Elle donne une moutarde plus épicée que la moutarde jaune faite à partir de *Brassica nigra*. Dans les régions de l'ex URSS, elle est employée comme substitut de l'huile d'olive (CIPPITELLI, 2022).

Dans les cuisines, les branches et feuilles sont utilisées comme légume, généralement sautées. Les feuilles, à saveur piquante comme celle de la roquette, elles peuvent être consommées comme salade ([http 12](#)).

I.8.5.3 Industrie

L'huile de moutarde est également employée comme huile capillaire et comme lubrifiant. Les huiles des cultivars sélectionnées pour leur haute teneur en acide érucique sont employées dans l'industrie (CIPPITELLI, 2022).

I.8.6 Valeurs nutritionnelles des Brassica juncea

Le tableau suivant montre la valeur nutritionnelle présente dans 100 g de *Brassica juncea*. Le *Brassica juncea* est aussi riche en vitamine B, magnésium, en phosphore et en sélénium mais ils ne sont pas mentionnés dans le tableau puisque leurs valeurs ne sont pas déterminées (ZUBIRIA, 2021).

Tableau 2: Valeurs nutritionnelles de *Brassica juncea*

Eléments	Valeur
Calories	151 KCal
Lipides totaux	1%
Cholestérol	0%
Potassium	3.7%
Glucides	3.9%
Fibres alimentaires	33%
Protéine	22%
Calcium	3,5%
Fer	10%

Source : ZUBIRIA, 2021

Kcal : Kilocalorie

Avantages pour la santé Le *Brassica juncea* est un excellent source de fibre de remplissage qui aide l'organisme humain de garder plein, à éloigner le cholestérol du cœur et à stabiliser la glycémie en greffant lentement du glucose à l'intérieur du sang (ZUBIRIA, 2021).

Le fer contenu dans le *Brassica juncea* est essentiel à la fabrication de la cellule rouge ainsi qu'à la synthèse de certaines hormones, protéines et neurotransmetteurs (ZUBIRIA, 2021).

Et enfin, les vitamines B dans l'aide bulgare dans les protéines, glucides et l'unification des graisses (ZUBIRIA, 2021).

Chapitre II : Présentation de l'organisme d'accueil

L'organisme d'accueil est l'entreprise qui nous a accueillis pendant le stage. Il se localise à Faharetana, 12 Km au Nord-ouest d'Imerintsiatosika dans le fokotany Mandrosoa, commune Morarano, District Arivonimamo et dans la région Itasy.

II.1 Historique

La ferme aux mille couleurs fut créée il y a 8 ans (en 2015) à Manandona par monsieur Florian FRAIX-BAVUZ, en voulant commencer par cultiver de nombreux fruits et légumes violets. Suite à des problèmes de voisinage, il est parti délocaliser la ferme à Joffreville près de Diego. Fruit d'une mauvaise collaboration, il s'est ensuite rendu à Faharetana en 2019.

A Faharetana, il a sa propre petite entreprise, mais participe aussi à coté à du soutien pour l'agriculture biologique pour la société Phytoagri.

II.2 Activités

Au début, l'entreprise se focalise sur la production des cultures de la couleur violette mais après, elle a produit des fruits et des légumes de toute les couleurs. C'est pourquoi le nom: « La ferme aux mille couleurs ».

Auparavant, il a juste voulu vendre les fruits et légumes multicolores de leur ferme mais la clientèle n'était pas habituée de leur produit, donc c'était un échec. Alors, il a commencé à produire des semences afin que ses clients peuvent produire eux même leurs fruits et légumes et cela a plutôt bien marché.

II.3 Objectifs

Puisque leur pratique est basé sur l'agroécologie, ils ont un objectif de produire des semences saine et biologique. En plus, le créateur de l'entreprise est diplômé en écologie et botanique tropical, il a le but de protéger durablement l'environnement. Actuellement, l'entreprise pratique l'agroécologie : l'agroforesterie fourragère.

II.4 Fournisseur

C'est une mini-entreprise agricole familiale, alors la plupart de leurs semences sont importés grâce à leur famille en France et les autres grâce à leur connaissance à Madagascar.

II.5 Clients

A Madagascar, le ½ de la vente se fait en ligne sur leur compte personnel et leur page Facebook, le ½ à chaque foire à Antananarivo. De ce fait, leur cible sont les personnes qui suivent leur page « Semence Madagascar- Masomboly Gasy », 16 000 personnes à présent soit environ 75% à Antananarivo, + de 10% à Tamatave et les restes répandus dans toute l'île.

Organigramme

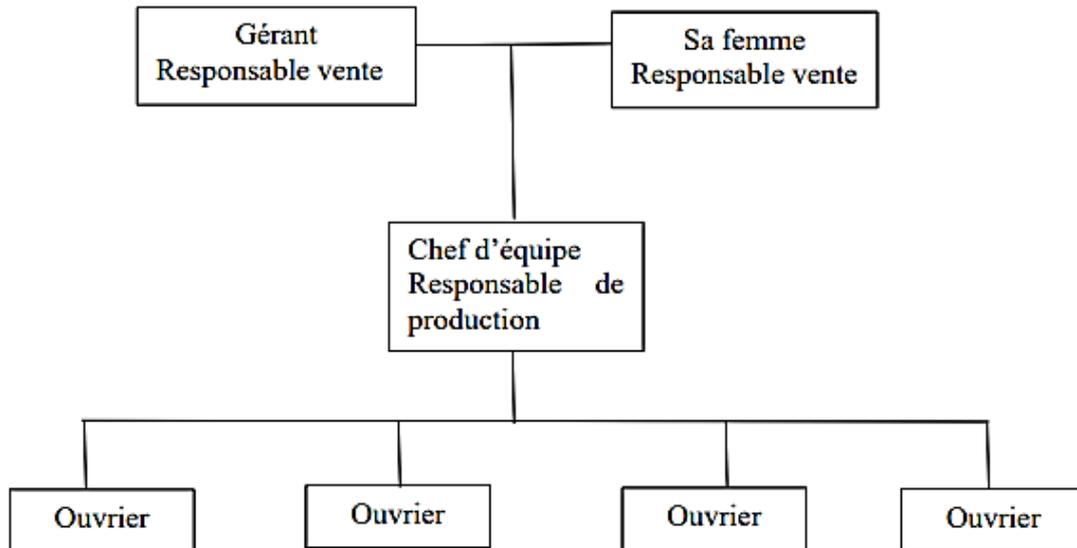


Figure 27: Organigramme

Source : FRAIX-BAVUZ, 2023

Partie II : MATERIELS ET METHODES

Partie II : MATÉRIELS ET METHODES

Les matériels et les méthodes permettent de réaliser d'une part, l'expérimentation et d'autre part, l'ouvrage proprement dit. Liées à la problématique du départ et à l'objectif à atteindre, les méthodes à adopter pour la réalisation de cette étude ont été basées sur : d'abord, des études bibliographiques et ensuite, l'expérimentation, suivies du traitement et analyse des données. Les matériels utilisés sont divisés en quatre groupes bien distincts : matériel végétal, le site d'expérimentation, les outils spécialisés et les intrants.

Chapitre I : Matériels

Des matériels spécifiques ont été utilisés pour la réalisation de l'étude notamment des végétaux, des matériels techniques, le site d'étude et les engrais.

I.1 Matériels végétaux

Des matériels végétaux sont utilisés pour la production des engrais et pour évaluer l'efficacité de ces engrais.

I.1.1 Haies vives

Les premiers matériels végétaux utilisés étaient les haies vives (*Tephrosia vogelii* et *Tithonia diversifolia*) pour la production d'engrais.

Ces haies vives ont été choisies non seulement pour la protection de la culture et le sol mais aussi pour pouvoir produire des engrais biologique parce qu'ils produisent une importante biomasse. De plus, ils ont un teneur en éléments chimiques, indispensable à la vie des plantes, très élevé (LAVAUD, 2021). Ils fonctionnent aussi comme plante répulsive pour les insectes.

Outre cela, ils doivent être taillés régulièrement pour éviter qu'ils occupent trop de place et perturbent le développement des plantes associés.

Durant cette expérimentation, les haies vives utilisées sont ceux qui sont déjà présent sur le site. Le plus âgé des *Tephrosia* ont 3 ans qui ont été taillés pour la 8ème fois lors de cette expérience et le plus jeune était de 6 mois qui a été taillé pour la 1 ère fois.

Pour les *Tithonia*, elles ont un développement un peu lent que les *Tephrosia* et se taillent 2 fois par an.

I.1.2 Herbes secs

Ce sont les mauvaises herbes que nous avons enlevé sur la parcelle de culture et sur les bords des champs et sont laissés se sécher. Ils sont utilisés pour la fabrication de compost en les mélangeant avec les haies vives coupées.

I.1.3 Moutarde de Chine (*Brassica juncea*)

La culture *Brassica juncea* est la plante utilisée pour tester l'efficacité des engrais issus de ces deux haies vives.

Ce type de brède a été choisi à cause de sa croissance et sa durée de cycle très rapides. La récolte peut se faire 30 jours après semis. De ce fait, nous pouvons avoir le résultat le plus vite possible. De plus, la plante apporte tant de bienfait sur l'organisme vivant.

I.2 Matériels techniques

Les matériels techniques sont des matériels spécifiques pour parfaire la recherche.

I.2.1 Hache paille

Elle est utilisée pour découper les haies et les herbes afin d'accélérer leur décomposition. Appareil comportant un volant à main dont les rayons sont munis de lames, servant à hacher la paille et d'autres matières végétales, sans dépenser d'électricité mais qui a besoin de beaucoup d'énergie.



Figure 28: Hache paille

Source : AUTEUR, 2023

I.2.2 Sachet plastique

Il sert à couvrir le compost. La couverture permet à la température de monter plus vite et plus fort. Une couverture de couleur foncée absorbe la chaleur du soleil mais dans cette expérience, la couverture utilisée est une plastique épaisse blanche de 3m de longueur, alors le compost a été installé sur un endroit qui se trouve à l'abri du soleil.



Figure 29: Sachet plastique
Source : AUTEUR, 2023

I.2.3 Cuvettes

Elles ont été utilisées comme parcelles de culture. A cause de la non existence de du champ de culture, la moutarde de chine a été cultivée dans des cuvettes.

Durant l'expérimentation, 12 ont cuvettes utilisées, équivalent à 12 parcelles d'essais de chaque engrais.

I.2.4 Balances

Les balances servent à mesurer le poids de haie vive et des brèdes récoltés.



Figure 30: Balances
Source : AUTEUR, 2023

I.3 Site d'étude

Le site d'étude, c'est l'endroit où le *Brassica juncea* a été cultivé.

I.3.1 Localisation

Le site d'expérimentation se localise dans la région Vakinankaratra, Commune Urbaine Antsirabe, District Antsirabe I, fokotany Ampanataovana, îlot Antemitra, sur des pépinières. Il est à 2,5 km d'Antsirabe ville, soit 13 min en voiture. Le plateau de Vakinankaratra est situé à 1 500 m d'altitude avec une coordonnée géographique de - 19.883599, 47.049831.

I.3.2 Climat

Le climat est tropical d'altitude marqué par 2 saisons :

- Saison sèche et fraîche, de mai à septembre ;
- Saison humide et chaude d'octobre à avril.

Tous les paramètres environnementaux seront présentés en annexe 2.

I.3.3 Dispositif expérimental

L'expérimentation est faite en pépinière, dans des cuvettes avec un mélange de 3/5 de terre rouge présent sur un champ de culture de potiron l'année dernière et 1/5 de sable.

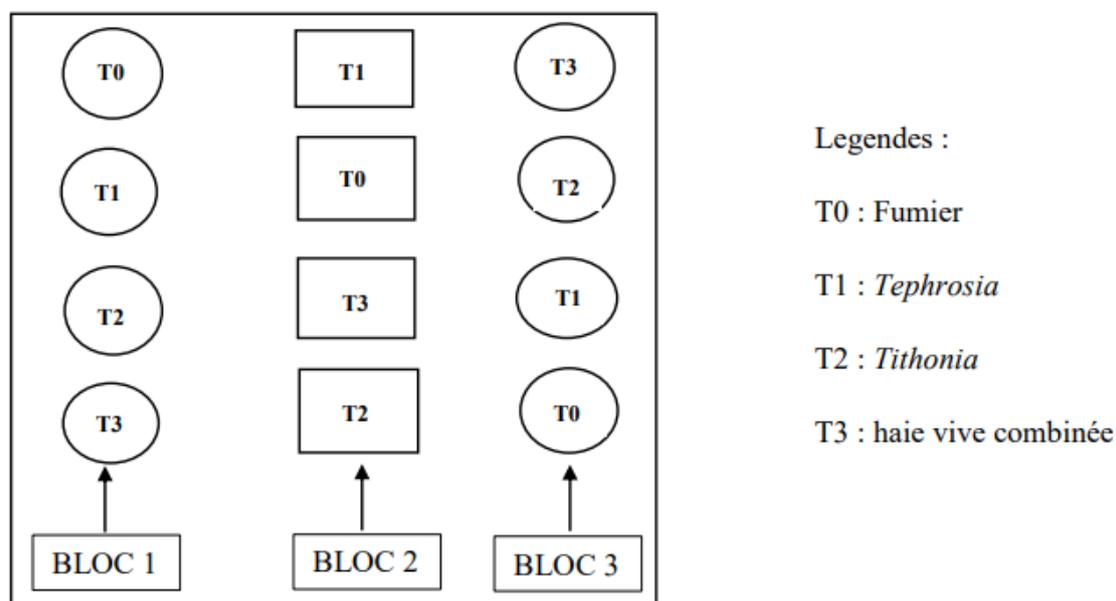


Figure 31: Dispositif expérimental

Source : AUTEUR, 2023

I.4 Engrais

Le thème consiste à évaluer l'efficacité des engrais issus des haies vives, alors ce sont les composts de *Tephrosia* et de *Tithonia* qui ont été utilisés pour la culture de brède et le témoin durant cette expérience a été le fumier. Alors, la première parcelle de culture est en apport de compost *Tephrosia*, la deuxième en *Tithonia*, la troisième en fumier et la quatrième en *Tephrosia* et *Tithonia*.

Les apports sont comme suit :

- Pour le traitement avec *Tephrosia*, *Tithonia* et fumier 250g par parcelle ou cuvette.
- Et pour la combinaison des deux haies vives, 125g d'engrais de *Tephrosia* et 125g d'engrais de *Tithonia*.

Les engrais ont été mélangés avec de la terre rouge et du sable.



Figure 32: Compost de *Tephrosia vogelii*

Source : AUTEUR, 2023

Chapitre II : Méthodes

Afin de parfaire l'étude, plusieurs méthodes ont été adoptées.

II.1 Conduite de la culture

Le travail a débuté le 05 mai 2023 et se termine en 01 octobre 2023. L'expérimentation s'est commencée depuis l'exploitation des haies vives jusqu'à la récolte des brèdes cultivés avec.

II.1.1 Exploitation des haies vives

L'exploitation de haie vive est le fait de le tailler lorsqu'elle atteint une haute et une épaisseur hors du nécessaire. Pour le *Tephrosia*, nous devons laisser 1m pour la haie et tailler aussi les branches qui développent son épaisseur. Ce serait la tige principale qui produira d'autre branche pour son prochain développement. Pour la *Tithonia*, nous le coupons avec une hauteur de 20 cm parce que les jeunes poussent vient de sa base.

Après le taillage, les haies sont découpées avec la hache paille.

II.1.2 Préparation des engrais

Après avoir découpé les haies vives, nous le mélangeons avec des herbes sèches, du fumier et d'eau pour avoir du compost. Le compost *Tithonia* est issue du mélange de 40% *Tithonia* + 50% herbe sèche + 10% fumier et pour le compost *Tephrosia*, la proportion était de 30% de *Tephrosia* + 50% d'herbe sèche + 10% de fumier + 10% de tronc de bananier pour lui apporter plus de phosphore puisque l'expérimentation de LAVAUD en 2021 a montré que la *Tithonia* est beaucoup plus riche en Phosphore que la *Tephrosia*.

Chaque mélange est mis dans une fosse et arrosé puis couvrit par du sachet plastique.

Pour accélérer son murissement, il devrait être arrosé et retourné régulièrement.

Le compost de *Tithonia* est mûr en 60 jours tandis que la *Tephrosia* en 70 jours.

II.1.3 Préparation de la pépinière

La préparation des pépinières a été faite 2 semaines avant le repiquage par un mélange de terre rouge brique (2/3) et de sable (1/3), puis mise dans 2 cuvettes, avec un apport de fumier pour l'un et un apport de composte *Tephrosia* + *Tithonia* pour l'autre. Ceci a été suivi d'un semis fin de la semence de moutarde de chine. Un arrosage immédiat permet d'avoir un bon contact entre les grains et les substrats et après, ceci se fait journalièrement tous les matins.

II.1.4 Repiquage

2 semaines après semis, les jeunes pousses ont été transplantées dans des cuvettes bien préparées comme les mêmes pépinières mais avec les 4 types d'engrais. Un bloc de culture comprend 4 parcelles et l'expérimentation a été faite sur 3 blocs.

Au total, il compte 72 plants de Brassica juncea.

II.1.5 Entretien

Le travail n'avait pas besoin de beaucoup d'entretien, juste un arrosage journalier tous les matins avec sarclage s'il y en a des mauvaises herbes.

II.1.6 Récolte

La récolte a été faite 30 jours après semis ou 17 jours après plantation.

II.2 Suivi

Le suivi se fait tous les 4 jours et consiste à récolter les données ainsi que le suivi de l'évolution de la plantation.

II.3 Mesures effectués

Plusieurs mesures ont été effectuées afin de parvenir au résultat et entamer la recherche.

Calculs des paramètres

Afin de comparer l'efficacité de chaque traitement, les paramètres suivants sont mesurés tous les 4 jours:

- Hauteur : c'est la longueur totale de la plante dès la base (au sol) au sommet de la feuille la plus longue.
- Longueur des feuilles : c'est la moyenne de toutes les longueurs des feuilles d'une plante à partir de la base du pétiole jusqu'au de la feuille.
- Largeur des feuilles : moyenne de toutes les largeurs des feuilles d'une plante sur la partie la plus large.
- Nombre des feuilles : les feuilles des échantillons sont aussi comptées.
- Rendement : c'est la moyenne des poids des échantillons multiplié par le nombre des plantes sur un mètre carré.

II.4 Sélection des plantes

Des numéros de ont été placé à coté de chaque plante sur les 12 parcelles. 4 par parcelle ont été choisis comme échantillon pour la mesure, alors il y a 48 plantes au total. Ces échantillons sont numérotés de 1 à 48.

II.5 Traitement et analyse des données

Les données obtenues ont été triées pour concentrer l'étude sur le sujet. Elles ont été prétraitées à l'aide du logiciel XLSTAT en analysant la variance de petits échantillons avec le test ANOVA. Ce test permet de déterminer si au moins un des groupes diffère significativement des autres en termes de moyenne. Le but consistait à :

- Comparer le taux de croissance en hauteur, en nombre, en longueur et en largeur des feuilles entre les témoins et le sujet étudié ;
- Comparer le rendement de production par mètre carré.

Par ailleurs, l'analyse essayait d'exploiter les résultats obtenus, histoire de répondre à la problématique posée auparavant.

II.6 Limites du travail

Durant cette étude, beaucoup de contraintes ont été surmontées pour arriver au terme. Il y a des contraintes lors de la recherche bibliographique, de la technique utilisée, le temps, le non maîtrise des autres facteurs tels que les ravageurs et le logiciel utilisé.

I.6.1 Étude bibliographique

Les travaux bibliographiques ont été rendus difficile vu la rareté des ouvrages sur la haie vive à Madagascar, la production du compost à base de haie vive est nouvelle. Lors de l'étude bibliographique, très peu sont les ouvrages qui mentionnent l'existence de cette technique sur la Tithonia si pour le Tephrosia, il n'en existe vraiment pas. Cela nous a empêché de bien développer la technique et de tirer des idées à propos de la démarche du travail.

I.6.2 Le temps

La ferme n'est disponible pour les stagiaires que pendant 2 mois or que le mûrissement des engrais dure 3 mois, de ce fait, il fallait trouver d'autre endroit pour continuer l'expérimentation, c'est pourquoi l'utilisation des cuvettes comme parcelle de culture.

I.6.3 Technique utilisé

La culture dans les cuvettes a également affecté le rendement parce que les racines des plantes ne pourraient pas se développer librement.

I.6.4 Les ravageurs

Les brèdes sont des plantes fragiles et les ravageurs le plus fréquent sont les pucerons qui affectent les feuilles. Cela peut aussi affecter les rendements.

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre I : Résultats et interprétations

Cette partie parlera des résultats obtenus durant l'observation faite sur la culture de *Brassica juncea* en lui appliquant 4 type d'engrais (combinaison de haie vive, *Tephrosia vogelii*, *Tithonia diversifolia* et le témoin fumier) et interprétera chaque résultat.

I.1 Taux de croissance

Ce sont les mesures effectuées sur le *Brassica juncea* qui font parties de leurs croissances.

I.1.1 Hauteur

C'est la longueur totale de la plante dès la base (au sol) jusqu'au sommet de la feuille la plus longue. La figure ci-dessous montre le moyen en hauteur de *Brassica juncea* au cours de la dernière observation, le 30^{ème} jour.

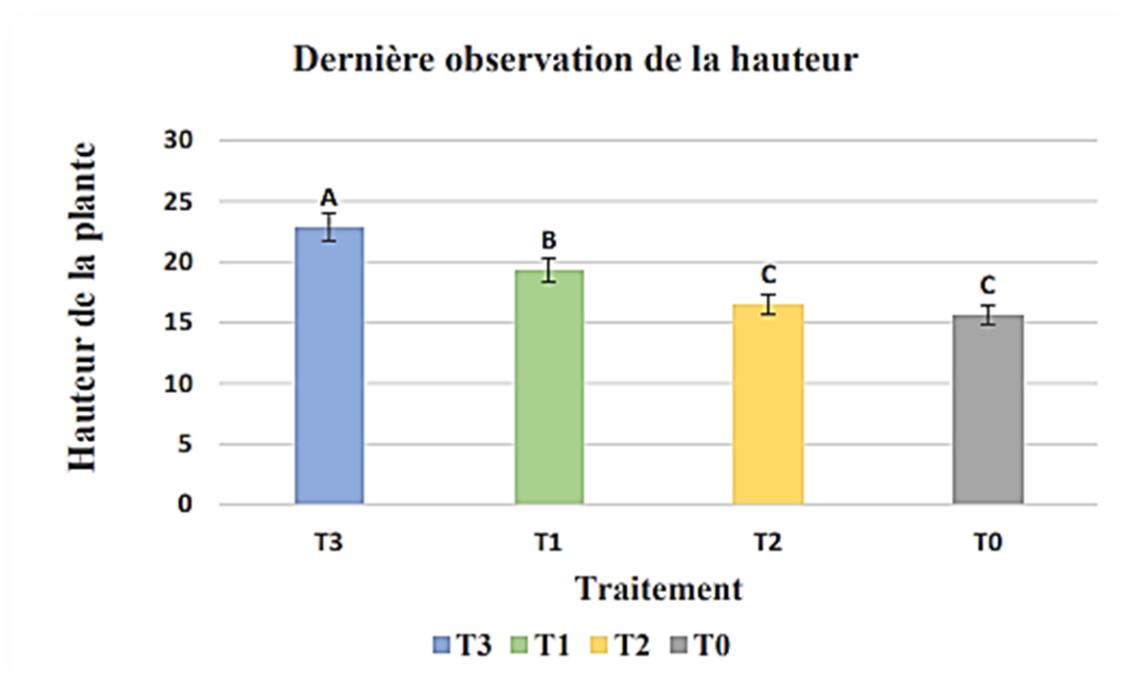


Figure 33: Hauteur moyenne de *Brassica juncea*

Source : AUTEUR, 2023

Durant toute l'expérimentation, cinq observations ont été faites. Cependant, la hauteur des plantes traitées avec le T3 était toujours meilleure que les autres traitements (Annexe 6). D'après le diagramme ci-dessus, la dernière observation sur le *Brassica juncea* a été prise comme résultat final. Ici, le P-value est inférieur à 0,05 alors il existe une différence significative entre les différents traitements sur la hauteur de la moutarde de chine.

Comme le diagramme le montre, la hauteur la plus élevée est celle des brèdes traités avec la combinaison des deux haies vives T3. Il est classé dans le groupe A et significativement supérieur aux autres traitements. Ensuite, le T1 par la Tephrosia est classé dans le groupe B et aussi significativement supérieur à T0 et T2. Enfin, le T0 et T2 sont significativement les mêmes. Ils sont classés dans le groupe C.

I.1.2 Nombre des feuilles

C'est le nombre des feuilles présent sur d'une plante au cours de l'observation. La figure suivante montre l'effet des différents engrais sur le nombre des feuilles des *Brassica juncea* durant les 5 observations faites sur la culture.

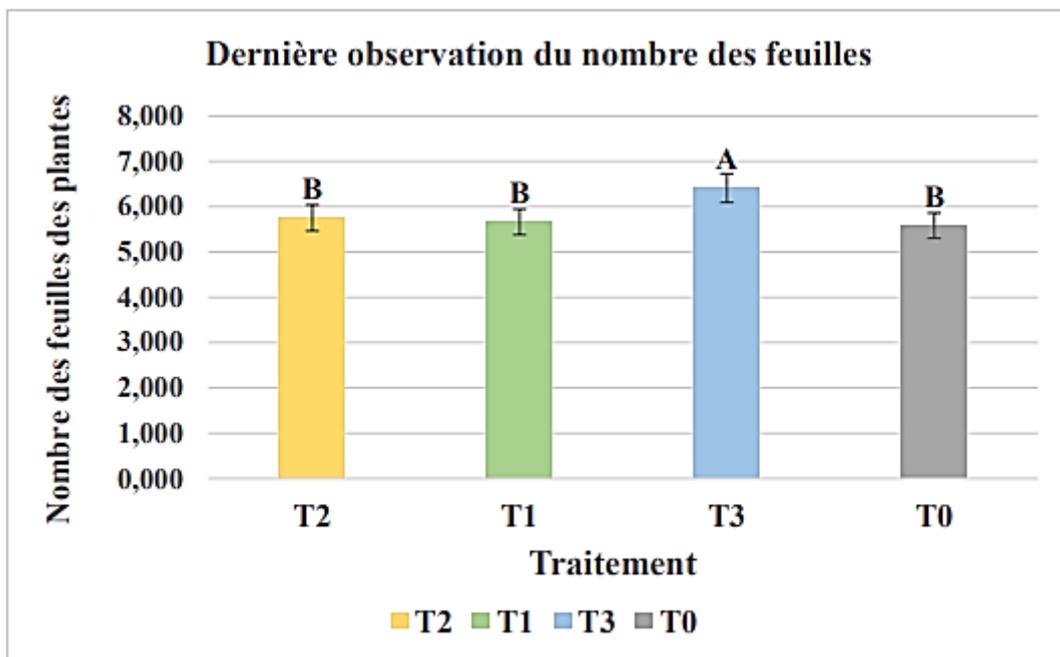


Figure 34: Nombre des feuilles moyennes des *Brassica juncea*

Source : AUTEUR, 2023

Durant tous les observations des nombres des feuilles des plants, il n'y avait pas une très grande différence significative des effets des différents traitements (Annexe 7). Mais à la fin, le P-value est égal à 0,007 c'est-à-dire inférieur à 0,05 ; alors il existe une différence significative entre les traitements utilisés.

Le plus nombreux est celui des brèdes traités avec le T3 et est classé dans le groupe A. Les trois autres traitements sont significativement les mêmes et sont classés dans le groupe B.

I.1.3 Longueur des feuilles

C'est la moyenne de toutes les longueurs des feuilles d'une plante à partir de la base du pétiole jusqu'au de la feuille. La figure suivant montre les moyennes des longueurs des feuilles des brèdes pour chaque traitement pendant 5 observations.

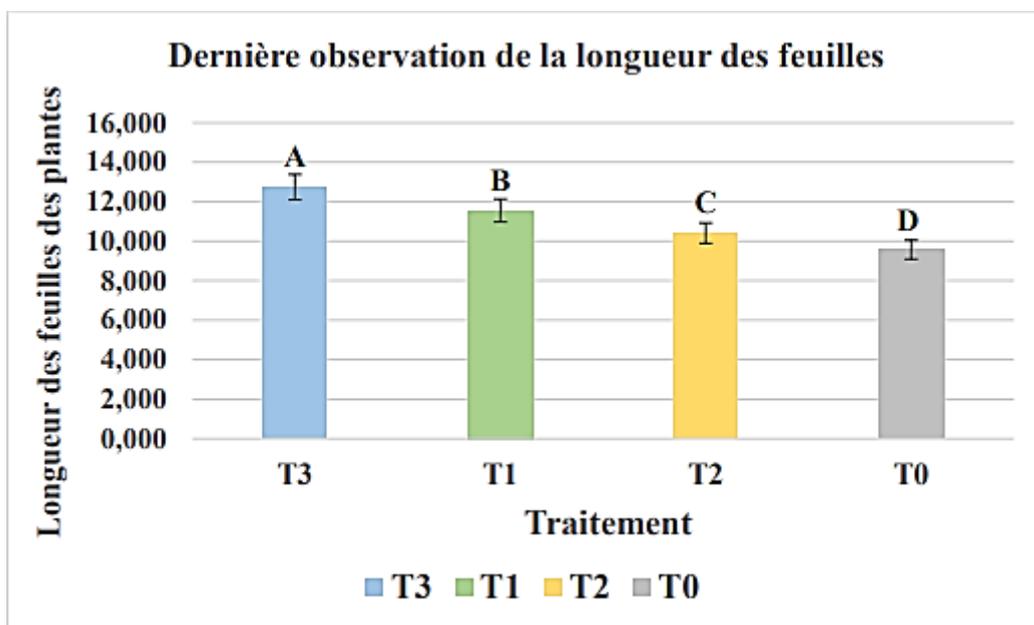


Figure 35: Longueur moyenne des feuilles de *Brassica juncea*

Source : AUTEUR, 2023

Durant l'expérimentation, chaque observation a montré que le traitement T3 est meilleur que les autres (Annexe 8). Au cours de la dernière observation sur la culture de *Brassica juncea*, le p-value est inférieur à 0,05 alors il existe une différence significative des effets des différents traitements sur sa longueur des feuilles. D'après le diagramme ci-dessus, c'est la plante traitée par T3 qui a le moyen le plus élevé et il est classé dans le groupe A alors il est significativement supérieur aux trois autres traitements.

Ensuite, le traitement avec T1 est classé dans le groupe B alors, la longueur des feuilles de moutarde de chine traité avec ce traitement est significativement supérieure au T2 et T0. Puis, le traitement T2 qui se classe dans le groupe C et significativement supérieur au traitement T0 enfin, le traitement T0 est classé dans le groupe D.

I.1.4 Largeur des feuilles

Elle représente la moyenne de toutes les largeurs des feuilles d'une plante sur la partie la plus large.

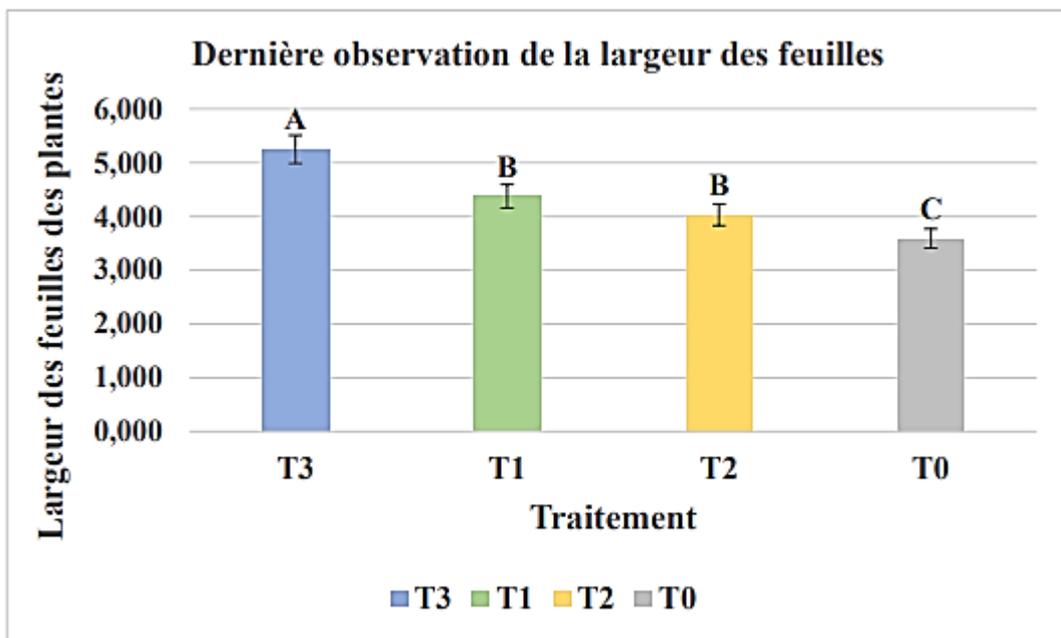


Figure 36: Largeur moyenne des feuilles des *Brassica juncea*

Source : AUTEUR, 2023

En général, pendant l'expérimentation, l'effet des quatre traitements sur la largeur des feuilles du *Brassica juncea* n'avait pas une très grande différence significative (Annexe 9) mais ici, le p-value est toujours inférieur à 0,05 alors il existe une différence significative des effets des différents engrais sur la largeur de moutarde de chine.

La moyenne la plus élevée est celle des plantes traitée avec T3 et le traitement classé dans le groupe A. Ce moyen est significativement supérieur aux trois autres. Après, T1 et T2 ont significativement le même effet sur la largeur des feuilles du *Brassica juncea* et sont classés dans le groupe B. Ces deux traitements sont aussi significativement supérieurs à T0. Enfin, le traitement T0 est classé dans le groupe C

I.1.5 Taux de rendement de production

Il représente la moyenne des poids des échantillons prises à la récolte multiplié par le nombre des plantes sur un mètre carré.

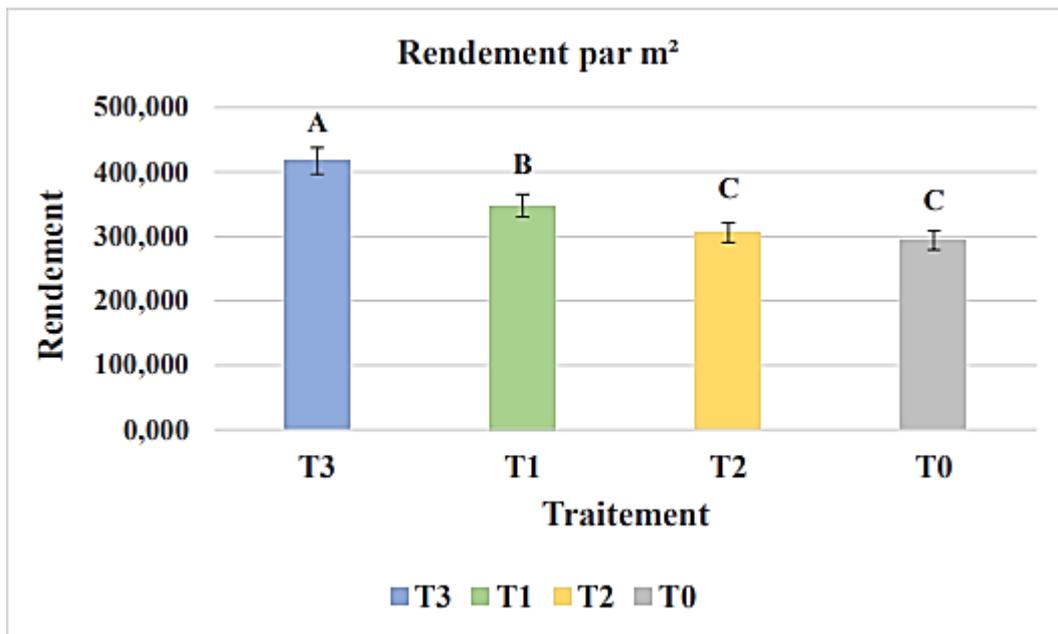


Figure 37: Rendement de *Brassica juncea* par m²

Source : AUTEUR, 2023

D'après cette figure, la moyenne du rendement issue du traitement T3 est la plus élevée et est significativement supérieure à T0, T1 et T2 alors le traitement est classé dans le groupe A. Après, T1 qui est significativement supérieure aux deux autres et classé dans le groupe B. Enfin, les plants traitées avec T2 et T0 ont significativement les mêmes rendements et sont classés dans le groupe C.

Chapitre II : Discussions et recommandations

Cette partie consiste à examiner les résultats au cours de la réalisation de cette étude, histoire d'avoir une meilleure perspective.

II.1 Discussions sur la croissance

D'après le résultat, pendant les 5 observations, la hauteur, la longueur et la largeur des plantes traitées avec l'engrais issue de la combinaison de *Tephrosia* et de la *Tithonia* (T3) et avec le *Tephrosia* seule (T1) sont avérés meilleurs par rapport à ceux de la *Tithonia* seule (T2) du témoin (T0). Ces résultats montrent que les deux fertilisants d'origine végétale pourraient avoir les mêmes éléments minéraux disponibles et améliorer les propriétés physico-chimiques du sol nécessaires à la bonne croissance et au bon développement des plantes. D'après LAVAUD, 2021 ; le *Tephrosia* et la *Tithonia* sont très riche en azote, en phosphore et en potassium qui permet de produire un compost riche favorisant le développement des plants. Une expérimentation de RANDRIANASOLO, 1998, sur la culture de haricot a montré que le compost *Tephrosia* et *Aristida* est riche en azote et en phosphore, mais faible en potassium. Ceci a mené une stabilité remarquable des moyennes des hauteurs et du nombre des gousses des plants. Quant au traitement T2, malgré cette absence de différence significative, son action a été plus effective sur la longueur et la largeur des feuilles des plants par rapport à T0. Cela s'explique du fait que le forme compost de *Tithonia*, la décomposition a permis la libération des éléments minéraux nécessaire à la croissance des moutardes de chine (N, P et K).

D'ailleurs, sur le nombre des feuilles, les 2 premières observations ont montré une égalité de l'analyse statistique des moyennes des effets de tous les engrais sur la moutarde de chine. La 3ème et 4ème observation ont montré que le compost de T1 et de T2 ont été significativement supérieur aux T0 et T3. A la fin de l'observation, la moyenne des plants traités avec T3 a été significativement supérieure à ceux traités par les autres traitements. De ce fait, l'utilisation des différents engrais sur la culture n'a presque pas d'effet sur le nombre des feuilles des plants. Or, SALLA et al., 2022, ont testé l'efficacité de *Thevia* et de *Tithonia* fraîche sur la culture de laitue et le résultat a montré un effet significatif sur le nombre des feuilles. D'après eux, l'Azote et le Phosphore se trouve dans les feuilles de *Tithonia* et une décomposition de ces feuilles entraînent la libération de ces éléments minéraux.

II.2 Discussions sur le rendement

L'étude montre un taux élevé des effets des engrais issus de la combinaison de haie vive et du compost de *Tephrosia* seule sur le rendement des brèdes. La différence significative de ces 2 essais ont été largement supérieur à celui du témoin. Ainsi, d'après une expérimentation de RANDRIANARIMANANA, 2004, une jachère de *Tephrosia* 7 ans, fertilisée par le dépôt de ses feuilles, a produit 3,83 t/ha de haricot en deuxième rang après le *Flemingia congesta* pleine 5 ans. Selon le même auteur, les jachères légumineuses sont les plus efficaces pour l'amélioration de la fertilité chimique et physico-hydrrique de sol qui apparaissent encore sur l'amélioration de la productivité agricole du sol. De ces faits, la matière organique produit par ces 2 haies vives est très riche, ce qui explique le taux élevé des rendements sur le brède.

Quant au compost de *Tithonia* seule, l'analyse statistiquement n'a évoqué aucun effet significatif entre ce compost et le témoin. Comme tous les autres paramètres, cette absence d'effet significative pourrait être expliquée du fait que le *Brassica juncea* aura besoin de plus d'Azote que le Phosphore ou le Potassium, or selon LAVAUD, 2021, pour apporter plus de phosphore et de potassium à la plupart des cultures, un fermier doit apporter 13 à 26 t/ha de biomasse de *Tithonia* fraîche, soit équivalent à 1,3 à 2,6 kg/m². Mais pour atténuer la carence en P, cet apport doit atteindre jusqu'à 33 t/ha de biomasse fraîche ou 5 t/ha de matière sèche.

II.3 Recommandations

Cette dernière partie est consacrée à la proposition de solutions techniques afin d'accroître la production à un niveau plus satisfaisant. Elle est basée sur les contraintes rencontrées durant la réalisation de l'expérimentation, sur les résultats obtenus, sans oublier les observations personnelles et les études bibliographiques.

I.3.1 Du point de vue agronomique

En termes d'agronomie, le sol malgache commence maintenant à être anéanti du fait de l'abus de l'utilisation des engrais synthétique. Cet abus éliminerait les faunes du sol. De plus, le contexte mondial tend actuellement vers une agriculture biologique et le limite de l'utilisation des produits chimiques. Or, la manipulation excessive de ce dernier déprécie la qualité des fruits et légumes. En outre, il est conseillé d'utiliser un système de SCV tel que les haies vives afin de protéger le sol contre l'érosion et en même temps de fertiliser le sol.

I.3.2 Du point de vue économique

Du fait de la tendance vers une agriculture biologique actuellement, les agriculteurs essaient d'éviter l'emploi des engrais synthétiques. De plus, leur prix est devenu de plus en plus cher actuellement. Outre, l'engrais produit du fumier ne peut être produit en quantité suffisante pour combler le besoin de tous les agriculteurs. De ce fait, il est nécessaire d'introduire une nouvelle technique de production de compost riche, à ne pas encore en chercher des matières premières ailleurs mais tout simplement sur le champ de culture et le plus important, de pouvoir produire son propre engrais pour en être indépendant.

I.3.3 Du point de vue social

À part les cataclysmes naturels comme le cyclone et les attaques des maladies et des insectes, les animaux tels que les volailles font partie des ennemis de la culture. Lorsque la culture vient d'être installée, les animaux viennent l'attaquer. Cette attaque entraîne une perte pour les agriculteurs. Pour éviter ce problème entre le voisin, il faut éloigner le champ de culture de la ferme ou bien clôturer le champ. Les haies vives de *Tephrosia* et de *Tithonia* jouent à la fois un rôle de clôture de champs et de plante répulsive et attirante à la fois pour les insectes.

I.3.4 Du point de vue technique

La grande majorité des agriculteurs malgaches ont encore des héritiers de leurs ancêtres dans le domaine de la production agricole. Cependant, ils héritent des techniques culturales de leurs parents ou bien, ils utilisent d'autres techniques qui leur semblent pouvoir produire une bonne quantité de rendement. En plus, plusieurs techniques (type d'engrais) ont déjà été introduites à Madagascar et il est difficile de convaincre les paysans à utiliser d'autres. Les agriculteurs se méfient toujours des nouvelles techniques qui peuvent être pour eux des risques dont ils doivent recourir. Pour éviter ce problème, il faut leur faire observer les pratiques avant d'utiliser cette nouvelle technique.

CONCLUSION

CONCLUSION

La technique de compostage à base de haie vive est une technique utilisée par « la ferme aux mille couleurs » de Faharetana – Morarano - Itasy. Les 2 haies vives : le *Tephrosia vogelii* et la *Tithonia diversifolia* sont les végétaux utilisés pour ce compostage dû à leur richesse en élément nutritifs indispensable à la culture. Après avoir produit des composts issus de ces haies vives, un essai avec le *Brassica juncea* a été fait pour évaluer son efficacité.

Durant l'expérimentation, il y avait des matériels végétaux utilisés pour la production des engrais et plante pour tester leur efficacité ; des matériels techniques spécial pour la production d'engrais et pour la récolte des données ; enfin le dispositif expérimental est divisé en trois blocs et chaque bloc comprend quatre parcelle de culture pour tester l'efficacité des quatre types d'engrais (*Tephrosia*, *Tithonia*, combinaison de *Tephrosia* et *Tithonia* et fumier comme témoin). Plusieurs méthodes ont été utilisés depuis la préparation des engrais, la préparation des parcelles de culture, l'entretien et le suivi des plantes tests, la prise des mesures et traitement des données afin de répondre à la question posée au début, d'évaluer l'objectif et les hypothèses à atteindre puis à parvenir à ce présent document.

Cependant, à partir de l'expérimentation de culture traitée avec l'engrais à base de haie vive, le résultat a montré à la fin que la croissance en hauteur, en longueur et en largeur de la plante test sont meilleurs par rapport à celui du fumier. Tandis qu'il n'a pas un grand effet sur le nombre des feuilles. En outre, le rendement avec ce compost est encore largement supérieur à celui du témoin.

Plusieurs documents ont été consultés afin de comparer le résultat avec les études des autres chercheurs qui ont déjà fait une expérimentation sur d'autres plantes et ont utilisé la *Tephrosia* et la *Tithonia* mais son rareté a limité le travail et a causé le manque de comparaison.

Etant donné que l'étude vise à accroître le rendement par une amélioration qualitative et quantitative, des mesures agronomiques, économiques, sociales et techniques sont préconisées pour tirer profit des facteurs entrant dans la faisabilité et rentabilité de l'utilisation de haie vive.

Pour terminer, d'après le résultat, les hypothèses de cette recherche ont été vérifiées :

- Le compost issu de la *Tephrosia* et *Tithonia* améliore la croissance de *Brassica juncea* ;
- Le compost issu de la *Tephrosia* et *Tithonia* améliore le rendement de production des *Brassica juncea*.

Puis, l'objectif a été atteint puisque les engrais de *Tephrosia* et de *Tithonia* ont été efficaces par rapport au témoin sur la culture de *Brassica juncea*. Alors, l'utilisation de l'engrais issu de haie vive améliore le rendement.

A l'avenir, nous envisageons de vérifier si l'engrais issu de la *Tephrosia vogelli* et *Tithonia diversifolia* a encore une action pesticide.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A. Chevalier, 1937. Plantes ichtyotoxiques des genres *Tephrosia* et *Mundulea*. Leur dispersion, leur culture et leurs propriétés insecticides. Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée, pp. 18
- A. Randrianarimanana, 2004. Etude de l'amélioration de la fertilité des sols sous différents agroécosystèmes de conservation des sols à Manankazo-Tampoketsa. Mémoire de fin d'étude. P 112.
- A. Randrianasolo, 1998. Contribution à l'étude des effets sur la production des différents types de compost. Mémoire de fin d'étude. P 98
- C. Cogneau et B. Gambier, 2014. Plante des Haies Champêtres. Lauréat du Prix PJ Redouté 2010, p 296
- C. Isabelle, 2022. Mon chou est malade. Fiche technique.
- D. Depommier, 1991. Propagation et comportement d'espèces à usages multiples en haies vives pour la zone sahélo-soudanienne. Résultats préliminaires d'essais menés à Gonse et Dinderesso - Burkina Faso. s.l. pages 165
- D. Leonard, 1987. Cultures traditionnelles de pleins champs. Peace corps. Information Collection et Echange. Pages 238
- FAO, 2018. Plateforme de connaissances sur l'agriculture familiale. Manuel, page 1.
- F. Schilliger, 2024. Créez une haie vive. Article Copyright © 2024.
- G. Gautier, 2014. Plantes tropicales Fourragères pour Madagascar. Expérimentation des plantes fourragères et autres plantes (alimentaires etc.), dans le nord de Madagascar
- J. Alexandre, 2021. Caractéristiques de la marguerite (*Tithonia diversifolia*)
- H. Yossi, B. Kaya, CO. Traore, A. Niang, L. Butare, V. Levasseur, D. Sanogo, 2006. Les haies vives au Sahel. État des connaissances et recommandations pour la recherche et le développement, page 5.
- K.Thiombiano, 1999. Etat des connaissances et pratique paysanne de la haie vive défensive. Mémoire de fin d'études. Pages 100

- L. Cippitelli, 2022. Plante pour réimaginer les relations avec les terres à Lubumbashi (RD Congo). Un projet de Luigi Coppola] Illustrations Merkal Abilwa
- L. Heitz, 2013. Lutte et traitement biologique contre l'oïdium. Blog des jardiniers curieux.
- L. Wacker, 2022. Comment limiter la hernie du chou sur colza ? Blog sur la protection de culture.
- B. Lisan, 2014. Plantes tropicales Fourragères pour Madagascar, document développement durable. Page 5
- M. Auriol, 2018. Comment se débarrasser des limaces aux jardins ?
- M. Salla, D. Abobi, S. Coulibaly, K. Traore, 2022. Effet de biofertilisants à base de *Tithonia diversifolia* et de *Thevetia nerrifolia* sur la production de la laitue en Côte d'Ivoire. p 5.
- N. Guellier, 2021. Moutarde de chine (*Brassica juncea*), un subtil piquant en salade.
- N. Guellier, 2022. Créer une haie sèche ou haie de Benjes : pourquoi et comment ? Editions Terre vivante - 120 pages
- N. Guellier, 2023. Tournesol du Mexique (*Tithonia rotundifolia*), des fleurs tout l'été
- O. Lavaud, 2021. Utilisation de *Tithonia diversifolia* (Tournesol mexicain) en Afrique de l'Ouest.
- P. Bouvard, 2018. Nouvelle plantation d'arbres pour des cartes encore plus écolo! Plantation 2018.
- P. Gregis, 2023. *Tithonia*, tournesol mexicain. p 5 25.
- P. Puccio, 2023. *Tithonia diversifolia*
- R. Des Fontaines et AL. Jussieune, 1789. *Tithonia*
- R. Proust, R. Bisoma, et M. Samuel, 2017. 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. Copyright ISSR Journals.
- S. Prakash, 1980. Cruciferous oilseeds in India. P 151-163.

TAFO MIHAAVO, 2020. Support de formation en agriculture, pêche et pisciculture pour une résilience face aux effets du changement climatique. Support adapté à la région Diana, p 7.

T. Le Bourgeois et. JA. Randriamampianina, 2023. Identification et Connaissance des Adventices Tropicales et Méditerranéennes.

T. Motis, 2017. La sélection de légumineuses comme engrais verts/cultures de couverture. ECHO Pratiques Exemplaires. Collection engrais vert et culture de couverture.

REFERENCES WEBOGRAPHIQUES

http 1 : lavierebelle.org/tithonia-diversifolia-89

http 2 : arbresetpaysagesdautan.fr

http 3 : www.notrenature.be/article/les-haies-mortes-un-plus-pour-la-biodiversite

http 4 : dessinerjardin.fr/haie-morte-ou-haie-seche

http 5 : www.lamaisonsaintgobain.fr/jardin-terrasse/conseils/amenager-espaceexterieur/quand-la-haie-vegetale-s-invite-dans-lejardin#:~:text=Une%20haie%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20consiste%20en,prot%C3%A9ger%20des%20regards%20indiscrets..

http 6 : www.jardi22.fr/haie-vive/

http 7 : noe.org/pourquoi-planter-haies-utile-biodiversite

http 8 : www.formad-environnement.org/2020-Fiche-I-5_Les-haies-vives.pdf

http 9 : www.techno-science.net/glossaire-definition/Engrais.html

http 10 : www.cultureindoor.com/fr-mq/content/103-engrais-biologique

http 11 : lavierebelle.org/tephrosia-vogelii-umuruku

http 12 : www.shutterstock.com/fr/image-photo/tephrosia-vogelii-plant-pink-flowers-spiky2279752217

http 13 : www.inaturalist.org/taxa/280795-Tephrosia-vogelii

http 14 : www.picturethisai.com/fr/wiki/Tephrosia_vogelii.html

http 15 : portal.wiktrop.org/fr/species/show/356.

http 16 : essembio.com/produits/1463-semences-biologiques-semences-florales-tithoniasoleil-du-mexique-bio

http 17 : [transjardins.org/portfolio/tithoniadiversifolia/#:~:text=Les%20branches%20et%20feuilles%20obroy%C3%A9es,elles%20l'enric%20hissent%20en%20phosphore 61](http://transjardins.org/portfolio/tithoniadiversifolia/#:~:text=Les%20branches%20et%20feuilles%20obroy%C3%A9es,elles%20l'enric%20hissent%20en%20phosphore%2061)

http 18 : www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/brassicaceae/brassicajuncea/fichas/ficha.htm

http 19 : www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Cultureepices/moutarde/Moutarde%20brune_Wikipedia-Fr.pdf

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1: journal d'activité

Date	Occupation
08 mai 2023	Taillage de haie vive de <i>Tephrosia</i> et pesée
09 mai 2023	Découpage des <i>Tephrosia</i> avec la hache paille
10 mai 2023	Préparation du compost de <i>Tephrosia</i>
16 mai 2023	Taillage de haie vive de <i>Tithonia</i> et pesée
17 mai 2023	Découpage des <i>Tithonia</i> avec la hache paille
18 mai 2023	Préparation du compost de <i>Tithonia</i>
24 mai 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
01 juin 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tithonia</i>
09 juin 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
19 juin 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tithonia</i>
23 juin 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
03 juil. 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tithonia</i>
10 juil. 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
19 juil. 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tithonia</i>
24 juil. 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
01 aout 2023	Murissement du compost de <i>Tithonia</i>
07 aout 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
23 aout 2023	Arroser et retourner le compost de <i>Tephrosia</i>
09 aout 2023	Murissement du compost de <i>Tephrosia</i>
10 sept 2023	Semis des <i>Brassica juncea</i>
23 sept 2023	Repiquage et première observation des jeunes plants
27 sept 2023	2 ème observation
01 oct. 2023	3 ème observation
05 oct. 2023	4 ème observation
09 octobre 2023	5 ème observation et récolte

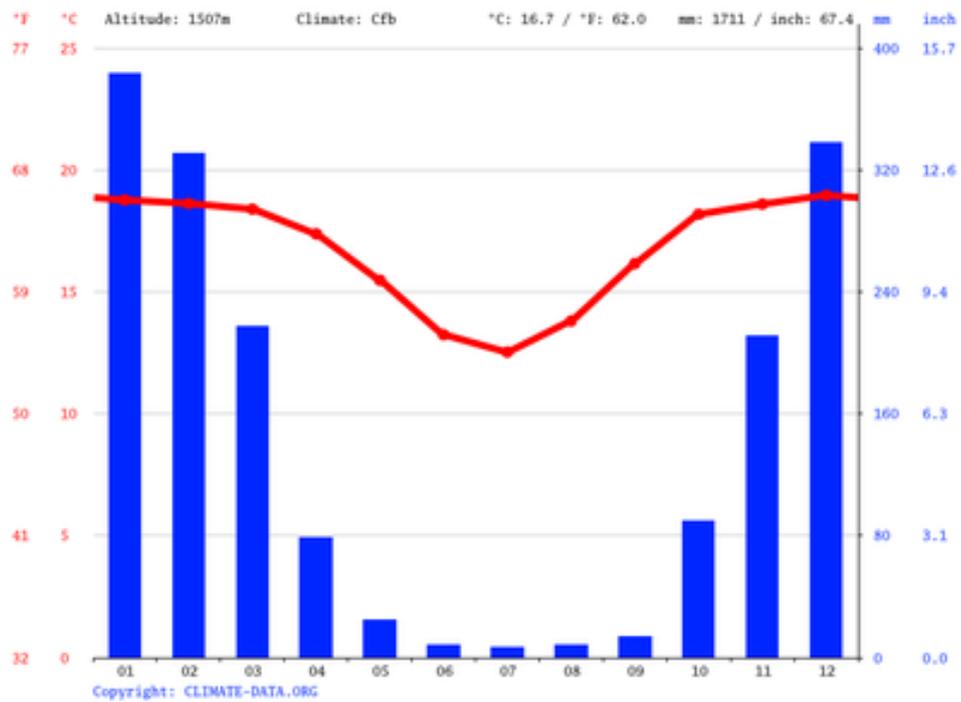
Source : AUTEUR, 2023

Annexe 2: Climat du site d'étude

Date	Température moyenne min	Température moyenne max
10/09/23	13°C	27°C
11/09/23	10°C	26°C
12/09/23	9°C	28°C
13/09/23	12°C	27°C
14/09/23	11°C	25°C
15/09/23	12°C	26°C
16/09/23	10°C	26°C
17/09/23	11°C	28°C
18/08/23	12°C	28°C
19/09/23	11°C	25°C
20/09/23	14°C	26°C
21/09/23	15°C	25°C
22/09/23	13°C	26°C
23/09/23	15°C	26°C
24/09/23	15°C	26°C
25/09/23	11°C	27°C
26/09/23	12°C	25°C
27/09/23	13°C	24°C
28/09/23	11°C	21°C
29/09/23	11°C	27°C
30/09/23	12°C	29°C

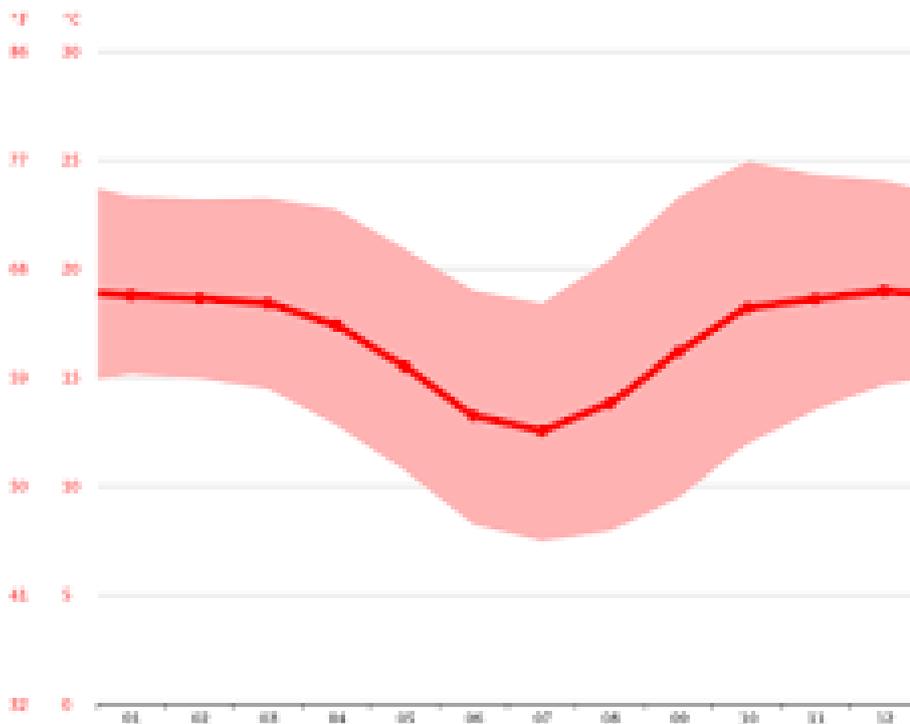
Source : Météo et climat à Antsirabe Madagascar.

Ombrothermique du site d'étude



Source : Climate-Data.org

Température



Source : Climate-Data.org

Annexe 3: Préparation du compost de *Tephrosia*

Les matériels utiles pour la production du compost à base de *Tephrosia* sont présentés dans le tableau suivant.

Ingrédient	Mesure	Quantité
Fumier	Sobika	3
Feuilles sèches	Sobika	12
<i>Tephrosia</i>	Sobika	9
Tronc de bananier	Sobika	6
Eau	Litre	30

Source : AUTEUR, 2023

Annexe 4: Préparation du compost de *Tithonia*

Le tableau ci-dessous citera les matériels utilisés pour la production du compost à base de *Thonia*.

Ingrédient	Mesure	Quantité
Fumier	Sobika	3
Feuilles sèches	Sobika	15
<i>Tithonia</i>	Sobika	12
Eau	Litre	30

Source : AUTEUR, 2023

Annexe 5: Biomasse de haie vive

Les haies vives taillées sont pesées, puis un échantillon de 1 kg est séché et est pesé pour connaître la biomasse produit sur un périmètre ou surface donné. Ensuite, après avoir les découpés, son volume est mesuré afin de connaître combien de m³ d'herbe sèche et de fumier faut-il pour la production du compost. Enfin, lorsque le compost est mûr, son volume est mesuré.

<i>Tephrosia</i>												
Frais							Sec					
Couper			Découper avec la hache paille									
Age (mois)	Surface ou périmètre (m ² ou m)	Poids (Kg)	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Volume (m ³)	Poids (Kg)	Longueur (m)	largeur (m)	Hauteur (m)	Volume	
6	83m	83,44	1,5	1	0,33	0,49	20,02	1	0,5	0,2	0,1	
36	336m ²	188,32	1,5	1	0,75	1,12	45,2	1	0,75	1	0,75	
36	216m ²	171,97	1,5	1	0,69	1,03	41,27	1	0,75	0,6	0,45	
24	64m	37,2	1	1	0,35	0,35	8,5	0,5	0,5	0,4	0,1	

D'après ce tableau, une haie vive de *Tephrosia* de 6 mois sur un périmètre de 83 m peut produire 83,44 kg de biomasse fraîche et après être découpée avec la hache paille, il a un volume de 0,49 m³. Alors, si elle est taillée à peu près 3 fois par an, elle pourra produire jusqu'à 250,32 kg de biomasse verte et 1,47 m³ de volume. En séchant, elle produit 20,02 kg de biomasse sec avec un volume de 0,1 m³.

Pour une *Tephrosia* cultivée sur une surface de 336 m², avec un espacement de 1 m, taillée pour la 8ème fois, elle produit 188,32 kg de biomasse verte avec un volume de 1,12 m³. Elle a un poids sec de 45,2 kg et un volume de 0,75 à sec.

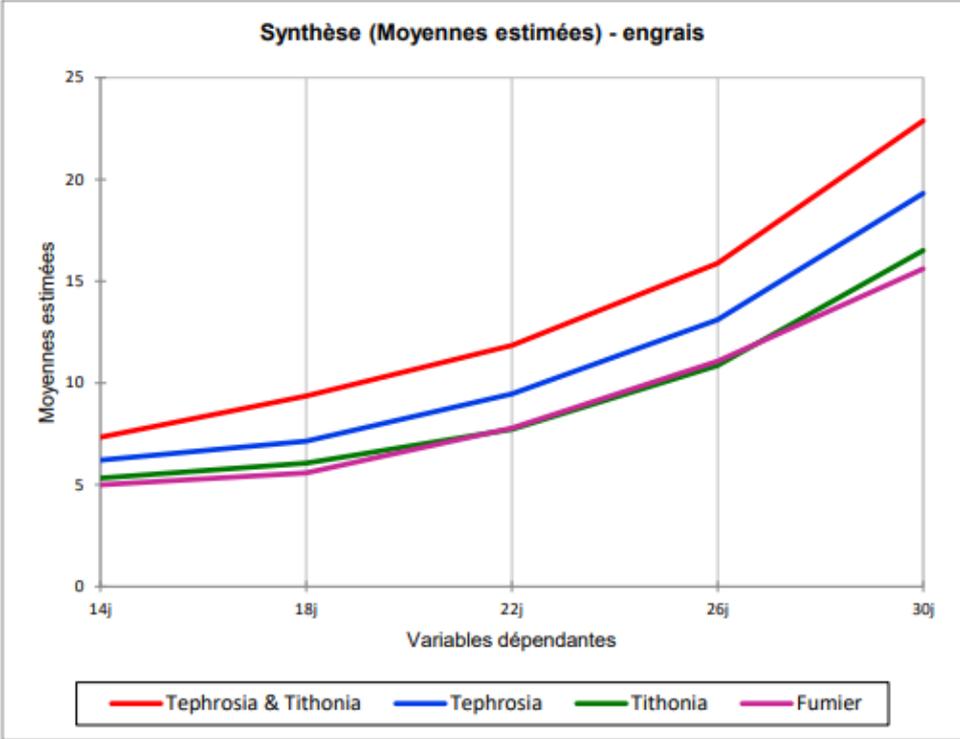
Une haie de 3 ans avec un espacement de 2 m produit 171,97 kg de biomasse verte et 1 m³ de volume. A sec, elle pèse 41,27 kg et a 0,45 m³ de volume.

Une haie vive de *Tephrosia* 2 ans cultivée sur un périmètre de 64 m, elle produit 37,2 kg de biomasse verte à un volume de 0,35 m³. A sec, elle pèse 8,5 kg avec un volume de 0,1 m³.

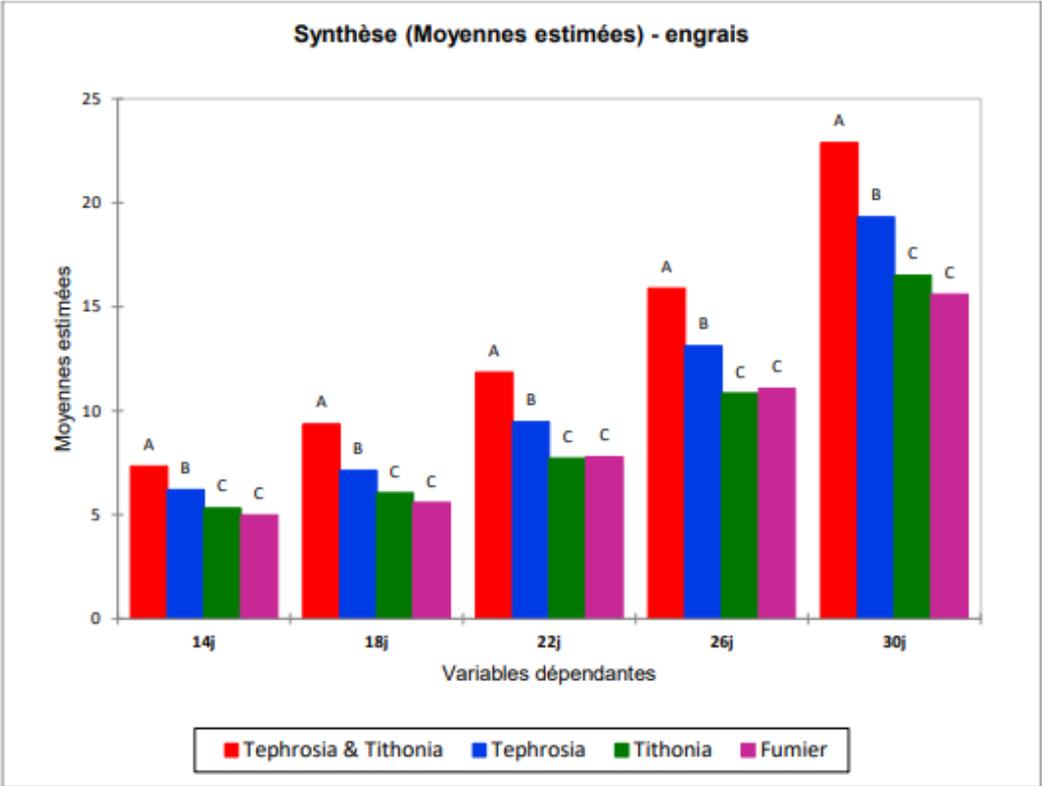
<i>Tithonia</i>											
Fraiche							Sèche				
Couper	Découper avec la hache paille										
Age (mois)	Surface/périmètre (m ² /m)	Poids (Kg)	Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Volume (m ³)	Poids (Kg)	Longueur (m)	largeur (m)	Hauteur (m)	Volume (m ³)
12	86m	98,4	1,5	1	0,53	0,79	32,47	1	0,5	0,2	0,1

Ce tableau montre la biomasse de *Tithonia* produit sur un terrain de 86 m de périmètre. Elle date de 1 an et s'est taillée pour la 2^{ème} fois. Elle a produit 98,4 kg de biomasse fraiche qui a un volume de 0,79 m³. A sec, elle pèse 32,47 kg avec un volume de 0,1 m³.

Annexe 6: Résultat sur la croissance en hauteur



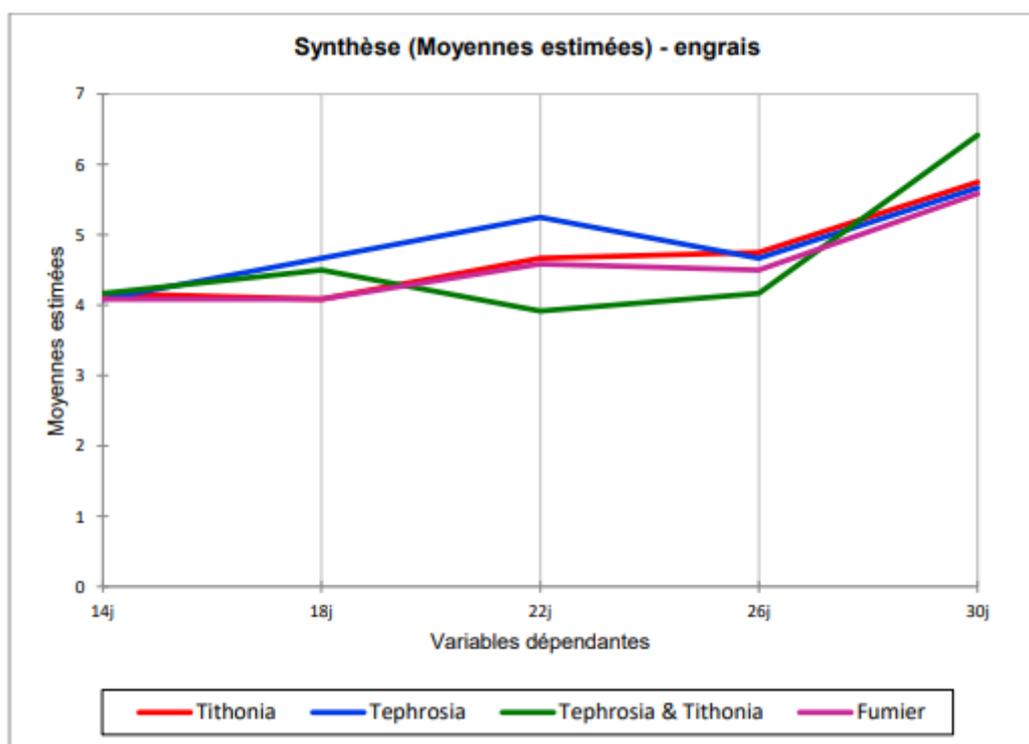
Source : AUTEUR : 2023



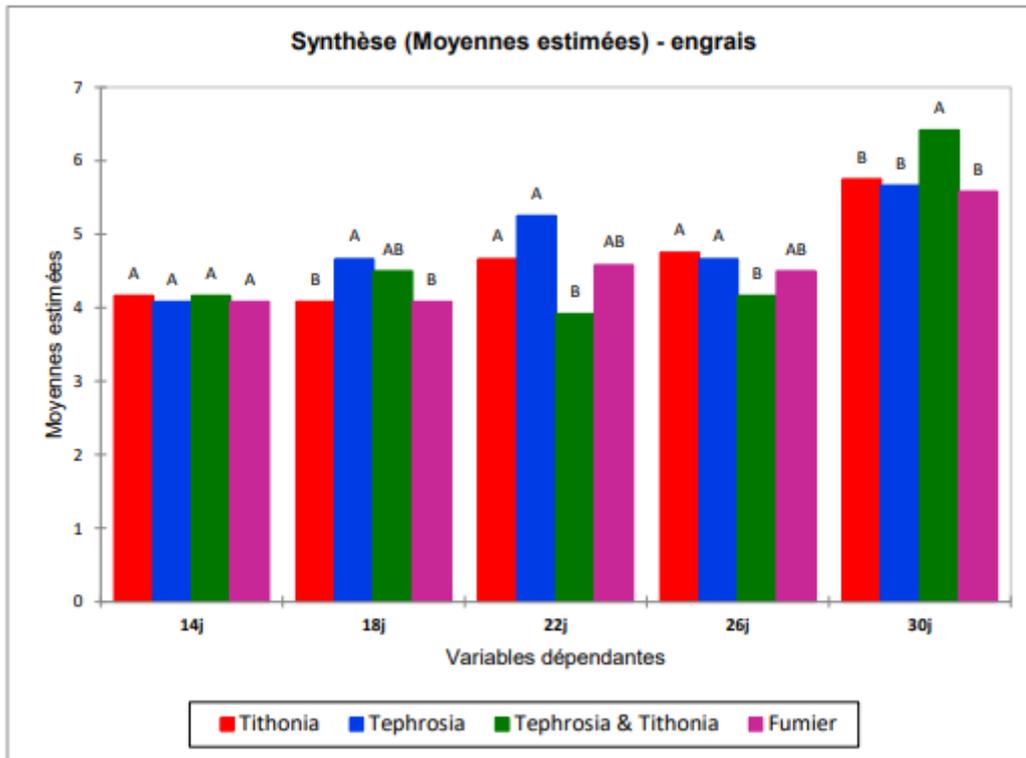
Source : AUTEUR : 2023

La courbe et le diagramme ci-dessus montrent la synthèse des moyennes en hauteur du *Brassica juncea* traité par 4 types d'engrais : combinaison de *Tephrosia* et *Tithonia*, *Tephrosia* seule, *Tithonia* seule et fumier. Ce sont les 5 observations faites sur la culture du 14^{ème} j au 30^{ème} jour après semis. La couleur rouge désigne l'engrais issu de la combinaison et vu la courbe le diagramme en bâton, sa moyenne est le plus élevé de tous pendant toute les obs. Ensuite, la couleur bleu, indique la moyenne des hauteurs des brèdes traités avec le compost de *Tephrosia*, qui se trouve sur le second rang des hauteurs le plus élevé. Ensuite, la moyenne des hauteurs traité avec la *Tithonia* de couleur vert et le avec le fumier de couleur violet qui n'ont pas une grande différence dans la courbe et dans le diagramme.

Annexe 7: Résultat sur le nombre des feuilles



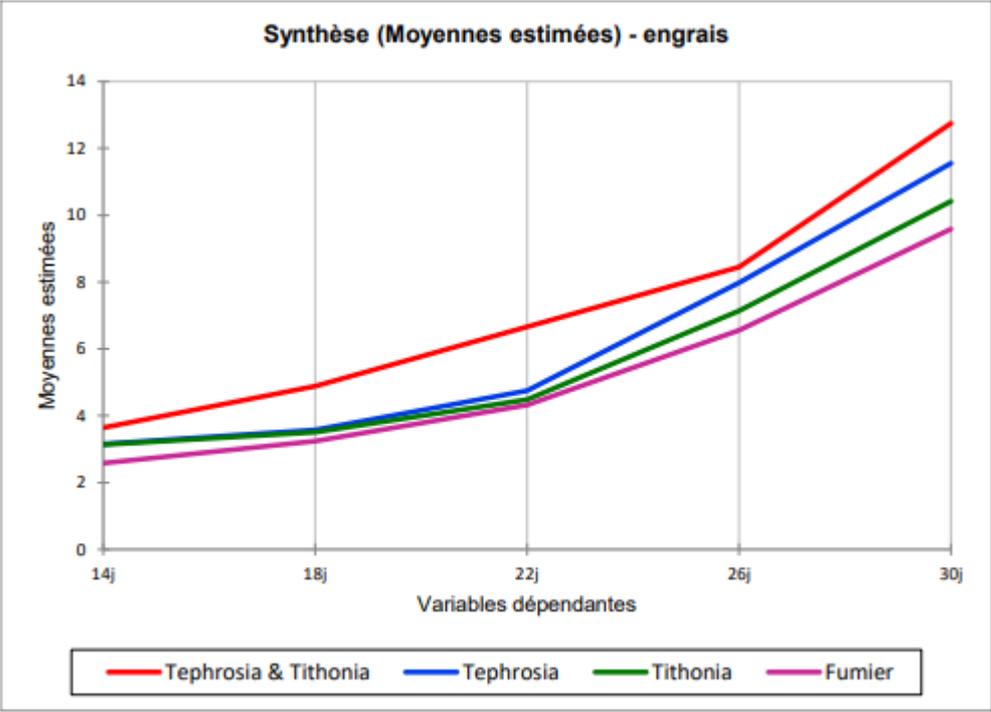
Source : AUTEUR, 2023



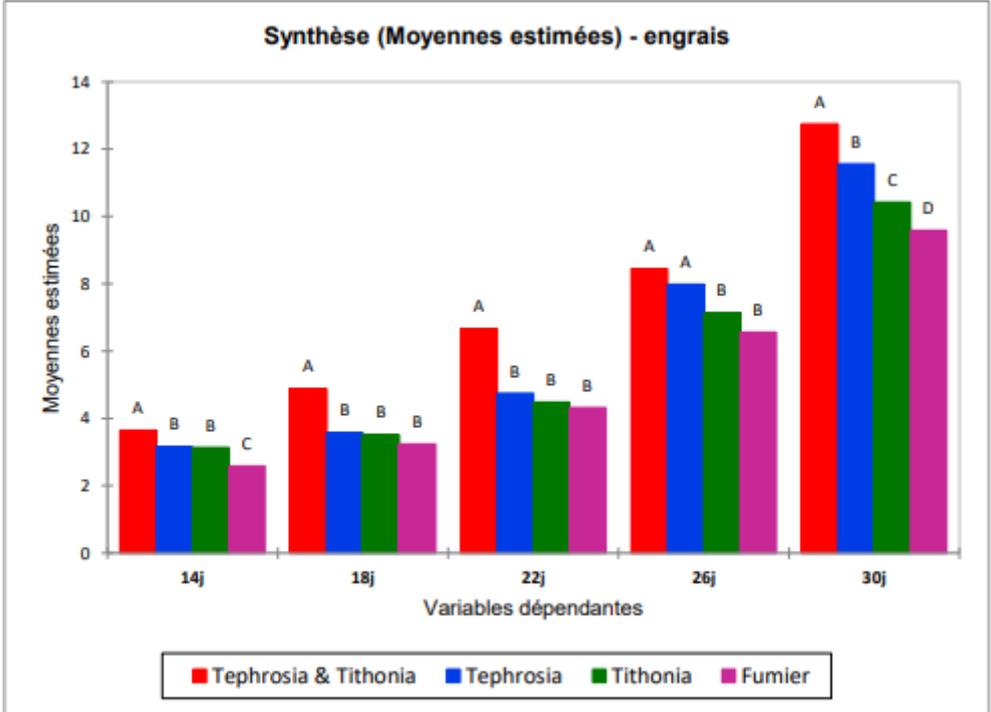
Source : AUTEUR, 2023

Les moyennes de nombre des feuilles sont présentées par la courbe et le diagramme ci-dessus. La couleur rouge indique la *Tithonia*, la bleue pour la *Tephrosia*, la verte pour le fumier et la villette pour la combinaison. En gros, les différents engrais n'ont pas d'effet significatif sur le nombre des feuilles des brèdes.

Annexe 8: Résultat sur la longueur des feuilles.



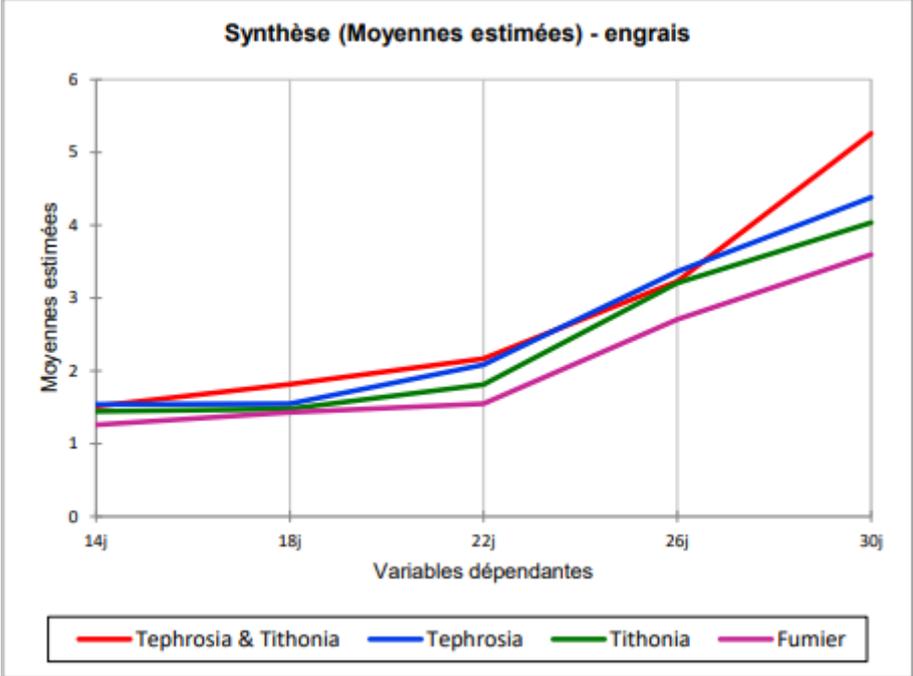
Source : AUTEUR, 2023



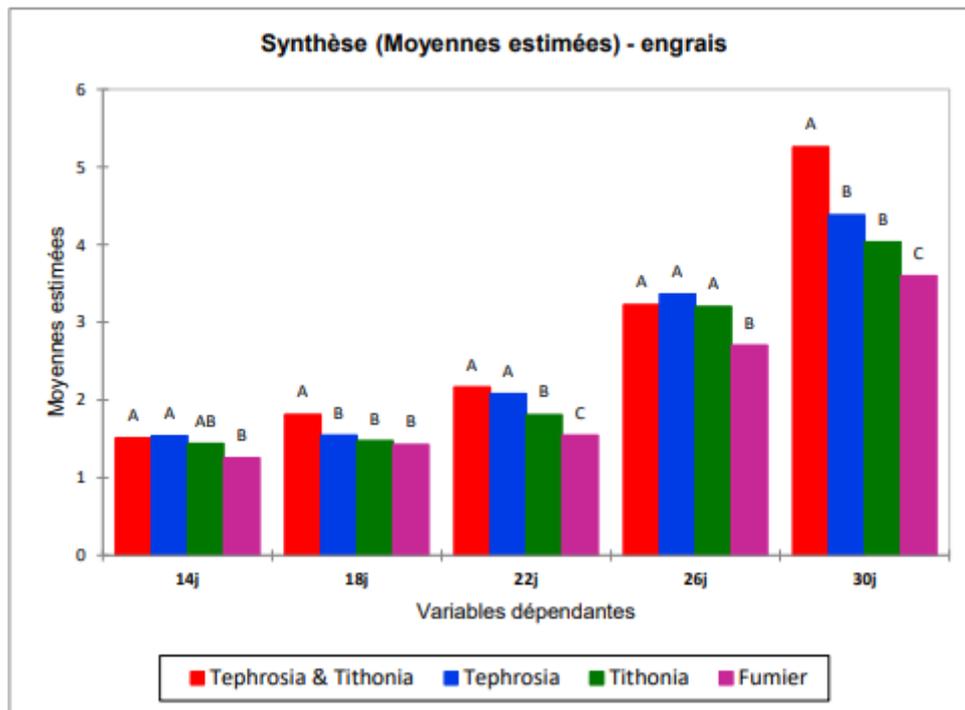
Source : AUTEUR, 2023

Ce courbe le ce diagramme montrent les moyennes de croissance des longueurs des feuilles des plantes test au cours des 5 observations de la culture. La couleur rouge désigne la moyenne de traitement avec la *Tephrosia* et *Tithonia* qui est toujours le plus élevé, différent significativement aux autres. Le bleu indique la *Tephrosia*, le vert pour la *Tithonia* et le violet pour le fumier qui n'ont pas des différences significatives durant les 3 première observation, tandis qu'au cours des 2 dernière, une légère hausse des moyennes de la *Tephrosia* est observé si à la fin, une différence significative existe entre les différents traitements.

Annexe 9: Résultat sur la largeur des feuilles



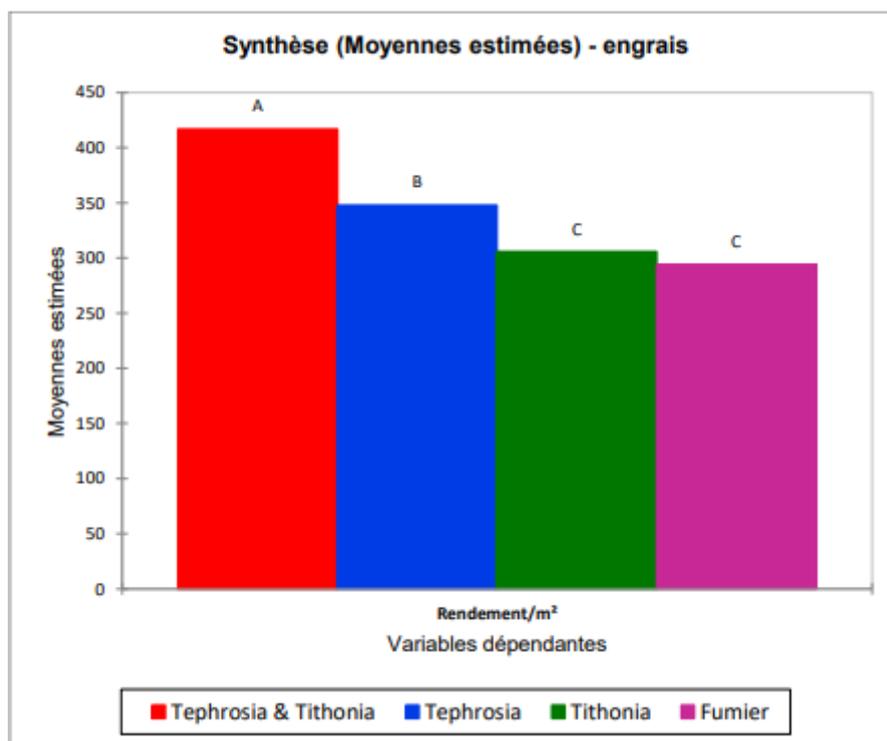
Source : AUTEUR, 2023



Source : AUTEUR, 2023

Les moyennes des largeurs des feuilles des brèdes sont représentées par la courbe et le diagramme ci-dessus durant les 5 observations. Le rouge indique celles de traités par la combinaison, la bleue celle des *Tephrosia*, la verte celle des *Tithonia* et la violette celle des fumiers. Vu la courbe et le diagramme, une grande différence significative n'est pas aperçu sur la largeur des feuilles qu'au cours de la 5ème observation.

Annexe 10: Résultat sur le rendement.



Source : AUTEUR, 2023

Le diagramme ci-dessus représente la moyenne de rendement de *Brassica juncea* dans une surface de 1 m² pour chaque type d'engrais, au cours de la récolte. La couleur rouge indique le rendement traité avec la combinaison de *Tephrosia* et *Tithonia* qui est significativement supérieur aux autres. La couleur bleue désigne le rendement avec le *Tephrosia* seule, sur la 2ème place et significativement supérieur aux 2 autres. La verte et la violette indique les rendements des *Tithonia* et fumier respectivement. Ils n'ont aucune différence significative.