



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



Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : Agriculture

Parcours : Science et technique agricole
Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence

**Effets des doses croissantes de fumier sur la
culture du Pe-tsai (*Brassica rapa pekinensis*)
dans la région Vakinankaratra**



Présenté par : RANDRIANANTENAINA Nicolas

Soutenu le : 30 Octobre 2023

Devant le jury composé de:

Président: Dr. RAKOTOSON Luciano Tatiana (Docteur en Sciences Agronomiques)

Encadreur pédagogique: Dr. RAJAONA Arisoa (Docteur en Sciences Agronomiques)

Examineur: Dr. RAZAFINTSALAMA Harimenja (Docteur en Sciences Agronomiques)

Année Universitaire : 2022-2023

Promotion : Mamoà 2019-2023



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



Domaine : Sciences de l'ingénieur

Mention : Agriculture

Parcours : Science et technique agricole
Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Licence

**Effets des doses croissantes de fumier sur la
culture du Pe-tsai (*Brassica rapa pekinensis*)
dans la région Vakinankaratra**



Présenté par : RANDRIANANTENAINA Nicolas

Soutenu le : 30 Octobre 2023

Devant le jury composé de:

Président: Dr. RAKOTOSON Luciano Tatiana (Docteur en Sciences Agronomiques)

Encadreur pédagogique: Dr. RAJAONA Arisoa (Docteur en Sciences Agronomiques)

Examineur: Dr. RAZAFINTSALAMA Harimenja (Docteur en Sciences Agronomiques)

Année Universitaire : 2022-2023

Promotion : Mamoà 2019-2023

REMERCIEMENTS

Avant tout, gloire à Dieu qui m'a donné la connaissance, la force et l'intelligence pour d'accomplissement de mon étude.

Ensuite, un grand remerciement aussi :

A Monsieur ANTSONANTENAINAHARIVONY Ononamandimby, le directeur de l'IES-AV, pour avoir organisé toutes les activités à l'école,

Au Docteur RAKOTOSON Luciano Tatiana, Présidente du jury, d'avoir accepté à présider ce travail de mémoire,

Au Docteur RAZAFINTSALAMA Harimenja, Examineur, qui a fait l'honneur d'examiner ce mémoire,

Au Docteur RAJAONA Arisoa, Encadreur pédagogique, de nous a guidé au cours de la rédaction et pour sa grande disponibilité,

A tous les Prêtres à la ferme de l'EKAR Antsahatanteraka avec ses partenaires et les travailleurs pour leurs aides matériels techniques et biologiques,

A Monsieur RATSIMBAZAFY Naval, Encadreur professionnel, technicien au sein de la ferme EKAR Antsahatanteraka, pour ses conseils ses suggestions à la réalisation de ce travail sur terrain,

A tous nos collègues, pour leurs aides à la réalisation de notre stage et la rédaction.

Enfin, nous adressons nos vifs remerciements à toute notre famille, nos parents, nos frères et nos sœurs, pour leur soutien et encouragement durant cette étude, ainsi que leur aide sur les aspects financiers, matériels, connaissances.

RESUME

La culture maraichère a une place très importante sur le plan économique de la population Malgache. La production dépend sur le type et la quantité des fertilisations utilisées. Vakinankaratra est l'une de région la plus productive en légumes à Madagascar. Le problème qui se pose se trouve premièrement dans le choix de fertilisant à utiliser; et deuxièmement sur la dose à appliquer. Le choix de l'engrais utilisé était porté sur le fumier à cause de leur disponibilité chez la plupart des paysans. Cette étude a un but d'identifier l'efficacité de dose croissante de fumier de vache sur la culture de pe-tsai en saison froide. Pour maintenir la productivité de ces légumes, nous avons essayé de planter le pe-tsai avec les doses croissantes de fumier de vache (0 T/ha, 5T/ha, 10T/ha et 50T/ha). Les collectes de données ont été effectués tous les neuf jours et cinq récoltes ont été effectuées (9, 18, 27, 36 et 45 jours après récolte) durant l'expérimentation où la surface foliaire, le nombre de feuille, le poids frais, la hauteur et le poids sec des plantes ont été mesurés. L'augmentation de la dose de fumier utilisé, de 0 à 50 T, devrait entraîner une augmentation de rendement du pe-tsai. Les doses à 5T/ha et le traitement témoin sont généralement utilisés par les agriculteurs qui s'appuient sur la supposition que leur sol est fertile. Pour la hauteur (29, 33, 30 et 34 cm) et le nombre de feuille (16, 17, 18 et 19 feuille), il n'y avait pas de différence significative entre les traitements. Concernant le poids frais (238 g), le poids sec (15 g) et la surface foliaire (4286 cm²), le traitement T3 est significativement supérieur à celles des autres traitements. Pour la surface foliaire spécifique, le traitement T2 possède une surface foliaire plus élevé (72 g/m²). La dose à 50T/ha pourrait être plus efficace par rapport aux autres dose, mais n'est pas rentable pour les agriculteurs, en raison de l'abondance d'engrais utilisées, et cela crée une perte pour les paysans. Ainsi, le fumier de vache n'est pas idéal pour la culture des plantes à court cycle (le pe-tsai). La minéralisation de fumier de vache est lente, donc, ils ne sont pas directement assimilables par la plante si on l'incorpore au moment du repiquage.

Mots clés : fumier de vache, cultures maraichères, choux chinois, rendement, efficacité

ABSTRACT

Vegetable cultivation has a very important place economically for the Malagasy population. Production depends on the type and quantity of fertilizer used. This study aims to identify the effectiveness of increasing doses of cow manure on pe-tsai cultivation in the cold season. Vakinankaratra is one of the most productive vegetable regions in Madagascar. To maintain the productivity of these vegetables, we tried to plant pe-tsai with increasing doses of cow manure (0 T/ha, 5 T/ha, 10 T/ha and 50 T/ha). The data collection has been undertaken every 9 days so that 5 destructive harvests have been done (9, 18, 27, 36 and 45 days after transplantation). After the harvest, leaf surface, leaf number, fresh weight, plant height and the dry weight were measured. The increase of the fertilizer dose from 0 to 50 T/ha should also increase the yield of pe-tsai. The choice of fertilizer used was based on manure because of its availability among most farmers. The 5 T/ha dose and control treatment are generally used by farmers who rely on the assumption that their soil is fertile. For the plant height (29, 33, 30, and 34 cm) and the leaf number (16, 17, 18 and 19 leaves) did not show a significant difference between treatments. For the obtained fresh weight (238 g), the dry weight (15 g) and the leaf surface (4286 cm²), they are high compared to the results of other treatments. The 50 T/ha dose could be more effective compared to the other doses, but is not profitable for farmers, due to the abundance of fertilizers used, and this creates a loss for farmers. Thus, cow manure is not ideal for growing short-cycle plants (pe-tsai). The mineralization of cow manure is slow, so they cannot be directly assimilated by the plant if they are incorporated at the time of transplanting.

Key words: cow manure, vegetable crops, Chinese cabbages, plant yield, fertilizer efficiency

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
RESUME.....	ii
ABSTRACT.....	ii
TABLES DES MATIERES.....	iii
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES PHOTOS.....	viii
LISTE DES ABREVIATIONS	ix
LISTE DES UNITES.....	x
LISTE DES ANNEXES	xi
GLOSSAIRE.....	xii
INTRODUCTION	1
Première partie: CADRE DE L'ETUDE.....	
<i>I. Synthèse bibliographique</i>	3
I.1. Généralité sur le pe-tsai	3
I.1.1. Critères de sélection de légumes	3
I.1.2. Caractéristique nutritionnelle	3
I.1.3. Bienfaits des pe-tsai	4
I.1.4. Ecologie du pe-tsai	4
I.1.5. Classification Botanique	5
I.2. Le fumier de vache	5
I.3. Matière organique	6
I.3.1. Définition	6
I.3.2 Importance de la matière organique	6
I.3.3. Rôles de la matière organique	6
<i>II. Présentation de l'organisme d'accueil</i>	8

Deuxième partie: MATERIELS ET METHODES.....	
<i>I. Matériels</i>	<i>9</i>
I.1. Zone d'étude.....	9
I.2. Climat	9
I.3. Matériels techniques.....	10
I.4. Matériel végétal	11
I.5. Méthodes de séchage.....	12
<i>II. Méthodes</i>	<i>12</i>
II.1. Dispositif expérimental	13
II.2. Déroulement de l'expérimentation	13
II.3.1. Défrichage et nettoyage de la parcelle	13
II.3.2. Travail du sol.....	14
II.3.3. Préparation de la pépinière.....	14
II.3.4. Culture de pe-tsai	14
II.3.5. Semis à la pépinière.....	15
II.3.6. Repiquage des plants produit en pépinière.....	15
II.3.7. Suivi et entretien des plants après le repiquage	16
II.5. Méthodes pour collecter les donnés	17
II.6. Analyse de données.....	17
Troisième partie: RESULTATS , DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS	
<i>I- RESULTATS ET INTERPRETATIONS.....</i>	<i>18</i>
I.1. Taux de mortalité	18
I.2. Hauteur en moyenne des plantes	18
I.3. Nombre de feuille en moyenne des plantes	20
I.4. Poids frais en moyenne des plantes (PF)	22
I.5. Surface foliaire en moyenne des plantes (SF).....	24
I.6. Poids sec en moyenne des plantes (PS)	26
I.7. Surface Foliaire Spécifique (g/m²) en moyenne des plantes (SFS)	27
<i>II- DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS</i>	<i>30</i>
II.1. Discussion	30
II.1.1. Hauteur	30
II.1.2. Nombre de feuille	31
II.1.3. Poids frais.....	31
II.1.4. Surface foliaire.....	32
II.1.5. Poids sec.....	32
II.1.6. Surface Foliaire Spécifique (g/m²)	33
II.2. Recommandation	34

CONCLUSION	35
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES.....	36
ANNEXES	I

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Rôles des matières organiques	7
Tableau 2: Les différentes doses de FV pour les différents traitements	13
Tableau 3: Taux de mortalité et pourcentage par traitement	18
Tableau 4: Analyse de la variance de la hauteur des plantes	19
Tableau 5: Analyse de la variance de nombre des feuilles des plantes	21
Tableau 6: Analyse de variance des poids frais des plantes	23
Tableau 7: Analyse de variance surface foliaire des plantes	24
Tableau 8: Analyse de variance de poids sec des plantes	26
Tableau 9: Analyse de variance SFS (g/m^2) des plantes.....	28

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Proportion d'élément nutritionnel contenu dans le pe-tsai.....	4
Figure 2 : Carte de la commune rurale Andranomanelatra.....	9
Figure 3: Diagramme ombrothermique d'Antsirabe.....	10
Figure 4 : Graine de pe-tsai.....	11
Figure 5 : Schéma de dispositif expérimental.....	13
Figure 6 : Évolution de la hauteur entre traitements et les récoltes	18
Figure 7: Hauteur moyenne des plantes pour les 4 traitements au 45 JAR	19
Figure 8: Évolution des nombres des feuilles entre les traitements et les récoltes	20
Figure 9: Nombre de feuille pour les 4 traitements à la 5 ^{ème} récolte	21
Figure 10: Poids frais en fonction des traitements durant les cinq récoltes.....	22
Figure 11: poids frais au 45 JAR en fonction des traitements	23
Figure 12: Evolution de la surface foliaire entre les traitements et les récoltes	24
Figure 13: Surface foliaire au 45 JAR en fonction des traitements	25
Figure 14: Variation de poids sec pendant cinq récoltes pour les traitements.....	26
Figure 15: Poids sec en fonction des différents traitements au 45 JAR	27
Figure 16: Évolution de SFS en fonction du traitement durant les cinq récoltes	28
Figure 17: SFS des plantes en fontion des traitements au 45 JAR	28

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Chou de Chine	5
Photos 2 : Matériels techniques et Leaf Area avec surface capté	11
Photos 3 : Balance électronique et Mètre ruban	11
Photo 4 : Séchage des plantes	12
Photo 5 : Travail du sol	14
Photo 6 : Fumier de vache à épandre à la pépinière	14
Photos 7 : Arrosage et repiquage des jeunes plantes	15
Photos 8 : Parcelle après repiquage (bien humide)	15
Photo 9 : Binage des cultures	16
Photos 10 : <i>Agrotis segetum</i> (Vers gris) et la plante attaqué	17
Photos 11 : Pulvérisation des cultures et POLY PRO 440EC	17

LISTE DES ABREVIATIONS

- ANOVA : Analyse de Variance
- C : Carbone
- C/N : Rapport entre Carbone et Azote
- CEC : Capacité d'Échange Cationique
- Ceffel: Centre d'Expérimentation et de formation en fruits Et Légumes
- ETM : Élément Traces Métallique
- FAO: Food and Agriculture Organization
- FKT: Fokontany
- FOFIFA: FOibem-pirenena mamba ny Fikarohana ampiharina amin'ny Fampandrosoana ny Ambanivohitra
- FV : Fumier de Vache
- INSTAT : Institut Nationale de la Statistique
- JAR : Jours Après Repiquage
- JICA : Agence Japonaise de la Coopération International
- K : Potassium
- LA : Leaf Area
- MAEP : Ministère de l'Agriculture de l'Élevage et de la Pêche
- MO : Matière Organique
- NutriHAF : Nutrition, Horticulture et Agroforesterie
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- P : Phosphore
- PF : Poids Fraiche
- PIB : Produit Intérieur Brut
- PNUD : Programme de Nation Unies pour le Développement
- PS : Poids Sec
- R : Récolte
- RN : Route Nationale
- SF : Surface Foliaire
- SFS : Surface Spécifique Foliaire

LISTE DES UNITES

% : Pourcentage

°C : Degré Celsius

Cm : centimètre

g: gramme

Ha: hectare

Kg: kilogramme

L : litre

m² : mètre carré

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Les différents matériels techniques avec leur rôle	I
Annexe 2 : La composition en NPK des différents engrais organiques	II
Annexe 3: Itinéraire technique de la plantation de pe-tsai.....	III

GLOSSAIRE

Aléas climatiques : évènement climatique ou d'origine climatique susceptible de se produire (avec une probabilité plus ou moins élevée) et pouvant entraîner le dommage sur la population, les activités et les milieux

Amendement : Opération visant d'améliorer les propriétés physiques d'un sol; substance incorporée au sol à cette effet

Croissance : Augmentation de chaque partie de la plante en longueur, largeur, diamètre, surface, masse et volume

Élément nutritif : Substance nécessaire à la croissance, au développement et au maintien des organismes vivants

Fertilisant/Engrais : Substance organique ou minéral, destinée à apporter des éléments nutritifs aux plantes de façon à améliorer leur croissance, le rendement et la qualité de produit

Fertilisation : Ensemble de techniques de fumure visant à maintenir ou à augmenter la fertilité d'un sol pour planter les plantes cultivées dans la meilleure condition d'alimentation

Récolte : Ensemble de travaux agricoles permettant de collecter les parties utiles des plantes

INTRODUCTION

La population mondiale atteindra le cap de 9 milliards d'habitants en 2050 (FAO, 2011a). De ce fait, une augmentation de la production alimentaire mondiale, de l'ordre de 70% (FAO, 2011b), est à prévoir en 2050, avec un doublement de la demande en produits animaux. En réponse à cette demande, les besoins en engrais devront augmenter environ 60% d'ici 2050 par rapport au besoin de 2005 à 2007 (Alexandratos et Bruisma, 2012).

Madagascar est l'un des pays où la majeure partie des moyens de subsistance de la population dépend du secteur primaire. Cependant, ce secteur a de nombreux problèmes : le manque de terre arable, l'infertilité de terre cultivables, peu d'engrais et des foies de mauvaise qualité, les mises en œuvre de divers modes de production, les changements climatiques, le faible niveau de connaissance, pour produire des denrées de bonne qualité et des techniques de cultures durable. Mais, ce secteur est l'un de ceux qui tiennent une place importante dans l'économie. (INSTAT, 2010), montre que, la majorité des malgaches, en intégrant plus de 80% de la population active, occupe le secteur agricole. Or, il représente seulement 27% de PIB (Produit intérieur brut) du pays).

Environ 31% de la population malgache étaient sous-alimentées en 2012-2014, contre 27% en 1990-1992 (FAO, 2014). Cette situation varie selon les régions. L'insécurité alimentaire est très accentuée au sud de Madagascar, en particulier dans la Région Atsimo Atsinanana où la consommation alimentaire est très pauvre avec un manque sévère de protéines animales, et un régime alimentaire non diversifié qui est principalement basé sur des céréales (FAO, 2013). La faible production, l'enclavement et les aléas climatiques sont à l'origine de cette situation d'insécurité alimentaire dans cette région. Cette dernière a une période de soudure élevée qui est de 6,4 mois par an contre 5 mois par an pour la moyenne nationale (PAM, 2007); (Randriamiandrisoa & Ballet, 2014).

Dans le contexte actuel, les paysans préfèrent l'utilisation des engrais chimiques en agriculture conventionnelle grâce à leur efficacité et leur usage facile. Cependant l'utilisation à long terme de ce type de fertilisant contribue fortement à la dégradation, à une diminution et à une détérioration considérable les agrégats du sol (Blanco-canque & Schlegel, 2013). Par ailleurs, l'application d'engrais chimique à base d'ammonium contribue à l'acidification du sol (Kennedy, 1992), sans parler du risque de pollution de l'environnement. En effet, le taux

de recouvrement de l'azote apporté par les engrais aux cultures est inférieur à 50 ou 60 pour cent dans les pratiques culturales courantes (Balasubramanian et al., 2002).

Une des solutions proposées pour résoudre ces problèmes sus-citées est l'utilisation d'engrais biologique. Dans les systèmes associant agriculture et élevage, encore largement dominants en zones tropicales, comme à Madagascar, la valorisation des matières organiques produites par les exploitations, dont les fumiers, est devenue essentielle pour le maintien de la fertilité des sols, comme c'est le cas sur les hautes Terres malgaches (Rakotomalala, 2012) et peut réduire d'autant l'achat d'intrants (Randrianasolo et al., 2009). L'utilisation du fumier est une pratique ancienne et reconnue par les paysans malgaches : utilisation de fumier de zébu et de compost pour la riziculture ou bien l'utilisation des fientes de volailles et des lisiers de porcs pour la fertilisation organique des cultures maraichères (Ravaoharisoa, 1988).

Dans cet ouvrage, l'utilisation du fumier de vache a été choisie pour la fertilisation organique sur le Pe-tsai.

Cette étude est concernant: « Effet des doses croissantes de fumier de vache sur la culture du pe-tsai (*Brassica rapa pekinensis*) ou pe-tsai vert ». La question qui se pose est : Si on augmente la dose de fumier utilisé, est-ce que le rendement de pe-tsai augmentera aussi? L'objectif de cette étude est alors d'évaluer l'efficacité de la dose croissante de fumier de vache sur la culture de pe-tsai. Pour répondre à cette question et atteindre l'objectif au-dessus, les hypothèses suivantes ont été émises:

H1 : L'augmentation de dose du fumier entraîne l'augmentation des rendements,

H2 : La surface spécifique foliaire augmente avec l'apport de dose croissante du fumier.

Pour mieux cerner ce thème, le document comporte trois parties: la première partie concerne la présentation du cadre d'étude, la deuxième présente les matériels et méthodes, et la dernière partie traite les résultats et discussions.

Première partie:
CADRE DE
L'ETUDE

I. Synthèse bibliographique

Les légumes feuilles jouent un rôle important dans l'alimentation, la santé humaine et dans l'économie des ménages. Des fertilisations raisonnées sont nécessaires pour assurer un bon rendement et une bonne production de ces légumes. Comme le choix de fertilisant s'est reposé sur le fumier de vache, cette partie exposera les connaissances générales sur ces légumes feuilles et le fumier de vache.

I.1. Généralité sur le pe-tsai

Deux plantes distinctes de la famille *Brassicaceae* sont appelées choux chinois, le chou de chine ou pe-tsai (*Brassica rapa pekinensis*), et le chou de chine Pak-choi ou Bak-choy (*Brassica rapa chinensis*). Originaire de chine, le chou chinois a été introduit à l'États Unis à la fin de XIX siècles. Aujourd'hui (monde.fr, 2020), le pe-tsai trouve de plus en plus cultivé en Europe, du fait notamment de ses vertus antioxydants. Les pe-tsai sont des choux chinois frisés et le Pak chou de chou chinois lisse (http1).

Le Pe-tsai est une variété de chou chinois. C'est un légume feuille annuel, non rustique, qui fut introduit en Europe à la fin du XIX siècle. Il est riche en vitamines et en sels minéraux et a la réputation d'être plus digeste que les autres choux (http6).

Le pe-tsai ou chou chinois ou chou Pékin ou encore chou rapa, est une plante herbacée de la famille des *Brassicaceae*, largement cultivée comme plante potagère pour ses feuilles consommées comme légume.

1.1.1. Critères de sélection de légumes

Le critère de sélection de ce légume est les suivants:

- Le pe-tsai est un légume feuille très cultivables pour les paysans à Madagascar et qui supporte le gel pendant la période froid,
- Le pe-tsai a un cycle court, environ de 2 à 2,5 mois.

1.1.2. Caractéristique nutritionnelle

Concernant les caractéristiques nutritionnelles, à part la teneur en eau importante des légumes feuilles, le pe-tsai constitue une source considérable de vitamines B2, B6, A, K, C, fer et calcium (Bailey, 2003; Ciquel, 2016). Il est peu calorique.

Le pe-tsai est riche en vitamine C et en acide folique, moyennement riche en calcium et Vit_A, et contenant aussi de fer (Figure: 6).

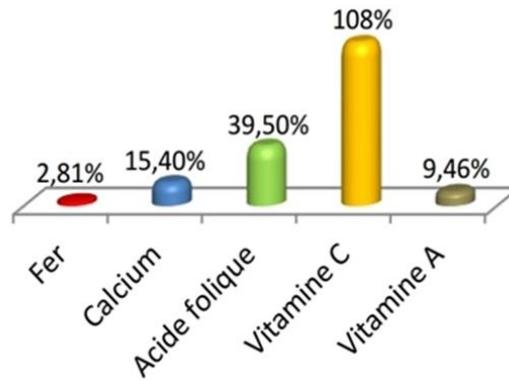


Figure 1 : Proportion d'élément nutritionnel contenu dans le pe-tsai

(Federal Ministry of Food and Agriculture; HAF, Nutri; FOFIFA; Welt Hunger Hilfe)

1.1.3. Bienfaits des pe-tsai

Les légumes-feuilles sont couramment présents dans les régimes alimentaires de nombreuses populations dans le monde, particulièrement en Afrique dont Madagascar, où ils ont rôle essentiel d'un point de vue nutritionnel et médical (Randrianatoandro, 2010). Ces légumes jouent un rôle important dans le maintien de l'équilibre alimentaire surtout pour les populations défavorisées (FAO, 2002). Les plantes potagères dont on consomme les feuilles sont dignes d'attention spéciale. Ces feuilles contiennent de vitamines A, du fer et du zinc qui sont actuellement considérés comme des éléments nutritifs dont la carence pose un problème. Ces richesses en fer et en vitamines A correspondent à des enjeux de santé particulièrement significatifs dans les pays comme Madagascar où l'on compte de nombreux cas d'anémie causés par le paludisme, d'avitaminose A et de déficience immunitaire (Rabearindrasana, 2011). De nombreuses études ont montré que la consommation d'une quantité minimale d'huile associée à celle des légumes-feuilles assure une meilleure bio accessibilité des caroténoïdes provitamines A, augmente la réserve hépatique, améliore le rétinol sérique et par conséquent le statut en vitamine A chez les enfants carencés et les personnes vulnérables (Hof et al., 2000).

1.1.4. Ecologie du pe-tsai

Selon plusieurs recherches, le pe-tsai préfère le sol limoneux ou sablo-limoneux, riche en matière organique, frais humide et bien drainant. La meilleure production est en saison fraîche (Avril-juillet, cas du Vakinankaratra), et le pe-tsai ne supporte pas une température dépassant 32°C. Il a besoin d'une hygrométrie de l'air relativement élevé (FOFIFA et al 2018).

1.1.5. Classification Botanique

Le chou de chine appartient à la classification suivante :

Règne: Végétale

Sous-règne: *Trecheobionta*

Division: *Magnoliophyta*

Classe: *Magnoliopsida*

Sous classe: *Dilleniidae*

Ordre: *Capparales*

Famille: *Brassicaceae*

Sous famille: *Brassicoideae*

Genre: *Brassica*

Espèce: *Brassica rapa*

Sous espèce: *Pekinensis*

Nom commun: Chou de Chine



Source : <http://amapdessablog.com>

Photo 1 : Chou de Chine

I.2. Le fumier de vache

Le fumier de vache est un amendement et fertilisant organique d'origine animale. Il se présente sous forme sèche ou liquide selon la manière dont ils sont stockés. Leur teneur en éléments minéraux dépend de l'espèce animale, des aliments consommés par les animaux et des modalités de stockage des déchets (Noufou, 2009). Les fumiers sont aussi des engrais, (c'est-à-dire, il améliore la culture), qui contiennent des quantités plus ou moins importantes de matière organique d'origine animale, mélangées ou non à des litières (paille, sciure, copeaux). Ces produits ont une double valeur agronomique en tant que fertilisants azotés, phosphorés et potassiques et aussi comme amendement organique et basique (Koull, 2007).

Les fumiers des vaches sont utilisés pour maintenir la structure du sol pendant long période, c'est à dire, ils sont employés comme amendement du sol. Mais, le fumier de vache est également classé comme engrais, c'est-à-dire qu'il apporte une amélioration pour la croissance des plantes.

Les principaux facteurs de variation de la composition des fumiers en éléments nutritifs: sont la nature de la litière et le niveau de paillage peuvent avoir une incidence sur la composition du fumier. Dans la plupart des cas, la paille de céréales est utilisée. Toutefois,

d'autres matériaux peuvent être employés comme pailles de riz, rafles ou spathes de maïs, déchets du fourrage, influençant la composition du fumier obtenu. De même, la capacité de ces matériaux à absorber l'humidité des déjections (urine et fèces) peut varier, demandant l'utilisation d'une quantité de paillage pouvant être très différente de celle d'un paillage exclusivement composé de paille de céréales. Les quantités de déjections produites (urine, fèces) et d'éléments minéraux rejetés varient aussi selon la catégorie animale (vaches laitières, vaches allaitantes, génisses, bovins à l'engrais), le gabarit et/ou le niveau de production (la quantité de production des urines et fèces) (RMT Elevage et environnement, 2019).

I.3. Matière organique

La matière organique de sol provient des plusieurs sources comme les racines des plantes et des larves, des champignons, des bactéries utiles pour la décomposition, ainsi que des animaux souterrains ([http2](#)).

I.3.1. Définition

La matière organique fournit de la nourriture pour les microbes du sol, augmente les activités microbiennes et les processus de transformation, améliore les propriétés physiques du sol telles que la structure, la capacité de rétention d'eau, l'aération, le pouvoir tampon du sol et le pH ([http2](#)).

I.3.2 Importance de la matière organique

L'agriculture intensive, de part ces besoins élevés en élément nutritifs, est l'une de causes de l'approvisionnement du sol aussi bien en nutriments qu'en matière organique. Dans le sol, cette dernière est une source de nourriture pour les microorganismes et pour les cultures en agissant comme réservoir d'élément fertilisant (azote, phosphore). Cependant les études montrent qu'en général les sols perdent 3% de leur patrimoine de matière organique par an et que c'est le principal agent de la fertilité du sol (Gerald et al., 2011).

L'apport de matière organique permet de fournir des d'éléments nutritifs aux plantes et d'améliorer les composantes physique, chimiques et biologiques du sol (Bon et al., 1992). La matière organique incorporée au sol favorise une bonne texture, une bonne structure et un stock d'humus pour le bon développement des plantes (Badiane, Khouma, & Sène, 2000) (Huber & Schaub, 2011)

I.3.3. Rôles de la matière organique

Le Tableau 1, ci-après présente les actions et les bénéfices des matières organiques sur la propriété physique, chimique et biologique du sol.

Tableau 1: Rôles des matières organiques

	Action	Bénéfices
Rôle physique = cohésion	Structure, porosité	<ul style="list-style-type: none"> • Pénétration de l'eau • Stockage de l'eau • Limitation de hydromorphie • Limitation du ruissellement • Limitation de l'érosion • Limitation de tassement/compactage • Réchauffement
	Rétention en eau	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure alimentation hydrique
Rôle biologique = énergisant	Stimulation de l'activité biologique (vers de terre, biomasse microbienne)	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation, minéralisation, réorganisation, humification • Aération • Croissance des racines
Rôle chimique = nutritif	Dégradation, minéralisation	<ul style="list-style-type: none"> • Fournitures d'éléments minéraux (N, P, Oligo-éléments...)
	CEC	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage et disponibilité des éléments minéraux
	Complexation des éléments traces métalliques	<ul style="list-style-type: none"> • Limitation des toxicités (Cu par exemple)
	Rétention des micropolluants organiques et des pesticides	Qualité de l'eau

(Gerald et al., 2011)

II. Présentation de l'organisme d'accueil

L'organisme d'accueil est une société privée EKAR ferme ANTSAHATANTERAKA, dirigée par les Prêtres Diocésiens à Antsahatanteraka. Cette ferme est située au Sud-Ouest d'Andranomanelatra, qui offre des opportunités de stage. Elle se situe à 350 mètres au Sud à partir le croisement d'RN7.

Le stage de mémoire s'est déroulé pendant deux mois dans le domaine d'Antsahatanteraka. L'activité est basée sur la production de vache laitière, un élevage d'ovin, de porc et cultures plantes potagères et qui couvre une surface d'environ 170 ha.

Elle prend aussi en charge l'accompagnement d'ouvriers pour la production de plantes maraichères, et pour l'octroi de conseils sur le régime alimentaire de vache. Le lait produit sont destinées à la vente. Le tanety et la rizière sont réservées à la culture de riz.

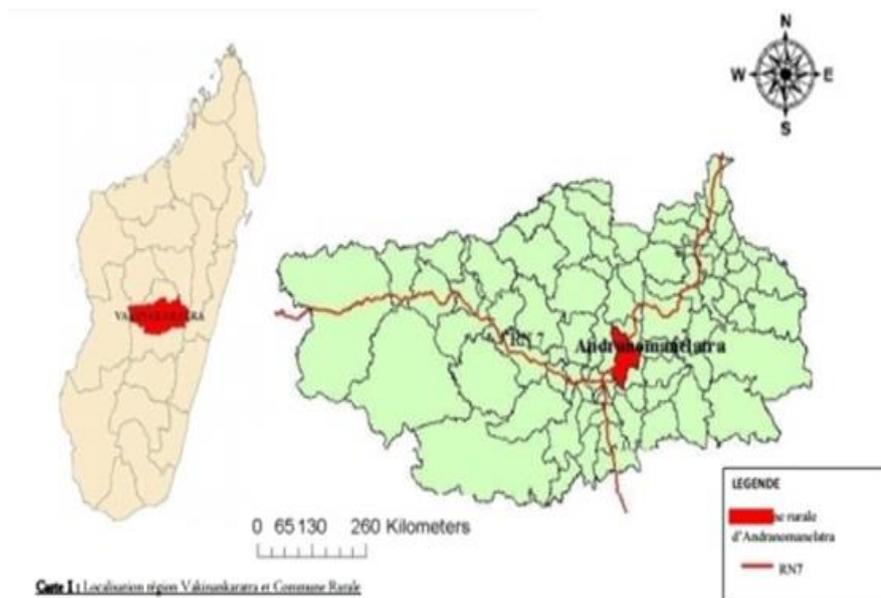
Deuxième partie:
MATERIELS ET
METHODES

I. Matériels

L'augmentation de la production des cultures dépend du type et de la quantité du fumier à utiliser. Les fumiers ont une place très importante pour la culture.

I.1. Zone d'étude

Le site d'expérimentation se situe dans le district d'Antsirabe II, dans la commune rurale d'Andranomanelatra. Cette commune se situe dans la région Vakinankaratra, à 16km au Nord du capital de la région et est transverse par la RN7. Quatorze Fokontany constituent la commune rurale d'Andranomanelatra. Miarinarivo Bemololo est l'un de ces FKT dans cette commune. La situation de cette FKT est de 3km au Sud du capital de la commune. (Monographie Commune Andranomanelatra, 2023). Cette étude a été effectuée au FKT Miarinarivo Bemololo (ferme de l'EKAR Antsahatanteraka) à 3 km à l'Ouest du FKT. Elle est localisée entre la longitude Est 47°0600 et la latitude Sud 19°4700 à une altitude 1613m.



Source: (FOFIFA, 2012)

Figure 2 : Carte de la commune rurale Andranomanelatra

I.2. Climat

Le climat est marqué par une saison humide qui débute au mois d'Octobre et se termine au mois d'Avril, et une saison sèche et froide entre le mois de Mai jusqu'au mois de Septembre, d'après la courbe ombrothermique (Figure 3). L'expérimentation a été effectuée durant la saison froide, c'est-à-dire, saison de gel, sans précipitation d'après la courbe ombrothermique de Gaussen 2008- 2009 dans la Figure 3.

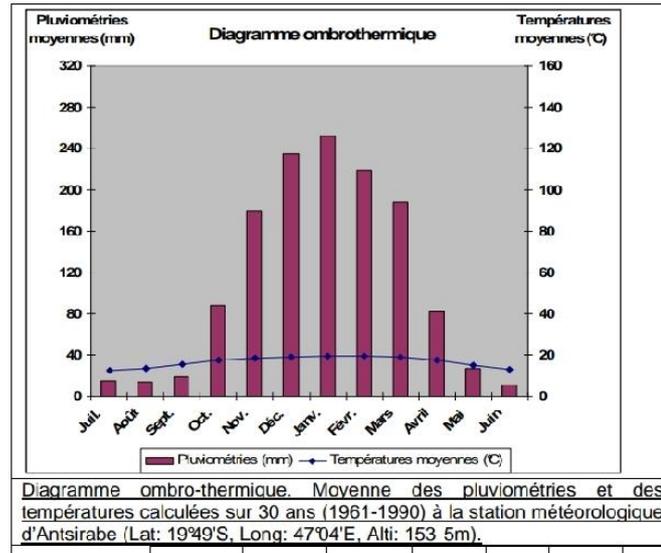


Figure 3: Diagramme ombrothermique d'Antsirabe

Source: (Ahmim-Richard & Axelle Bodoy, 2018)

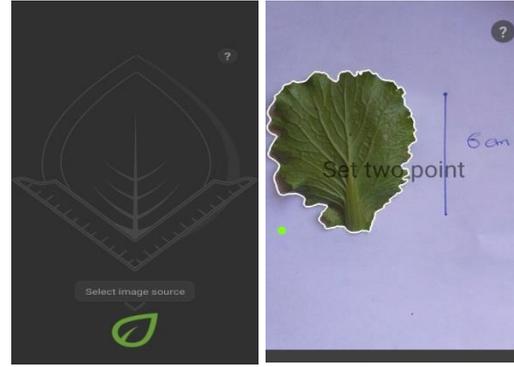
I.3. Matériels techniques

Ce sont des matériels utilisés pour accomplir l'expérimentation. L'angady a été utilisé pour réaliser le travail du sol et brouter les mottes. Le seau et tuyau est employé pour le transport de l'eau. Durant toute l'expérimentation, l'arrosoir a été utilisé pour arroser les cultures et pour donner des quantités égales pour chaque parcelle. Le sac et soubique est utilisé pour transporter le FV vers le champ. Le rôle de fourche sur cette culture est de bêcher et émietter la terre, et épandre le fumier de vache. Deux traitements phytosanitaires ont été nécessaires durant l'expérience, le pulvérisateur est un appareil pour faire ce traitement.

Le Leaf Area (LA) est une application pour mesurer la surface foliaire des plantes. Son utilisation est la suivante: prendre une feuille de papier avec échelle, poser la feuille sur le papier, puis prendre une photo et il donne un la surface de la partie verte de la photo. (Figure 7). La mesure de la surface des feuilles a été faite à chaque récolte.

Cet appareil est utilisé pour mesurer le PF et PS des plantes. Son capacité est 0,01 à 200g (Figure 9).

Le mètre ruban mesure la hauteur des plantes. On choisit le mètre ruban, car cet appareil est facile à utiliser pour la mesure de pe-tsai (Figure 10).



Photos 2 : Matériels techniques et Leaf Area avec surface capté



Photos 3 : Balance électronique et Mètre ruban

I.4. Matériel végétal

Les semences (Figure 5) utilisées sont des semences certifiées produit par Laniera. La semence de pe-tsai a été disponible au point de vente à Antsirabe. La quantité de semence à semer est égale un paquet. Un paquet contient environ de 2000 à 3000 graines. Les graines ont été semées en pépinière et ils restent 25 jours, et ensuite la transplantation a été effectuée à raison de deux plants par poquet.



Figure 4 : Graine de pe-tsai

Source : <http://www.Microgreen.com>

I.5. Méthodes de séchage

Pour obtenir un vrai poids sec, il faut avoir suffisamment d'équipement, mais, faute de moyens, le séchage a été effectué à l'air libre et à l'abri du soleil (Figure 8). Les feuilles ont été pesées jusqu'à obtenir un poids constants. Le poids sec est alors obtenu et enregistré à ce stade.

Une méthode de récolte destructive a été utilisé. Ces récoltes ont été effectuée à 9, 18 27, 36, 45 JAR. A chaque récolte, 6 échantillons ont été prélevées sur chaque parcelle. Chaque paramètre a été mesuré à chaque récolte.



Photo 4 : Séchage des plantes

La durée de séchage dépend de la quantité de nombre des plantes. Plus le poids de la plante augmente, plus la durée de séchage est longue. Pour la première récolte, la plante sèche après trois jours au soleil et l'air pour éviter la pourriture. A la dernière récolte, la durée de séchage de la plante est 21 jours

II. Méthodes

Les études sont basées sur la comparaison de doses croissantes de fumier de vache pour la culture de pe-tsai. Durant l'expérimentation, les nombres des feuilles, le poids frais, la hauteur des plantes, la surface foliaire et le poids sec des plantes ont été mesurés. La mesure de ces paramètres agronomiques est nécessaire pour évaluer la croissance des plantes La mesure de ces paramètres a été effectuée tous les 9 jours. Durant cette étude, 5 récoltes ont été réalisées et 6 échantillons de chaque parcelle ont été prélevés

II.1. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé est un dispositif complètement randomisé, avec 4 traitements et 3 répétitions, formant au total 12 parcelles de plantations. Chaque parcelle mesure 1,5m de longueur et 1,5m de largeur. La surface totale utilisée est égal à 34m² avec les surfaces entre les parcelles. Dans chaque parcelle, il y a 36 poquets, donc le nombre de poquets total est égale 432 (Figure 11).

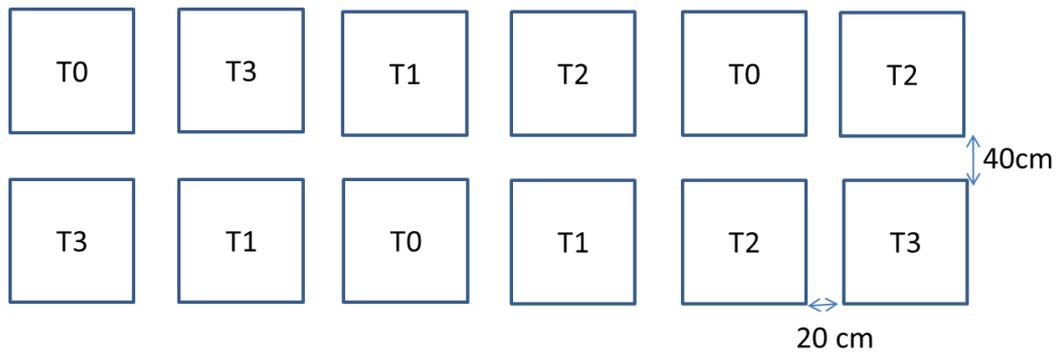


Figure 5 : Schéma de dispositif expérimental

Les 4 traitements appliqués avec le FV sont présentés pour le Tableau 2

Jusqu'à ce jour, aucune recherche n'a encore appliqué ces doses de fumier de vache en tant que fertilisation. Ceci est un essai de ces nouvelles doses sur le pe-tsai.

Tableau 2: Les différentes doses de FV pour les différents traitements

Traitement	Dose d'engrais
T0	0 T/ha
T1	5 T/ha
T2	15 T/ha
T3	50 T/ha

II.2. Déroulement de l'expérimentation

L'expérimentation a commencé par l'inventaire de terrain utile pour effectuer cette expérience. Les étapes suivies durant cette expérimentation sont les suivants.

II.3.1. Défrichage et nettoyage de la parcelle

L'opération à consiste à nettoyer le sol avant de labourer pour éviter la concurrence en nutriment et en lumière avec les mauvaises herbes. En effet, les terres en friche les seuls à être disponible pour l'expérimentation (Andriambololona, 2018). C'est-à-dire, il veut mieux faire défricher le terrain pour l'expérimentation.

II.3.2. Travail du sol

Elle consiste à donner aux plantes le sol meuble pour optimiser leur rendement. Le labour a été effectué à l'aide de l'Angady avec une profondeur moyenne de 15 cm. Il permet l'ameublissement du sol pour un bon développement racinaire des cultures. L'objectif essentiel du labour est l'augmentation de la porosité qui peut aller jusqu'à 60% (Rabezandrina, 2002) (Figure 12).



Photo 5 : Travail du sol

II.3.3. Préparation de la pépinière

La pépinière mesure 3 m². Le fumier de vache a été jouté dans la pépinière est égale 0,012 T/ha et mélangé avec la terre avant de semer les graines des pe-tsai. (Figure13). La pépinière est arrosée deux jours avant les semis pour maintenir l'humidité du sol.



Photo 6 : Fumier de vache à épandre à la pépinière

II.3.4. Culture de pe-tsai

Cette culture de pe-tsai se divise en deux étapes: la mise en pépinière et la transplantation.

II.3.5. Semis à la pépinière

La méthode utilisée est le semis à la volé. La quantité des semences de pe-tsai pour semer est environs de 2000 et 3000 graines selon l'étiquette de. Les jeunes plantes restent 25 sur la pépinière

II.3.6. Repiquage des plants produit en pépinière

Les techniques important avant de repiquer le jeune plant sont les suivants

- Faire une copieuse pré-irrigation de la parcelle le matin et le soir avant le repiquage (Figure14).



Photos 7 : Arrosage et repiquage des jeunes plantes

- Vérifier si les parcelles sont bien humides au moment du repiquage
- Repiquer les plants à partir de la pépinière avec une motte de terre autour de la racine, pour éviter la blessure de cette racine et la reprise de la jeune plante sera meilleure.
- Arroser immédiatement après le repiquage à l'arrosoir muni de sa pomme (Figure15).



Photos 8 : Parcelle après repiquage (bien humide)

Pour réussir un bon repiquage, il faut:

- Éviter de repiquer les plants de manière couchée
- Bien placer la racine et ne pas le vers en haut.
- Bien tasser la terre autour des plants en évitant d'emprisonner de l'air avec les racines.

II.3.7. Suivi et entretien des plants après le repiquage

Le suivi et entretien des plants après le repiquage constituent des éléments importants pour l'obtention d'une production de qualité avec de bon rendement. Les principales activités qui ont été mené:

- ❖ Binages réguliers pour éliminer la concurrence (Figure16).



Photo 9 : Binage des cultures

- ❖ Satisfaire constamment le besoin en eau des plants en les arrosant avec une prudence. La disponibilité et la gestion rationnelle de l'eau sont des conditions essentielles pour les pratiques de cultures maraichères (JICA, 2008). L'arrosage a été effectué deux fois par jours, le matin, avant le 9h et l'après-midi, après le 16h. Pour la culture de Pe-tsai, on a besoin de l'eau 4 L/m²/jour pour satisfaire les besoins de la plante (Ceffel, 2011). C'est-à-dire, 1m² de pe-tsai a besoin de l'eau 300 mm durant le cycle. Donc, avec notre la densité de plantation appliquée dans cette expérimentation, une pomme de pe-tsai a besoin de l'eau 12 mm durant
- ❖ Les cultures ont été traitées par le POLY PRO 440EC, il est un insecticide. Pendant l'expérimentation, deux traitements ont été effectués pour lutter contre les vers gris et le puceron (le 9 et 27JAR). Les insectes grands ravageurs pour cette culture sont les insectes du sol comme le vers gris (*Agrotis gnetum*) (Figure 17).



Photos 10 : Agrotis segetum (Vers gris) et la plante attaqué

Le produit utilisé est le POLY PRO 440EC à dose de 1 à 1,5L/ha. Le traitement a été effectué le matin avant 9h pour éviter le coup de soleil. (Figure 18).



Photos 11 : Pulvérisation des cultures et POLY PRO 440EC

II.5. Méthodes pour collecter les donnés

Pendant l'expérimentation, cinq récolte a été effectué, pendant lequel les paramètres agronomiques suivants ont été mesurés: les nombres des feuilles, la hauteur des plantes, la surface foliaire, le poids frais, etc. La collecte des données s'effectue tous les neuf jours. La poids sec fait également partie de paramètre agronomique à connaitre.

II.6. Analyse de données

A partir de collecte de ces données, l'xlstat 2016 a été utilisé pour faire l'analyse statistique et la comparaison de la moyenne des résultats. Durant ce traitement, le donné qui s'écart trop de la moyenne a été enlevé avons pour obtenir de résultat probant. Pour classer les données, des abréviations ont été utilisées. Exemples :

- 1T0 désigne la récolte n°1 (à 9 JAR) sur T0 qui est le traitement sans fertilisation,
- 5T3 désigne la récolte n°5 (à 45JAR) sur T3 qui est le traitement à 50T/Ha de FV.

En plus, les dates de récoltes ont été représentées par R1, R2, R3, R4 et R5, qui correspondent à 9, 18, 27, 36 et 45 jours après récolte, respectivement.

Troisième partie:
RESULTATS ,
DISCUSSIONS ET
RECOMMANDATIONS

I- RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Cette partie traite respectivement les résultats concernant la hauteur des plantes, le nombre de feuille, le poids frais, le poids sec, la surface foliaire et SFS.

I.1. Taux de mortalité

La pépinière a été qui produit les jeunes plants de pe-tsai. Ils sont restés 25 jours aux pépinières pour attendre le stade à 4 feuilles. Les taux de la germination pour les jeunes plants sont 95%. Après 25 jours, la transplantation de jeune plant a réalisé. Durant les 9 jours après le repiquage, le remplacement des manquants a été effectué (Tableau3). Ces pourcentages sont la combinaison des trois parcelles pour chaque traitement.

Tableau 3: Taux de mortalité et pourcentage par traitement

Traitement	T0	T1	T2	T3
Nombre des plantes morts	23	13	20	13
Pourcentage(%)	21,3	12,03	18,51	12,03

I.2. Hauteur en moyenne des plantes

La Figure 6 présente la variation des hauteurs des plantes en fonction des traitements et des dates de récolte.

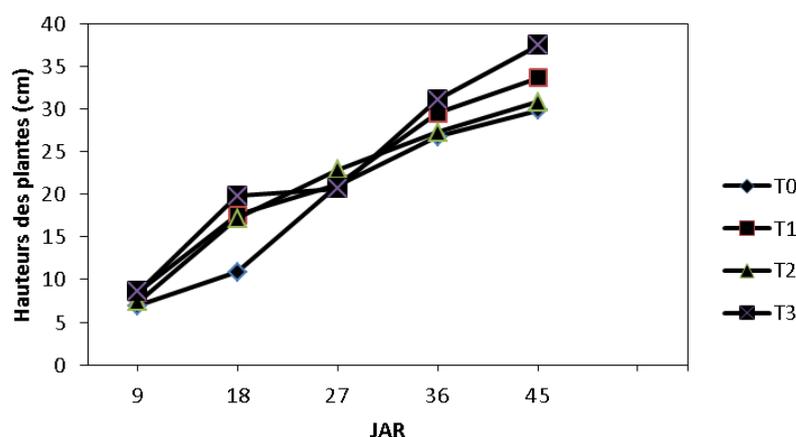


Figure 6 : Évolution de la hauteur entre traitements et les récoltes

Dans la première récolte, la hauteur de plante appliquée avec le traitement T0 est faible par rapport à celles des autres traitements, ce résultat ne change pas jusqu'à la dernière récolte

.Pour le traitement T0, la hauteur de plante dans la première récolte est inférieure dans la 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème} récolte.

Le tableau 4 présente l'analyse de variance en hauteur des plantes durant ces récoltes

Tableau 4: Analyse de la variance de la hauteur des plantes

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	19	24841,538	1307,449	48,458	< 0,0001
Erreur	291	7851,525	26,981		
Total corrigé	310	32693,064			

Il existe une différence significative ($P < 0,0001$) de la hauteur des plantes en fonction de traitement et des récoltes.

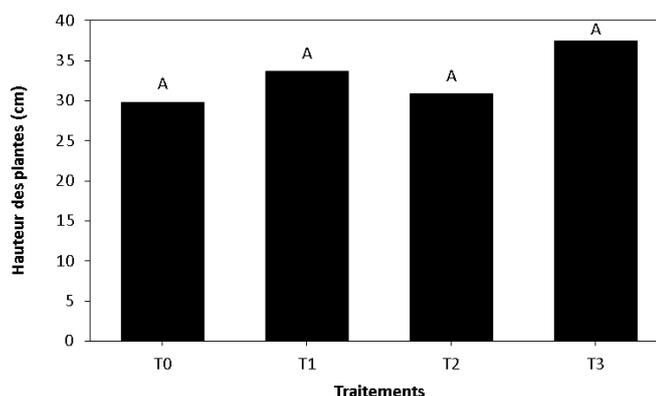


Figure 7: Hauteur moyenne des plantes pour les 4 traitements au 45 JAR

La Figure 7 présente la hauteur des plantes en fonction des 4 traitements à 45 JAR. Le résultat de l'ANOVA montre qu'il n'existe pas une différence significative entre les différents traitements à la cinquième récolte.

Pour le traitement T0, le résultat de l'ANOVA montre qu'il existe une différence significative ($P < 0,0001$) sur la hauteur moyenne des plantes en fonction des traitements entre les différents récoltes. La 1^{ère} récolte présente une différence significative par rapport à la R3, R4, et R5, mais non significative par rapport R2 ($R1=R2 < R3=R4=R5$). C'est-à-dire que, il y a une croissance rapide entre le R2 et R3. A partir de là, la croissance en hauteur est devenue lente et presque similaire.

Pour le dose de 5T/ha, d'après le résultat de l'ANOVA, il y a une différence significative entre la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} récolte ($P < 0,0001$). Tandis que, la hauteur des plantes ne

présente pas une différence significative entre les R4 et R5 ($R1 < R2 < R3 = R4$ et R5). Il avait une augmentation de la hauteur des plantes entre la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} récolte.

Concernant la dose moyenne de FV (T2), La Figure 6 montre que, la R1 présente une différence significative par rapport à la R3, R4 et R5, mais la R1 est similaire avec la R2 ($1T2=2T2$). La R3, R4 et R5 ne présentent pas une différence significative ($R5 = R4 = R3$).

La Enfin, concernant les doses de FV plus élevé (50T/ha), la croissance de la hauteur est rapide entre les deux premières récoltes. Elle est faible entre la 2^{ème} et 3^{ème}. Entre 27 et 36^{ème} JAR, la croissance rapide qui existait auparavant est revenue, mais elle est faible entre le 1^{ère} et 2^{ème} récolte. Le résultat de l'ANOVA montre que, la 5^{ème} récolte est significativement supérieure par rapport à la 1^{ère} et 2^{ème} récolte. Tandis que, elle n'existe pas une différence entre la 4^{ème} récolte ($R1 < R2 < R3 < R4 = R5$).

Concernant la Figure 7, cette Figure montre qu'il n'y a pas une différence des hauteurs des plantes dans la 5^{ème} récolte en fonction des traitements. C'est à dire, la hauteur moyenne des plantes sur le traitement T0 est égale à T1, T2 et T3. Donc, statistiquement, les doses à 5T/ha, 10T/ha et 50t/ha ne présentent pas des effets sur la croissance (hauteur) de la plante à la 5^{ème} récolte.

I.3. Nombre de feuille en moyenne des plantes

La Figure 8 montre une variation des nombres des feuilles moyenne des plantes en fonction des différents traitements.

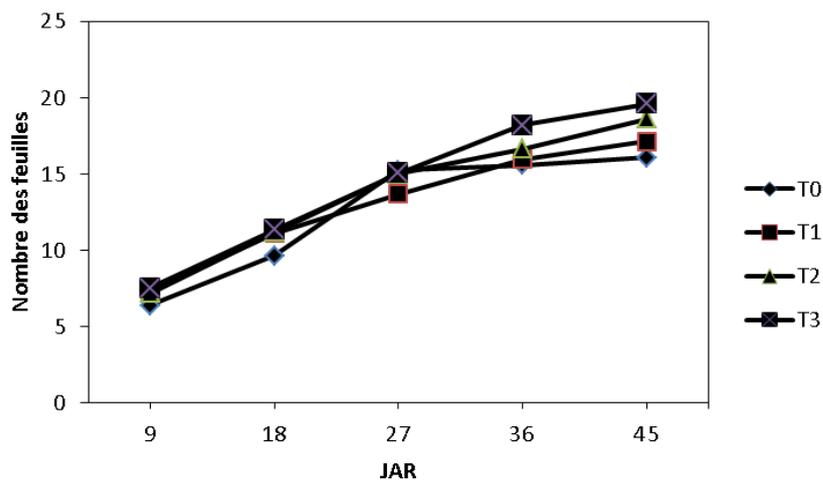


Figure 8: Évolution des nombres des feuilles entre les traitements et les récoltes

Pour le T0, le nombre des feuilles à la R5 est supérieure significativement par rapport à la R1 et R2. Mais elle ne présente pas une différence entre la 3^{ème} et 4^{ème} récolte (R3=R4 = R5). Pour la dose 5T/ha de fumier de vache, il y a une différence significative de nombre des feuilles pour la, 1^{ère}, 2^{ème} et 5^{ème} récolte ($P < 0,0001$). Tandis que, il n'y a pas de différence entre 3^{ème} et 4^{ème} récolte.

Concernant le traitement T2, d'après le résultat de l'ANOVA, le nombre des feuilles à la R1, R2 présentent une différence significative entre le R5 ($P < 0,0001$) mais aucune différence entre le R1 et R2, R3 et R4, R4 et R5. Pour la dose de fumier à 50T/ha, la R1 est significativement inférieur par rapport à la R3, R4 et R5.

Tableau 5: Analyse de la variance de nombre des feuilles des plantes

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	19	4856,100	255,584	48,99	< 0,0001
Erreur	291	1518,087	5,217		
Total corrigé	310	6374,186			

L'analyse de variance (Tableau 5) a donné une différence significative de nombre de feuille des plantes en fonction des 4 traitements au cours de ces récoltes ($P < 0,0001$).

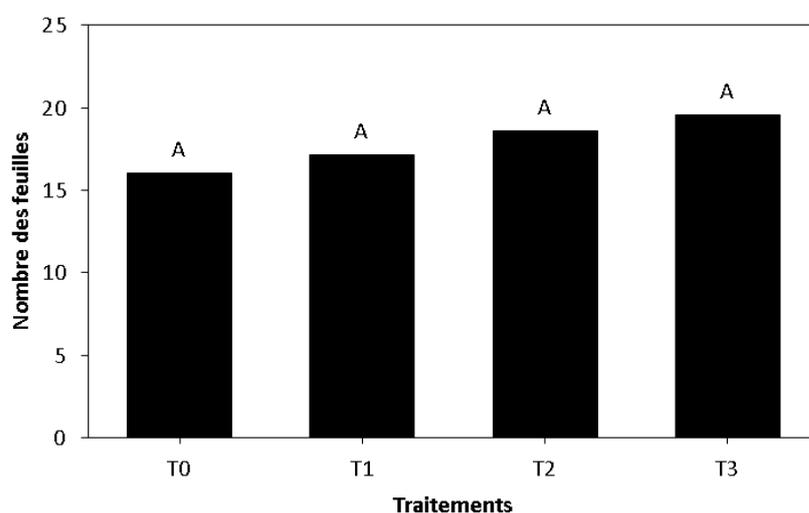


Figure 9: Nombre de feuille pour les 4 traitements à la 5^{ème} récolte

La Figure 9 montre le nombre des feuilles en moyenne des plantes avec les 4 traitements dans la dernière récolte. L'ANOVA présente l'égalité entre les traitements.

Commençant le traitement T0, il existe une différence significative entre les récoltes suivantes (R1 et R3, R1 et R4, R1 et R5, R2 et R3, R2 et R4, R2 et R5). Entre 18 et 27 JAR, il y a beaucoup de formation de nouvelle feuille. A partir de 27 jours, la formation des feuilles est plus faible.

La dose à 50 T/ha présente une variation de nombre de feuille durant les cinq récoltes. L'ANOVA montre que la R1 est toujours inférieur significativement par rapport à la récolte R3, R4 et R5. Il y a une similarité entre les récoltes 1 et 2; 3 et 4, 3 et 5 et 4 et 5. La formation de nouvelle feuille de la plante est faible à partir de 27 JAR.

Pour le traitement T2, la formation de nouvelle feuille est faible entre le 9 à 27 JAR. La R1 est significativement inférieur par rapport à la récolte 3, 4 et 5.

Pour la dose à 50 T/ha, la R1, R2 et R3 est significativement inférieur par rapport à la R5 ($R1=R2=R3 < R4=R5$). Entre 36 à 45 JAR, il avait de feuille formé, mais il est peu nombreux (17,66 et 19,61 respectivement). Dans la 5^{ème} récolte, les 4 traitements appliqués sur la culture de pe-tsai ne présentent pas une différence.

I.4. Poids frais en moyenne des plantes (PF)

La Figure 10 présente une variation de PF en moyenne des plantes en fonction de traitement durant les cinq récoltes. Pour les 9 et 18 JAR le PF de chaque traitement est faible, surtout pour le traitement T0.

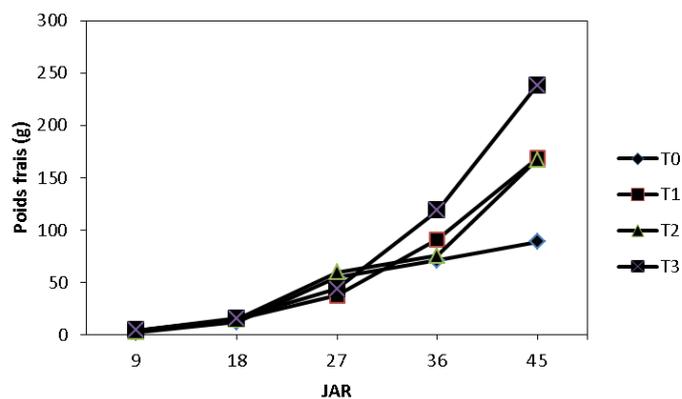


Figure 10: Poids frais en fonction des traitements durant les cinq récoltes

Pour les 27 et 36^{ème} JAR, il varie en fonction de traitement mais il est toujours augmenté. A partir de 36^{ème} JAR, il y a un changement rapide de poids frais mais le poids frais dans le traitement T0 est toujours inférieur à celles des autres traitements.

Tableau 6: Analyse de variance des poids frais des plantes

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	19	1324636,509	69717,711	43,753	< 0,0001
Erreur	291	463693,364	1593,448		
Total corrigé	310	1788329,874			

L'analyse de variance (Tableau 6) a donné une différence significative du poids frais des plantes en fonction des 4 traitements au cours de cinq récoltes.

La Figure 11 présente le poids frais en moyenne des plantes avec les quatre traitements à la dernière récolte. Le traitement T3 (50 T/ha de fumier de vache) a un poids frais plus élevé à celles des autres traitements (0T/ha, 5T/ha et 10T/ha).

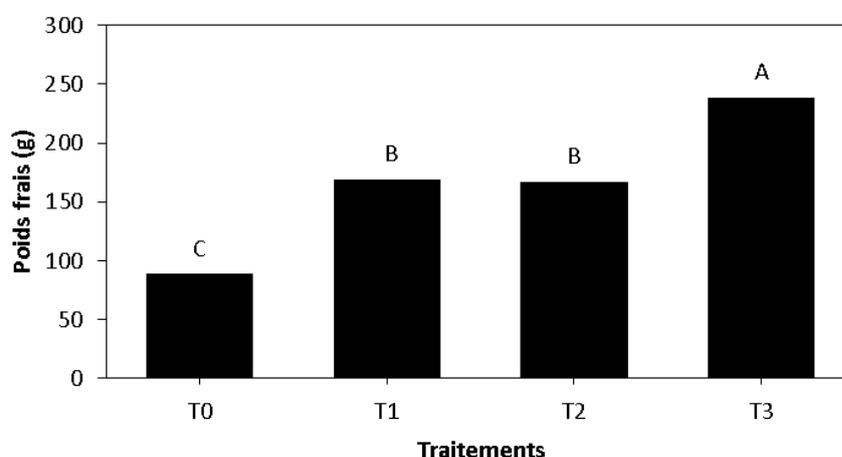


Figure 11: poids frais au 45 JAR en fonction des traitements

L'interprétation du PF en moyenne des plantes commence avec la culture des pe-tsai sans FV (T0). Il existe une différence significative entre le R1 et R5, R2 et R5, les restes ont été similaires. La croissance du poids frais des plantes au début jusqu'à la fin, mais elle est faible sauf au R4.

La dose à 5T/ha de FV entraîne une croissance au 9 à 27 JAR, mais elle est faible par rapport au 36 à 45 JAR.

Pour le traitement T2, l'ANOVA montre qu'il y a une différence significative entre le R1 et R5, R2 et R5, R3 et R5, R4 et R5, mais les restes sont similaires (R1=R2=R3<R4<R5). Les PF des plantes ont toujours augmenté, cependant, à partir de 36 JAR, il y a une augmentation.

Pour la dose à 50T/ha entraîne une différence PF des plantes au cours des différents temps de la récolte. Il a constaté que, le rendement (PF) à la 5^{ème} récolte est plus élevé par rapport aux 4^{ème}, 3^{ème}, 2^{ème} et 1^{ère} récolte. Au 9 à 27 JAR, l'augmentation de PF est plus faible, par contre, au 36 et 45 JAR, elle est plus élevée.

Enfin, concernant la Figure 11, cette Figure montre la variation de PF en moyenne avec les 4 traitements à la 5^{ème} récolte. Selon le résultat, il y a une nuance significative entre le T0 et T2, T0 et T3 et T3 et T1 ($P < 0,0001$).

I.5. Surface foliaire en moyenne des plantes (SF)

La Figure 12 montre la variation de SF en moyenne pour la dose croissant de FV.

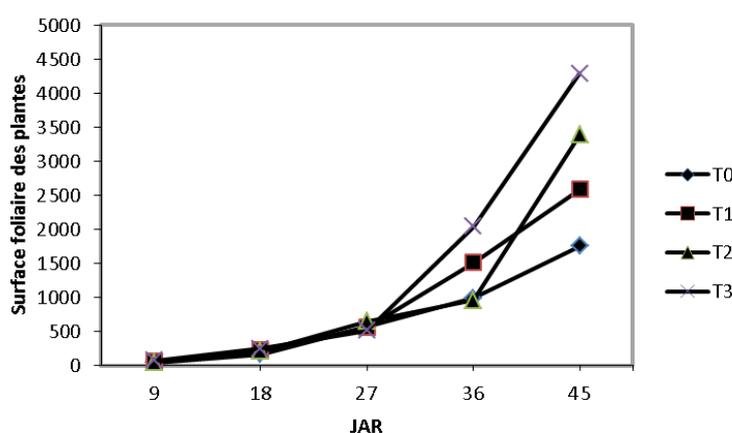


Figure 12: Evolution de la surface foliaire entre les traitements et les récoltes

Dans la 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} récolte, la SF des plantes est faible pour chaque traitement. A partir de ces dates, il y a un changement rapide pour chaque traitement jusqu'à la fin. La SF des plantes dans les trois premières récoltes est inférieure entre la 4^{ème} et 5^{ème} récolte.

Tableau 7: Analyse de variance surface foliaire des plantes

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	19	454284373,474	23909703,867	80,590	< 0,0001
Erreur	291	86334490,962	296682,100		
Total corrigé	310	540618864,436			

Ce tableau présente la différence significative de la surface foliaire des plantes en fonction des traitements durant les récoltes (Tableau 7).

La Figure 13 montre la SF des plantes en fonction de chaque traitement à la dernière récolte.

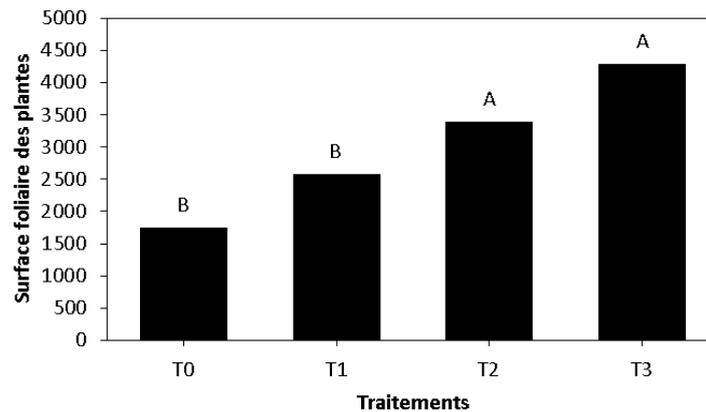


Figure 13: Surface foliaire au 45 JAR en fonction des traitements

D'après le résultat, il y a une similarité de SF des plantes entre 5T2 vs 5T3, 5T1 vs 5T0 et 5T2 vs 5T1. Tandis que, la SF des plantes entre 5T2 vs 5T0, 5T3 vs 5T0 et 5T3 vs 5T1 existe une différence significative ($P < 0,0001$).

Commençant pour le traitement T0, le traitement T0 est un traitement qu'il n'y a pas des FV pour la culture. D'après le résultat, le 70% de la combinaison entre le diffèrent récolte n'existe pas une différence significative, tandis que, le 30% présente une différence. La SF des plantes a toujours augmenté au 9 à 27 JAR mais dans le 36 et 45 JAR, l'augmentation est faible par rapport au temps de la récolte avant (9 à 27 JAR). Ensuite, la dose à 5T/ha présente 10 combinaison au cours de ces récolte, comme: 5T1 vs 3T1, 2T1 vs 4T1, etc. La majorité de ces combinaisons (7/10) montre une différence significative d'après l'ANOVA, mais les 3/10 possèdent une similarité (statistiquement). A propos de la dose 10T/ha sur la culture de pe-tsai. Il y a une différence significative entre les: 5T2 vs 1T2, 5T2 vs 2T2, 5T2 vs 3T2 et 5T2 vs 4T2, mais les restes ne présentent pas.

Pour la dose à 50T/ha, le résultat de l'ANOVA montre qu'il y a une différence significative pour le 70% de la combinaison de la récolte et les 30% n'exigent pas. D'après la Figure 25, la croissance de la SF est faible au 9 à 27JAR, mais au 36 jusqu' à la dernière, il y a une augmentation rapide de SF.

Concernant la Figure 13, cette figure montre la variation de la SF des plantes à la dernière récolte en fonction des traitements. Le test de Tukey présente qu'il existe une différence entre les 4 traitements (5T3 vs 5T0, 5T3 vs 5T1, 5T3 vs 5T2 et 5T0 vs 5T4).

I.6. Poids sec en moyenne des plantes (PS)

La Figure 14 montre le PS des plantes en gramme en fonction du traitement durant les cinq récoltes.

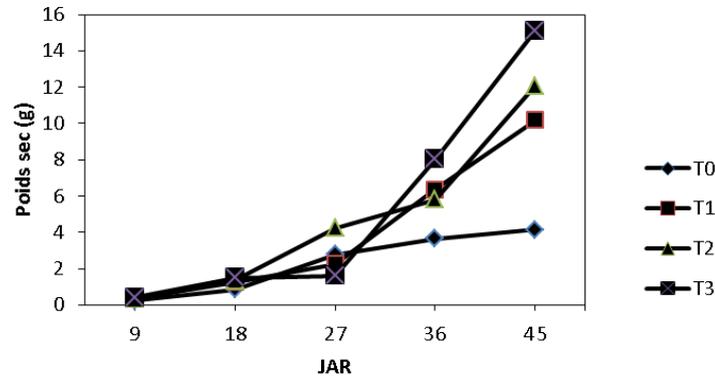


Figure 14: Variation de poids sec pendant cinq récoltes pour les traitements

Au cours de ces récoltes, il y a une variation de PS des plantes au début jusqu'à la fin en fonction de traitement. Pour le traitement T0, tous les récoltes sont similaires.

Le traitement T1 présente que, $R_1=R_2=R_3<R_4=R_5$. La dose à 10 T/ha, la 5^{ème} récolte est significativement supérieure à celles des autres récoltes. Et, le dernier traitement, les trois premières récoltes sont identiques, et les deux derniers existent une différence significative ($R_1=R_2=R_3<R_4<R_5$) (Tableau 8).

Tableau 8: Analyse de variance de poids sec des plantes

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	19	5628,965	296,261	35,996	< 0,0001
Erreur	291	2395,017	8,230		
Total corrigé	310	8023,983			

L'analyse de différence dose de FV a donné une différence significative de la PS de plante au 9 à 45 JAR.

Spécifiquement pour la 5^{ème} récolte en fonction des 4 traitements, le résultat de l'AVOVA montre que, $T_0<T_1=T_2=T_3$ (Figure 15).

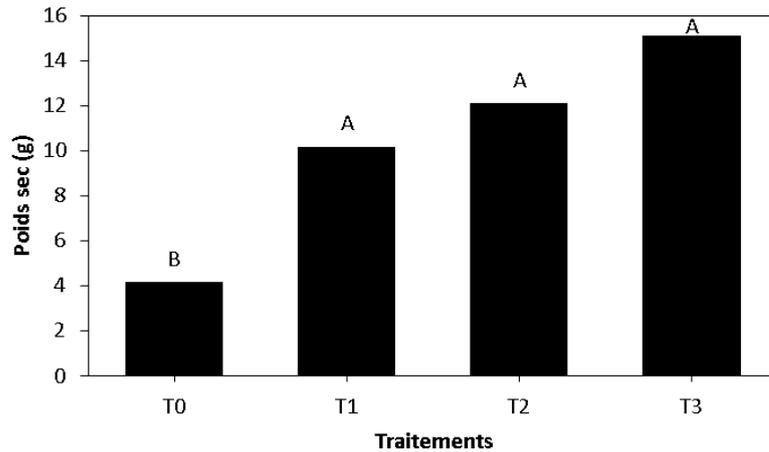


Figure 15: Poids sec en fonction des différents traitements au 45 JAR

Commençant avec le traitement T0, le poids sec pour appliquer le traitement T0 montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les 5 récoltés. Il existe une augmentation, mais elle est faible jusqu'à la fin de la récolte. Concernant la dose à 5T/ha, le résultat de l'ANOVA présente qu'il existe une différence significative entre la 1^{ème} et 5^{ème} récolte, 2^{ème} et 5^{ème} récolte et 3^{ème} et 5^{ème} récolte ($P < 0,0001$), mais les restes ne présentent pas. Entre 9 et 27 JAR, le PS des plantes a augmenté mais elle a été faible, à partir de 27 JAR, l'augmentation de PS en moyenne est rapide. Concernant maintenant la dose de FV à 10T/ha, la 5^{ème} récolte est significativement supérieure entre la 1^{ème}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} récolte ($R1=R2=R3=R4 < R5$). Le PS en fonction de traitement T2 présente qu'il y a une augmentation au 9, 18, 27, 36 JAR mais elle est lente. D'après ces dates, l'augmentation a été rapide.

Enfin, concernant le traitement T3, la croissance en moyenne des plantes est faible au 9 à 27 JAR. Le résultat de l'ANOVA montre qu'il n'existe pas une différence significative entre le 1T3 vs 2T3; 1T3 vs 3T3 et 2T3 vs 3T3 (30%), mais les 70% des dix combinaisons présentent une différence dans la dernière récolte. A partir de 27 JAR, il y a une augmentation rapide de PS jusqu'à la fin de la récolte. Ensuite dans la dernière récolte, il y a six combinaisons entre les 4 traitements, les 5/10 de la combinaison présentent une nuance ($P < 0,0001$) du PS du pe-tsai.

I.7. Surface Foliaire Spécifique (g/m²) en moyenne des plantes (SFS)

Cette Figure 16 présente le SFS en moyenne (g/m²) des plantes en fonction de traitement au cours des différents temps des récoltes.

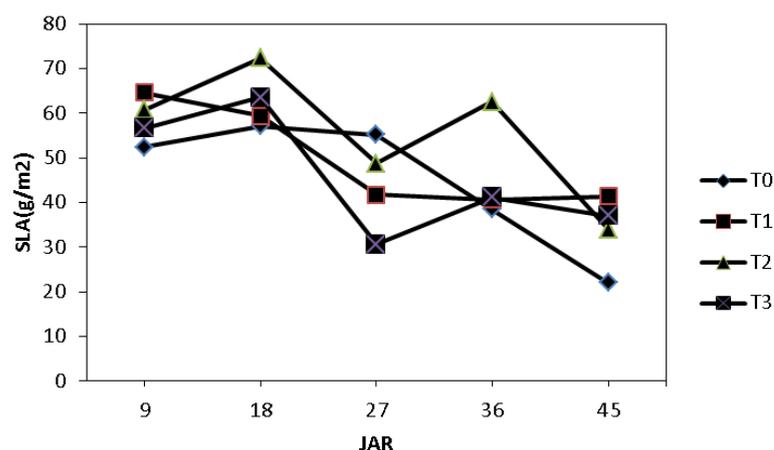


Figure 16: Évolution de SFS en fonction du traitement durant les cinq récoltes

Il y a une variation de courbe pour les 4 traitements. Pour ces différents doses de fumier de vache, le récolte 2 est plus élevé par rapport aux autres récoltes.

Tableau 9: Analyse de variance SFS (g/m²) des plantes

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	19	53013,814	2790,201	6,097	< 0,0001
Erreur	291	133181,304	457,668		
Total corrigé	310	186195,118			

L'analyse des différents traitements de FV présente une différence significative de SFS entre les récoltes avec les différents traitements utilisés (Tableau 9).

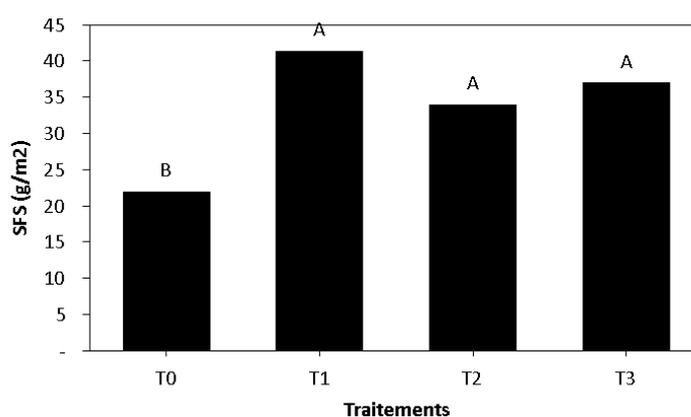


Figure 17: SFS des plantes en fonction des traitements au 45 JAR

Selon la Figure 17, il y a une différence significative entre les 4 traitements au 5^{ème} récolte.

La SFS est un rapport entre le poids sec et la surface foliaire des plantes. Si la surface foliaire a augmenté, la SFS a diminué. La Figure 17 présente le SFS en moyenne des plantes en fonction traitement et des récoltes. Commenant par le traitement témoin, il n'y a pas de différence significative entre les 4 traitements durant ces récoltes.

Ensuite, le traitement T1 présente une similarité de SFS jusqu'à la fin de la récolte. La diminution de la courbe a toujours continué jusqu'à la dernière récolte.

Concernant le dose à 10T/ha de FV, il y a une différence significative entre le R1 et R5 ($P < 0,0001$), mais les restes ne présentent pas cette différence. Le traitement T2 est significativement supérieur à celles des autres traitements.

La dose à 50 T/ha de FV présente une similarité de SFS. Mais, le SFS avec le traitement T3 est inférieur par rapport au traitement T2.

II- DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

Cette partie est consacrée à la discussion des résultats obtenus durant cette expérimentation, et aux recommandations potentielles concernant la culture du pe-tsai dans le cas échéant d'utilisation du fumier de bovin.

II.1. Discussion

En effet, cette recherche n'est pas exclusive des recherches environnantes. Les résultats ci-présents sont confrontés à des discussions par rapport à d'autres travaux de recherches effectués auparavant et aussi par rapport aux conditions de réalisation de ce travail.

II.1.1. Hauteur

Dans cette étude, nous avons évalué les différentes doses de FV sur la hauteur moyenne de pe-tsai durant les 5 récoltes. Il y a 4 traitements appliqués sur la culture de pe-tsai pour connaître la variation de la hauteur des plantes (0T/ha, 5T/ha, 10T/ha et 50T/ha). 9 jours après la transplantation, il y a une différence significative de la hauteur entre les 4 traitements. Le pe-tsai planté avec le traitement T0 a eu une hauteur faible à celles des autres traitements. Au 18 JAR, il y a une augmentation de la hauteur par rapport aux mesures précédentes pour tous les traitements. Cette augmentation de chaque traitement est rapide sauf le traitement T0. Les plantes traitées avec le traitement T3 ont une hauteur significativement plus élevée. Cela veut dire que, l'utilisation de doses plus élevées de fumier de vache peut stimuler la croissance des plantes. Pour le 27 et 36^{ème} JAR, le résultat de l'ANOVA montre que, il y a une similarité de la hauteur moyenne des plantes entre les différents traitements. Cependant, la plante traitée avec les doses à 5T/ha a rattrapé leur retard par rapport au T0, mais il n'atteint pas les mêmes niveaux avec la plante qui a été traitée avec la dose à 50T/ha. L'utilisation de ces doses peut avoir un effet positif sur la croissance des plantes. Parce que, dans le fumier, il y a des éléments nutritifs pour avoir besoin sur sa croissance (N, P, K) qui favorise leur développement. Et selon (Mulaji, 2011), les éléments nutritifs sont nécessaires pour l'alimentation et la croissance des plantes par conséquent accroître le rendement des plantes cultivées. L'utilisation de dose à 50T/ha et le 10T/ha peut entraîner l'amélioration de la croissance pour la plante.

La Figure 7 montre la hauteur en moyenne du pe-tsai en fonction des traitements à la 5^{ème} récolte. Ce résultat montre que, la croissance est moins vigoureuse. La dose à 5T/ha de FV ne peut pas fournir suffisamment de nutriment et des éléments essentiels aux plantes, ce qui peut limiter leur croissance. Le résultat indique que, il n'y a pas des différences entre les

différents traitements pour la hauteur de la plante. L'addition de FV ne présente pas une croissance en hauteur de pe-tsai. De plus, selon (Kooke, 1976) et (Mller & Mackenzie, 1978).

II.1.2. Nombre de feuille

Les études ont un but d'évaluer les différentes doses de FV sur les nombres des feuilles de plante en moyenne. Pour identifier l'efficacité de différente dose de FV (témoin T0, T1, T2 et T3), on prend le nombre des feuilles à 9, 18, 27, 36, et 45 JAR. Pour la première, il n'y a pas de différence significative de nombre de feuille entre les 4 traitements. Alors, la dose 5T/ha, 10T/ha et 50T/ha ne présente pas un effet sur la formation de nouvelle feuille par les plantes (statistiquement). D'après 18 et 27 JAR, il n'y a pas de différence significative entre les différents traitements, pour le 18 JAR: le nombre des feuilles avec traitement T3 est égal à T0, T1 et T2, c'est la même dans le 36 JAR. Et enfin, pour la 4^{ème} et la dernière récolte, le nombre des feuilles des plantes restent non significatif pour les quatre traitements. Cela veut dire que, au début jusqu'à la fin de la récolte, le nombre des feuilles de la plante est toujours similaire. Pour les traitements 1, 2 et 3, l'épandage de FV sur la parcelle n'influence pas sur la formation de nouvelle feuille pour le pe-tsai. Mais une autre étude dans le cas de nombre de feuille, les plantes se sont nourries pour former le plus de biomasse possible. Si les éléments nutritifs ne suffisent pas la croissance des plantes est affectée (Andriamahery, 2016). Dans la 1^{ère} récolte, le nombre de pe-tsai en moyenne de chaque traitement est les suivants: 6,4; 7,38; 7,17 et 7,5; respectivement au traitement T0, T1, T2 et T3; c'est-à-dire, il y a aucune différence. Une autre étude montre que, le nombre de feuille de Pak choi (tissam) est 5 en moyenne traités avec le purin de consoude à 25 JAS (Andriamahery, 2016).

A la dernière récolte, il n'y a pas une différence significative de nombre de feuille entre les 4 traitements appliqué au 45 JAR.

II.1.3. Poids frais

Le PF de pe-tsai est l'un de paramètre pour connaitre l'efficacité de la dose appliqué. Il est l'ensemble de feuille et de tige qui constitue la partie comestible (ATR, 2016). Sur le traitement témoin, le taux de la différenciation entre les 5 récoltes est faible. Parce que, le taux des éléments nutritifs dans le sol avec le traitement témoin est peu nombreux. Il y a un retard de croissance pour les plantes. Le PF de pe-tsai pour appliquer la dose de 5T/ha a un taux élevé par rapport au traitement témoin. Si le PF en gramme de pe-tsai avec le traitement témoin compte 2,26; 12,21; 54,62; 71,18 et 88,76 respectivement avec les récoltes 1, 1, 3, 4 et 5. Alors que, pour le traitement T1, le PF(g) en moyenne est égal 3,84; 15,5; 37,73; 91,33 et

168,79 respectivement aussi avec le récolte 1, 2, 3, 4 et 5. Pour le traitement T1, il y a une augmentation rapide des PF à partir de 36 JAR, autrement dit, la minéralisation de FV commence et le plante s'assimile les éléments nutritifs. Le traitement T1 et T2 a une PF similaire statistiquement. L'augmentation de la PF avec le traitement T2 est rapide jusqu'à la fin de la récolte. L'effet de la dose de 5 et 10T/ha est équivalent pour le PF de pe-tsai. Enfin, l'utilisation de dose à 50T/ha entraîne une différence entre la dose à 10T/ha à la dernière récolte. Le rendement (PF) à la fin de la récolte est doublé pour le traitement T3. Selon (al, 2013); une augmentation de la dose de poudrette de parc entraîne la croissance en hauteur de la plante en ce moment.

II.1.4. Surface foliaire

La SF des plantes est l'additionnement de surface tous les feuilles des plantes. Pour obtenir ce résultat, on utilise l'application Leaf Area pour avoir la surface de pe-tsai. La Figure 12 montre la variation en moyenne de SF en fonction de traitement. Pour le traitement témoin, la plupart des dix combinaisons de la récolte présentent une différence (30%). En moyenne, la SF d'une plante est égale 44,58cm² et 1453,03cm² respectivement au 9 et 45JAR. Selon (Andriamahery, 2016) la SF en moyenne d'un Pak choi à base de guano est égale 863 cm² au 45 JAS: Concernant la dose à 5T/ha, il n'y a pas une différence entre le jour de la récolte, mais elle est faible. C'est-à-dire cette dose provoque un effet bénéfique sur l'augmentation de la SF Pour le traitement T2, il y a une différence mais elle est faible par rapport au traitement T1 (40% pour T2 et 60% pour T1). Selon (Fanjaniaina, 2009), la minéralisation des engrais organique est lente rendant les éléments nutritifs progressivement disponibles pour les végétaux et que ce provenant du sol sont pour une correcte nutritionnel des plantes. En moyenne la SF d'une plante est égal 52,59 cm² à la 1^{ère} récolte et à la dernière 3389,68cm². Enfin, pour la dose de 50T/ha de FV, le traitement T3 a un taux de la différence supérieure par rapport à celles des autres traitements. Au 9 et 45JAR, les SF en moyenne des plantes comptent 76, 01cm² et 4286,08cm² respectivement. Pour le 5^{ème} récolte, il y une différence significative pour les 4 traitements (5T0 vs 5T2, 5T0 vs 5T3 et 5T3 vs 5T1). Selon le résultat, la combinaison avec le traitement T3 existe une inégalité. Alors, l'utilisation de dose 50T/ha de FV provoque une différence de la SF pour les différents traitements. Donc, elle a entraîné un effet bénéfique pour la croissance des plantes surtout pour la SF.

II.1.5. Poids sec

Le pe-tsai est une variété de choux chinois riche en eau. Par conséquent son poids sera relativement plus élevé par rapport à d'autres légumes. Le PS des plantes dépend aussi sur la

variété de pe-tsai, les méthodes de préparation et les types des séchages pour obtenir des résultats précis. Pour le traitement témoin, le sol ne peut pas donner des éléments nutritifs pour les plantes. Donc, le PS du pe-tsai, ne présente pas une différence durant les cinq récoltes. Parce qu'il n'y a pas des éléments nutritifs disponibles pour les plantes, alors il n'existe pas une variation de la croissance. Les éléments nutritifs (ou nutriments) sont indispensables à la croissance et au bon développement des végétaux ([http5](#)). La dose de FV à 5T/ha amenait un effet sur le PS des plantes, mais cet effet est insuffisant. La dose de FV à 10T/ha présente aussi un effet bénéfique sur le PS des plantes, mais elle est faible au 9, 27 et 36 JAR. Les effets de traitement T2 pour les plantes sont faible relativement au traitement T1, c'est-à-dire l'augmentation de dose d'engrais n'apporte pas une grande croissance pour la plante. Le taux de la différence sur la dose de 50T/ha FV est supérieur à celles des autres traitements (70% de la combinaison de la récolte). Le traitement T3 entraine un grand effet favorable sur le pe-tsai. Selon (Andriamahery, 2016), sans apport d'engrais, le sol a été incapable de satisfaire les besoins des plantes d'où leur très faible rendement. Spécialement pour le 5^{ème} récolte, il y a une nuance entre les différents traitements (5T0 vs 5T1, 5T0 vs 5T2 et 5T0 vs 5T3).

II.1.6. Surface Foliaire Spécifique (g/m²)

Par ce travail, la surface spécifique foliaire (SFS) est une mesure de la SF par rapport à poids sec des plantes exprimés en g/m². Cette mesure permet de calculer la quantité de la lumière captée par la feuille et de comprendre son efficacité photosynthétique ([https5](#))

- L'importance de mesure de la surface foliaire spécifique

La feuille a été un fondamentale des activités physiologiques intenses des métabolismes de la plante, intervenant dans les processus directeurs de la croissance et du développement. Dans ces processus, les feuilles interviennent surtout par leur surface, leur âge, leur composition chimique et leur nombre (Decerier, 1988). La SSF est un calcul pour connaître la caractéristique des feuilles.

Typiquement, une grande feuille fine aura une SFS élevée contrairement à une feuille étroite et épaisse (Sylvia, 2010).

- Relations de la SFS

La surface foliaire spécifique (SFS, surface foliaire projetée par masse sèche) est devenue une variable importante dans l'écologie comparée des plantes car elle est associée à de nombreux aspects critiques de la croissance et de la survie des plantes (Shipley, 2002).

- Causes de variation de la SFS

La surface foliaire spécifique est variée en fonction des plusieurs facteurs: la lumière, l'effet de la saison, l'âge foliaire, stress hydrique, la présence de parasite foliaire et erreur expérimental.

II.2. Recommandation

Cette étude a été basée sur les effets des doses croissantes de FV sur la culture de pe-tsai. Pour le traitement témoin, cette technique est applicable mais les rendements sont faibles (PF, SF, PS) par rapport à celles des autres traitements. Le traitement témoin n'a pas idéale pour le rendement de pe-tsai surtout le PF, PS, et SF. Pour gagner des bons rendements, l'apport de l'engrais est essentiel pour la culture.

L'application des doses croissantes de FV (5,10 et 50T/ha) ne présentent pas une différence hautement sauf pour PF traiter avec le traitement T3 à la dernière récolte. Donc, la dose à 50T/ha n'est pas adaptée à la culture de pe-tsai. Elle entraîne une perte pour les cultivateurs. Alors, les doses à 5 et 10T/ha est applicable et rentable par rapport à la dose à 50T/ha.

A partir de 27JAR, tous les traitements présentent une croissance rapide jusqu'à la dernière récolte sauf le traitement témoin. Pour le paramètre SFS, l'apport de dose à 50 T/ha entraîne une diminution de SFS. Alors, si les études ont été basées sur la SFS, l'utilisation de la dose à 50T/ha de FV n'est pas nécessaire. Donc, la solution proposée est l'épandage de FV 1 à 2 mois avant dans le sol. La minéralisation de FV est lente, il n' y a pas des éléments nutritifs assimilables pour les plantes, donc la plante a un retard de croissance. La minéralisation des engrais organiques (FV) est lente rendant les éléments nutritifs progressivement disponibles (Fanjaniaina, 2009). Alors, il est important de disposer de fumier bien décomposé surtout pour les plantes à cycles court comme le pe-tsai, afin que celles-ci puissent bénéficier des éléments nutritifs libérés (Andriambololona, 2018)

D'après l'étude, le FV n'a pas adapté à la culture de pe-tsai, car, le rendement obtenu d'après cette étude est faible (le PF en moyenne varie 500 à 530g au 45 JAR) par rapport à l'autre étude. L'étude suivant est d'essayé d'épandre un à deux mois avant de la plantation le FV.

CONCLUSION

Notre étude est basée sur l'utilisation de dose croissant des engrais biologiques concernant le FV sur la culture de pe-tsai. Nous avons étudié la comparaison des 4 traitements pour cette culture en fonction des 5 récoltes (dose à 5T/ha, 10T/ha et 50T/ha de FV). Durant cette étude, le pe-tsai est une plante pour évaluer les doses croissantes de fumier de vache. Les paramètres agronomiques ont été mesurés que: le nombre de feuille, la surface foliaire des plantes, la hauteur, le poids sec, le surface foliaire spécifique et les rendements (PF) en moyenne d'une pe-tsai. D'après le résultat, il est montré que, la croissance et le développement des plantes ont varié en fonction de la dose croissante de FV. Le traitement T3 a un meilleur rendement de pe-tsai sur la SF, PF et PS, et les valeurs des paramètres mesurés sont toujours significativement supérieures aux autres traitements à la dernière récolte. Pour le traitement témoin, les rendements (PF, PS et SF) baissent significativement au 36 à 45 JAR. Pour les autres paramètres (nombres de feuille, hauteur et SFS) il n'existait pas une différence significative entre les trois traitements (T1, T2 et T3). Concernant la SF, PS et PF, les 4 traitements ne présentent pas une différence significative au 9, 18 et 27JAR. Pour le nombre des feuilles et hauteur des plantes, ils n'existent pas une différence entre les 4 traitements au 1^{ère} jusqu'à la fin du récolte. Pour le traitement T1 et T2, il n'y a pas une différence significative sur le nombre des feuilles, PS, PF, SF et hauteur des plantes durant les 5 récoltes. Le traitement T3 a eu un rendement (PF en kg) plus élevé par rapport à celles des autres traitements (environ 82, 191, 167 et 248 respectivement aux traitements T0, T1, T2 et T3 au dernière récolte). Ce rendement n'a pas une différence sauf le traitement T3 et T0 avec le rendement de pe-tsai en moyenne selon. Le poids d'une pomme de pe-tsai varie de 167g et 172g. Mais, le poids frais de cette étude est faible par rapport le poids moyenne rapporté par (Fontenet & al, 2017) variant entre 1,36kg et 2,27 kg.

Dans cette expérimentation, les engrais biologiques ont, peut-être, permis d'augmenter la teneur du sol en élément nutritif. Cela a été remarqué par l'augmentation rapide de certain paramètre. L'hypothèse 1 est vérifiée : l'augmentation de dose entraîne l'augmentation de rendement. Ainsi, l'apport croissant des doses de fumier n'a pas augmenté le SFS selon l'hypothèse 2 stipulée.

D'autres paramètres, tels que la couleur de feuille, le gout de partie comestible de pe-tsai pourront être ajoutées à cette études mais n'ont pas été faites faute de moyen. Le fumier de vache est une source des éléments nutritifs pour la culture. Il améliore aussi la propriété physique, chimique et biologique de sol.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES

- 1- Agriculture, F. M., NutriHAH, FOFIFA, & hilfe, w. (s.d.). Légumes et fruits dans les systemes de culture en multi-étages et leur importance dans l'équilibre alimentaire. Dans 2015.
- 2- Ahmim-Richard, A., & Axelle Bodoy, P. E. (2018). *Caractérisation et typologie des exploitations agricoles dans le Vakinankaratea et Amoron'i Mania, Madagascar*. Antananarivo: Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage.
- 3- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/2050. *Agricultural Development Economics*, 160.
- 4- Andriamahery, R. T. 2016. *Effet de l'utilisation des purins de consoude et de chou associés à deux types d'engrais biologiques sur la culture de pak choi (Brassica rapa L. var. chinensis)*. Antananarivo: Thèse Malgache en ligne.
- 5- Andriambololona, M. T. 2018. *Essai de diversification de cultures maraichères (pe-tsai, haricot, tomate et courgette)*. Region Atsimo Atsinanana: These Malgache en ligne.
- 6- Badiane, A., Kouma, M., & Sène, M. 2000. *Gestion et transformation de la matière organique: Synthèse de recherches menées au Sénégal depuis 1985*. ISRA INSAH CTA.
- 7- Bijay-Singh, Yadivinder-Singh, Ladha .J.K., and khind C.S., 2002. Chlorophyll meter and leaf color chart- based nitrogen management for rice and wheat in north wester India. *Agronomy journal* p1
- 8- CEFFEL. 2011. Cultures maraichères à Madagascar-Guide poedagogiques de bonnes pratiques agricoles. pp. 13-34.
- 9- FAO. 2011. *Elevage dans le monde en 2011, contribution de l'élevage à la sécurité alimentaire*. Rome: FAO.
- 10- FAO. 2011b. *Produire plus avec moins. Guide à l'intention des décideurs sur l'intensification durable de l'agriculture peysanne*. Roma.
- 11- FAO.2014. *Créer un environnement plus propice à la sécurité alimantaire et à la nutrition*.

- 12- Federal Ministry of Food and Agriculture; HAF, Nutri; FOFIFA; Welt Hunger Hilfe. s.d. *Légumes et fruits dans le systèmes de culture en multi-etages et leur importanc dans l'équilibre alimantaire.* Atsimo-Atsinanana.
- 13- Gerald, H., Christiane, S., & Environnement-Innovation, S. 2011. *La fertilité des sol: importance de la matière organique.*
- 14- Huber, G., & Schaub, C. 2011. La fertilité des sols: Importance de la matière organique. *Environmental Innovation*, 4.
- 15- JICA, A. J. 2008. *Support de formation sur les technique des cultures maraicheres.* Niger
- 16- Kennedy T.R., 1992. Acid soil and acid rain. New York: John Wiley and sons p1
- 17- Kimuni, L. N., KisimbaMwali, M., Mulembo, T. M., Lwalaba, J. L., Lubobo, A. K., Katombe, B. N., et al. (2014). Effet s de dose croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.). *Journal of Applied Biosciences* 77:6509-6522 ISSN 1997-5902, 4-10.
- 18- Koull N., 2007- effet de la matière organiques des sols sableux dans la région des Ouargla. Mémoire de master. Université Ksdi Merbah Ouargla, 92p.
- 19- Laingo, R. I. 2017. *Impact des innovations agro-écologiques sur les flux de carbone et de l'azote des cultures pluviales.* Hautes terres.
- 20- Laurence, R. 2017. *Valorisation des legumes -feuilles et introduction de Moringa oleifera chez lesq maraicheres de Toliara.* Toliara.
- 21- Luxen, P. 2018. *Les engrais de ferme et leurs mise en oeuvres.*
- 22- Maherisoa, N. 2014. *Etude et conception d'une unité de transformation et de valorisation des fientes de volailles en engrais biologique.* Antananarivo.
- 23- Mawois M .2009. *Construction des systèmes des cultures maraichères à proximité d'une ville : quelle marge de manœuvres des agricultures pour répondre à une augmentation de la demande ? Cas de système des cultures à base de légumes à feuilles.*
- 24- Natacha, R. L. 2014. *Etudes des effets de la dose du fractionnement de l'apport de lombricompost sur la tomate "ACE VF 55'.* Ambanitsena.
- 25- Nomenjanahary, T. T. 2012-2017. *Essais de diversification des cultures maraichères : Cas du Pe-tsai, du haricot et de la courgette.* Sud Est.

- 26- PAM. 2007. *Evaluation rapide de la sécurité alimentaire*
- 27- Rabearindrasana L.M. 2011. Séchage solaire, études des qualités nutritionnelles et organoleptiques de légumes feuilles séchés identifiés à Antananarivo Université d'Antananarivo 124p
- 28- Rahobiarison L.M.N, 2011. *Sechage solaire ,étude de qualités nutritionnelles et organoleptiques des legumes feuilles sechés identifiés à Antananarivo.* Antananarivo.
- 29- Randriamiandrisoa, J., & Jerome, B. 2014. *Vulnérabilité des menages à l'insecurité alimentaire et facteur de resistance.* District Farafangana.
- 30- RandrianasoloJ, Lecompte, Lepelleyd, P, S., & Vayessieres. 2009. *Modélisation bioéconomique des alternatives techniques d'integration cultures élevages dans la ferme laitières Malagasy*
- 31- Randrianatoandro V. A. 2010. Identification et caractérisation des plats sources en micronutriments consommé en milieu urbain (Manjakaray Madagascar) : études des plats à base des légumes-feuilles. Thèse doctorat en science de la vie. Université d'Antananarivo 150p.
- 32- Ravaoharisoa, M. V. 1988. *Etude socio- économique de la fumure organique.* Vakinankaratra.
- 33- RMT Elevage et environnement. (2019). *Valorisation agronomique des influents d'élevages de porcs, bovins, caprins, lapins, volailles et ovins.* Consulté le Aout 24, 2023, sur Google Scoolar: www.rmtelevagesenvironnement.org
- 34- Sylvia, N. F. (2010). *Determination de la surface specifique foliaire (SSF) avec le fonctionnement physiologique chez dix variétés de riz pluvial.* Andranomanelatra
- 35- Thiaw, W. (2017). *Comparaison de differentes fertilisation organiques sur la culture fde tomate dans les Niayes.* Dakar.
- 36- Van Het Hof K.H., West C.E., westrate J.A., Houtvast. J. G. A. J. 2000. Dietary factor that affect the bioavailability of carotenoids. *Journal of nutrition* 504, 505, 506.
- 37- Vololoharimanana, I. 2014. *Gestions des matieres organiques animales et evolution de leur qualités fertilisantes (teneurs en azote et phosphore) au cours de leurs stockages.* Vakinankaratra

- ❖ [http1://www.homegerdin.com](http://www.homegerdin.com).
- ❖ [http2://www.aquaportail.com](http://www.aquaportail.com) Aquaportail. 2009, Septembre 8. *Matière organique: définition, explication*.
- ❖ [http3:// www. Microgreen-shop.com](http://www.Microgreen-shop.com)
- ❖ [http4:/amapdessablog.com](http://amapdessablog.com).
- ❖ [http5://www.ks-mineralsandagriculture.com](http://www.ks-mineralsandagriculture.com).
- ❖ [http6://jardinage.le monde.fr](http://jardinage.lemonde.fr)

ANNEXES

Annexe 1: Les différents matériels techniques avec leur rôle

Matériels	Rôles
Arrosoir	Servant à l'arrosage manuel des plantes ou des semis
Fourche	Pour bêcher et émietter la terre, épandre du fumier.
Angady	Matériel pour réaliser le travail du sol et bouger la terre.
Sobika	Outil pour porter des engrais
Pulvérisateur	Un moyen pour traiter les cultures
Seau	Utilisé pour les transports de l'eau

Annexe 2 : La composition en NPK des différents engrais organiques

Engrais	Taux en NPK (%)		
	N	P	K
Fumier de vache	4	1	4
Fumier de bœuf	6	1	7
Fumier de cheval	6	1	5
Fumier de porc	4	1	5
Fumier de poule	23	10	17
Fumier de mouton	8	1	7
Fumier de lapin	24	5	0,5

Source: (Maherisoa, 2014)

Annexe 3: Itinéraire technique de la plantation de pe-tsai



Broutage et division de la parcelle

Trouaison

Préparation de FV



Jours du repiquage (08 Juillet)

7 JAR (15 juillet)



Plantes 18 JAR (26 Juillet)

Plantes 26 JAR (03 Août)