

Etude de la production d'*Allium fistulosum* L. 1753 (LILIACEAE) avec des engrais biologiques locaux (compost et bouse de vache) et de l'urée : cas du Fokontany Ampitolova Mahajanga II

**A. H. Andriamanantena^{1,2}, S. B. Mihajarisoa³,
Z. Andriamanantena^{2,3}, F. H. Andriamanantena^{1,2}**

¹Faculté des Sciences, de Technologies et de l'Environnement. Université de Mahajanga

²Ecole Doctorale Ecosystèmes Naturels. Université de Mahajanga

³Institut Universitaire de Technologies et d'Agronomie de Mahajanga. Université de Mahajanga

Correspondant : andriainazo@gmail.com

Résumé

A Madagascar, l'agriculture constitue l'activité principale de la population surtout au niveau rural. Ce travail a pour objectif de comparer l'efficacité de l'utilisation des engrais biologiques locaux (compost et bouse de vache) et de l'urée dans la culture de la ciboule (*Allium fistulosum*). L'étude a été réalisée dans le Fokontany Ampitolova, commune rurale de Belobaka, district Mahajanga II, dans la région Boeny. Durant la réalisation de ce travail, plusieurs matériels et méthodes ont été utilisés pour atteindre nos objectifs. D'après les enquêtes menées, nous avons pu connaître le mode de culture de la ciboule dans la ville de Mahajanga. Le résultat d'expérimentation nous montre que l'utilisation de la bouse de vache avec l'urée, dans la parcelle P4 a plus de rendement et le compost avec l'urée dans la parcelle P2 est le plus bénéfique par rapport aux autres engrais dans la parcelle P1 et P2. L'analyse physico-chimique des sols montre que le pH du sol est neutre, le taux de la matière organique contenu dans le sol de culture est en faible quantité. P2 a le plus de concentration en azote par rapport aux autres trois parcelles. La ciboule mérite d'être valorisée, car elle a des vertus médicinales et thérapeutiques. Il est donc nécessaire d'approfondir les recherches sur la valeur de la ciboule.

Mots-clés : Production, parcelles, *Allium fistulosum*, Ampitolova

I. Introduction

L'agriculture est l'un des domaines les plus importants pour le développement d'un pays. La plupart des pays qui ont atteint l'autosuffisance alimentaire ont travaillé dans le développement de ce secteur (STALPORT, 2017). La fertilité des sols pose problème (BOUHENNI et CHABANI, 2018). L'agriculture s'est énormément développée au cours des 20 dernières années afin d'augmenter les rendements et les profits tout en diminuant les impacts environnementaux de l'agriculture traditionnelle (MC BRATNEY et *al.*, 2005). Ces rendements sont rendus possibles grâce à une production non interrompue et un environnement entièrement contrôlé offrant des conditions de croissance optimale, tout en diminuant drastiquement le risque de pertes.

Pour le cas de Madagascar, la plupart des produits agricoles sont destinés tout d'abord à la consommation des ménages constituant la demande locale, ensuite à l'exportation de produits à l'état plus ou moins transformés (ANDRIAMANANTENA, 1984).

Devant les potentialités économiques de Madagascar en matière agricole, il est encore possible de profiter des opportunités d'investissement dans le cadre de l'agro-business. Actuellement, ces potentialités, qui font que le pays soit encore classé parmi les pays à vocation agricole restent sous exploitées. Certaines richesses agricoles ne sont même pas suffisamment valorisées, y compris la ciboule (DOCTSSIMO, 2008) qui est une plante cultivée dans le monde entier, mais sa principale zone de culture reste l'Asie orientale, de la Sibérie à l'Indonésie. L'espèce *Allium fistulosum* joue à la fois le rôle de l'oignon et du poireau.

Le problème est que le coût de l'achat des engrais est élevé, alors que le rendement est faible, par rapport aux autres cultures locales. Toutes ces raisons nous ont amené à travailler sur ce thème intitulé : « Etude de la production d'*Allium fistulosum* L. 1753 (LILIACEAE) avec des engrais biologiques locaux (compost et bouse de vache) et de l'urée, cas du Fokontany Ampitolova Mahajanga II ». Comme hypothèses :

- Hypothèse 1 : La production de la ciboule dépend du sol et du technique de culture.
- Hypothèse 2 : La production de la ciboule dépend de la teneur en cation (azote) et en eau.
- Hypothèse 3 : La production de la ciboule dépend des types des engrais utilisés.

Le présent travail a pour objectif de comparer l'efficacité de l'utilisation des engrais biologiques locaux (compost et bouse de vache) et de l'urée dans la culture d'*Allium fistulosum*. Les objectifs spécifiques sont de connaître les meilleurs fertilisants pour la production de la ciboule et de savoir les techniques adoptées à la culture de la ciboule.

II. Matériels et Méthodes

II.1. Matériels

Lors de la réalisation de cette étude, divers matériels ont été utilisés.

II.1.1. Matériel biologique

Comme matériel biologique, *Allium fistulosum* a été utilisée au cours de cette étude.

❖ Classification

Selon CRONQUIST en 1981 :

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Liliopsida
Sous-classe :	Liliidae
Ordre :	Liliales
Famille :	Liliaceae
Genre :	<i>Allium</i>
Espèce :	<i>Allium fistulosum</i> L., 1753
Nom vernaculaire :	Tongolo ravina, Tongolo maitso

II.1.2. Matériels de terrain

Nous avons utilisé comme matériels de terrain : fiche d'enquêtes, dictaphone, appareil photo, bêche et pelle, arrosoir, règle graduée et lame.

II.1.3. Matériels de laboratoire

Divers matériels de laboratoire ont été utilisés pendant l'analyse physico-chimique des sols auprès du laboratoire UNIMA Andovinjo Mahajanga, comme la balance électronique, le tamis, le bêcher, la pipette, l'éprouvette graduée, le pH mètre, la boîte de pétri, le tube à essai.

II.2 Méthodes

II.2.1. Choix des zones d'étude

Notre étude a été menée au Fokontany Ampitolova, commune rurale de Belobaka, District Mahajanga II, dans la Région Boeny. Pour l'obtention des données concernant la ciboule, nous avons choisi les zones productrices de la ciboule dans la ville de Mahajanga dont Ampitolova, Ambalahago et Andrehitra. La plupart des villageois résidants dans ces trois zones pratique cette culture.

II.2.2. Enquête agronomique auprès des producteurs

L'objectif de cette enquête agronomique est de connaître les techniques de culture et les problèmes rencontrés par les producteurs de la ciboule dans chaque zone d'étude.

II.2.3. Expérimentation

II.2.3.1. Objectif de l'expérimentation

Cette étude consiste à comparer les résultats obtenus dans les quatre parcelles avec les engrais biologiques locaux et urées.

II.2.3.2. Dispositif expérimental

Pour cette expérimentation, nous disposons quatre parcelles qui se différencient par l'utilisation de deux sortes d'engrais biologique et l'application de l'urée. La culture de la ciboule dans ces parcelles sont soumis à des mêmes conditions et traitements. La ciboule à planter sera traitée avec des méthodes locales dans un délai de 6 semaines.

Ci-après les quatre parcelles que nous avons utilisées :

- ❖ **P1** : utilisation du compost comme engrais biologique
- ❖ **P2** : utilisation du compost comme engrais biologique avec application de l'urée.
- ❖ **P3** : utilisation des bouses de vache comme engrais biologique
- ❖ **P4** : utilisation des bouses de vache comme engrais biologique avec application de l'urée

II.2.3.3. Choix du terrain

Le terrain que nous avons choisi pour cette expérimentation est celui d'Ampitolova dont la majorité des habitants pratique la culture de ciboule.

Quatre parcelles ont été choisies qui ne sont que les terrains de cultures, en forme rectangulaire et mesurant chacun $10,5\text{m}^2$ de surface avec une longueur de 7m et une largeur de 1,5m.

L'endroit est très bien ensoleillé et tout près d'une réserve d'eau, un petit lac appelé : Matsaborilava.

Ces quatre parcelles sont nommées P1, P2, P3 et P4 selon les systèmes de cultures à l'expérimentation.

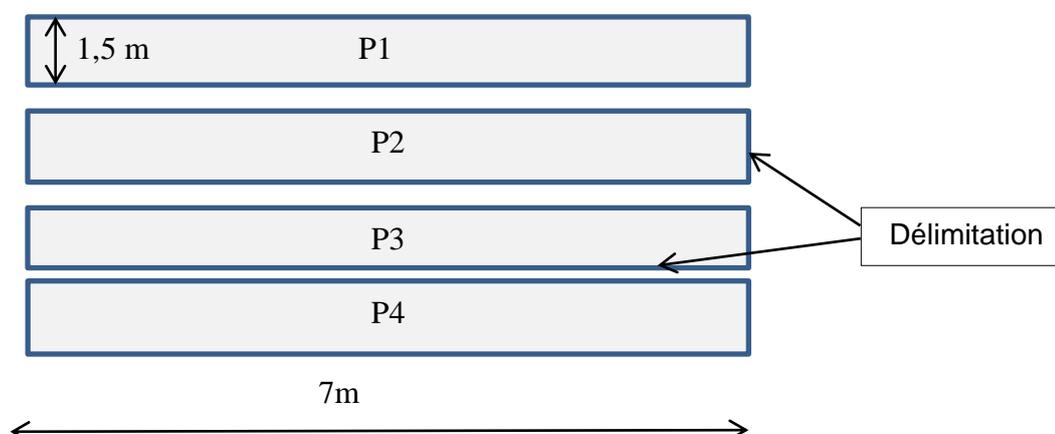


Figure 1 : Représentation du terrain de culture

II.2.3.4. Préparation du terrain

Pour la préparation du terrain, ci-après les étapes à suivre :

- Débroussaillage des parcelles
- Délimitations des parcelles.
- Labour de la terre avec en moyenne une profondeur de 10cm. Refaire ensuite ce labour pour avoir une bloque de terre plus fine.
- Ajout de l'engrais et bien le mélanger dans toute la surface
- Arrosage du champ pour avoir du terrain mou, humide et pour bien fermenter les engrais



Photo 1 : Préparation du terrain de culture

II.2.3.5. Transplantation de la ciboule

La transplantation de la ciboule consiste à repiquer la ciboule d'un autre champ vers les parcelles bien préparées ; donc il faut :

- Repiquer les plantes et les séparer pied par pied
- Un pied de plante par plantation
- Une distance de plantation environ 5cm et 4200 pieds par parcelle



Photo 2 : Repiquage de la ciboule

II.2.3.6. Suivi et Entretien

a. Besoin en eau de la plante

Comme toutes les plantes herbacées, la ciboule a besoin beaucoup d'eau pour la croissance et pour la maintenir en vie. Comme la culture est encore traditionnelle, il est très important de l'arroser manuellement tous les jours. La fréquence d'arrosage se fait une fois par jour sur toute la surface du terrain, durant l'après-midi avec une capacité de cinq arrosoirs par parcelle à environ 50L d'eau en moyenne.



Photo 3 : Arrosage de la ciboule

b. Désherbage et insecticide

Il s'agit d'un désherbage manuel c'est à dire arracher manuellement les mauvaises herbes sur le terrain de plantation. Le désherbage se fait quand il y a la présence d'autres herbes indésirables.

Concernant l'insecticide, les animaux nuisibles représentent peu de risque avec la plante car la durée du cycle est courte, c'est l'une des raisons que nous n'avons pas utilisés l'insecticide.

c. Engrais et urée

Après le repiquage, quand les plantes reprennent vie c'est-à-dire les feuilles commencent à se lever, nous allons faire une deuxième application de l'engrais. Et l'application de l'urée se fait à la deuxième semaine et quatrième semaine après le repiquage.

d. Suivre de la croissance de la ciboule

Après la transplantation de la plante, la croissance de la ciboule s'identifie par la multiplication de ses feuilles.

e. Echantillonnage

Chaque semaine, nous effectuons un échantillonnage qui consiste à dénombrer les nombres des feuilles par pied de plante.

Pour se faire, ci-après les étapes à suivre pour l'échantillonnage :

- Lancer au hasard une pierre dans le champ et identifier 2 plantes les plus près
- Refaire cette lancée 5 fois en représentant toute la surface c'est-à-dire, identifier 10 pieds de plantes pour chaque parcelle dans des différentes places.
- Dénombrer les feuilles des plantes identifiées par parcelle et enregistrer les données

f. Mesure de la plante

Après la récolte, la mesure de la plante et sa feuille est indispensable pour comparer ainsi les résultats sur leurs qualités c'est-à-dire aspect physique de la plante.

II.2.3.7. Récolte

Pour évaluer la production afin de ne pas augmenter la dépense, la récolte se fait quand la 6^{ème} semaine est atteinte.

II.2.4. Analyse du sol

Il consiste à collecter des échantillons du sol sous une culture de la ciboule. Ces échantillons sont examinés au laboratoire pour connaître le pH, le taux des matières organiques et de l'azote total du sol de culture.

➤ PH du sol

Le pH (ou potentiel d'Hydrogène) est une indication de la concentration en ions H⁺ présents dans le sol. La méthode Potentiométrique a été utilisée.

➤ Matières organiques

La matière organique du sol est la matière fabriquée par les êtres vivants, que ce soit végétaux, animaux, champignons et autres décomposeurs dont micro-organismes. Nous avons utilisé la méthode par Spectrophotomètre carbone organique.

➤ Azote total

Il s'agit d'identifier le taux d'azote (N) contenu dans le sol de culture dans chaque parcelle en utilisant la méthode Kjeldalh et la méthode standard avec une concentration connu et absorbance connue après la lecture du spectrophotomètre du système de lampe Ultra-Violet avec une longueur d'onde de 220-275 nanomètre.

Peser 2,5g de sol, puis broyer et mettre de l'eau salée artificiel, laissé au repos pendant 30min. Ajouter 0,1g de peroxosulfate et 5ml d'hydroxyde de sodium, laisse faire une digestion

alcaline pendant 10min et prendre un temps de refroidissement. Après, ajouter 1ml d'acide borique et laisse-le filtrer, et enfin la lecture dans le spectrophotomètre.

Mode de calcul :

$$FD = \frac{\text{Volume total}}{\text{Volume d'échantillon}}$$

FD= Facteur de dilution

II.2.5. Traitement de données

Elle représente le moment d'analyse des données et des résultats. Dans ce traitement, nous avons effectué les analyses au moyen du logiciel R Version 4.0.3 pour traiter les données collectées. Le test ANOVA à un seul facteur et le test post hoc ont été adoptés.

II.2.5.1. Test ANOVA

L'ANOVA ou analyse de la variance permet de voir si la variabilité des résultats à chaque facteur donné est due aux différences entre les parcelles suivant la variance respective de chaque variable étudiée. Pour l'expérimentation, l'ANOVA à un seul facteur est donc utilisée pour comparer les 4 parcelles.

II.2.5.2. Test post-hoc

Ce test est une procédure qui permet d'abaisser le risque de trouver une différence à tort à la comparaison de plusieurs échantillons indépendants. Le test post-hoc séquentiel de Bonferroni est une correction pour limiter la possibilité d'obtenir un résultat statistiquement significatif lors du test. Dans ce travail, ce test a été choisi pour corriger le test ANOVA qui a été effectué au niveau de l'utilisation des engrais biologiques locaux et l'urée entre les quatre parcelles sur la culture de la ciboule.

$$\alpha_{FWE} \leq 1 - (1 - \alpha_{EC})^K$$
$$EC = \frac{\alpha_{FWE}}{K}$$

α_{FWE} : Taux d'erreur entre individus

α_{EC} : Taux alpha d'un test individuel (0,05)

EC : coefficient alpha basé sur le test de Bonferroni

K : Nombre de comparaisons

III. Résultats

III.1. Enquêtes agronomiques auprès des producteurs de la ciboule

III.1.1. Technique culturale

La technique de culture de la ciboule est constituée par un ensemble d'activités pré culturales (préparation du sol) ; culturales (semis ou division de touffe et repiquage, récolte) et post culturale (commercialisation et conservation des semences).

a- Activités pré culturales

Les activités pré culturales, c'est-à-dire la préparation du sol constitue les premières pratiques observées chez les producteurs. Elles couvrent plusieurs étapes parmi lesquelles le débroussaillage. Il permet de débarrasser tout le couvert végétal qui occupe le sol de culture, il est suivi immédiatement du labour (retournement de la terre afin de la rendre perméable) et enfin la formation des plates-bandes.

b- Activités culturales

Les activités culturales se composent du semis ou division de touffe et repiquage, de l'arrosage, de la fertilisation ou amendement et, enfin la lutte contre les maladies et les ravageurs des cultures.

➤ Semis

Le semis consiste à placer les semences ou les plantules de la ciboule dans un sol préalablement ameubli.

Les semis sont souvent le moyen utilisé au cours de mois de Mars et d'Avril, semé clair et en place, sur des rangs espacés de 20 cm.

Pour produire des semences, il faut conserver quelques fleurs, laissez-les monter à graines ; lorsque celles-ci sont mûres (en mois d'Août), il est nécessaire de couper les fleurs avec leur pédoncule et laissez-les sécher au soleil. Pendez ensuite les ombelles dans un local frais, sec et aéré. Ils les égraineront au dernier moment, pour les semer. Les semis de la ciboule se font au soleil doux ou à mi- ombré, en tout bon sol frais, meuble.

➤ Division de touffe

Puisque la ciboule se divise très facilement, la plupart des producteurs utilise cette méthode pour avoir une croissance rapide. On déterre le pied dont on sépare les bulbes et chaque bulbe a la capacité de reformer une nouvelle touffe.

➤ Repiquage

Lorsque les plantes ont 3-5 feuilles, c'est-à-dire, à peu près 20 jours après le semis, récupérer les jeunes plants pour les repiquer ailleurs avec une distance de 10 cm sur le rang. Le repiquage se fait dans un sol bien drainé et léger avec des fumiers biologique, sous une

forme de plate-bande ou parcelle avec les mesures de notre choix et selon la surface de la terre cultivé.

➤ **Entretien**

Les listes des tâches suivantes sont très importantes dans l'entretien de la culture de la ciboule :

- L'arrosage régulier (au moins une fois par jours) pour conserver un feuillage de qualité ;
- Le désherbage s'effectue à la main afin d'éliminer toutes les mauvaises herbes
- Lutte contre les ravageurs en utilisant des insecticides et des pesticides s'il y en a.
-

c- Activités post culturales

Les activités post culturales ont trait à la récolte, au rendement et à l'autoproduction des semences pour l'établissement des prochaines cultures.

➤ **Récolte**

On peut récolter la ciboule 6 à 8 semaines après le repiquage. Arrachez la ciboule en fonction de notre besoin, jusqu'à la disparition du feuillage

La récolte de la ciboule se fait au fil des besoins, dès Avril, jusqu'en mois de Novembre et les fleurs en mois de Juin.

➤ **Rendement**

Le rendement d'une plate-bande de ciboule est le rapport entre la quantité produite sur cette planche et la superficie utilisée.

Tableau 1 : Rendements de la ciboule dans chaque zone d'étude

Zones d'étude	Nombre de bouquet/plate-bande (bouquet de 500Ar)		
	Plate-bande n°01	Plate-bande n°02	Plate-bande n°03
Ampitlova	250	240	200
Ambalamahogo	140	144	150
Andrehitra	176	180	180

Les rendements relevés ci-dessus varient sensiblement en fonction de la surface de la plate-bande, la technicité des producteurs et la capacité de celui-ci à s'approvisionner en différents engrais.

La zone Ampitolova atteint jusqu'à 250 bouquets et la zone Ambalamahogo est de 140 bouquets.

III.1.2. Problèmes rencontrés par les producteurs

Les paysans producteurs rencontrent d'énormes difficultés pour produire les ciboules. Parmi ces difficultés, les cas des problèmes liés au climat, à l'insécurité et à l'instabilité des prix de vente des ciboules par plate-bande.

Les difficultés identifiées par les producteurs concernent à la fois la production et la commercialisation des ciboules.

Même si des améliorations sont observées au niveau des techniques de production, l'activité garde encore des teintes traditionnelles.

Celles se rapportent à certains problèmes rencontrés dans la production de la ciboule. Ces problèmes concernent, entre autres, l'insécurité, le coût élevé des engrais, l'approvisionnement difficile en eau d'arrosage comme le cas d'Ambalamahogo et d'Andrehitra, la mauvaise qualité des semences et les cas de maladies et de destruction par les insectes.

III.2. Résultats d'expérimentation

III.2.1. Nombre des feuilles moyenne de la ciboule

Durant l'expérimentation, nous avons pu suivre l'évolution de la culture de la ciboule avec les quatre parcelles P1 ; P2 ; P3 et P4.

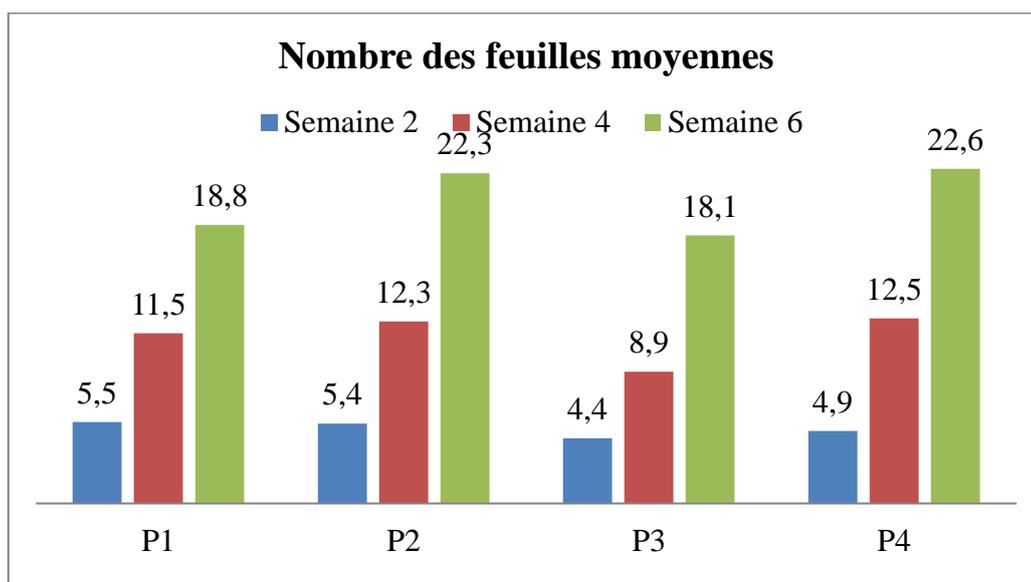


Figure 2 : Nombres des feuilles moyennes toutes les deux semaines par parcelle

Cette figure ci-dessus nous montre les résultats des nombres des feuilles moyennes dans les quatre parcelles durant les six semaines. Nous observons que pendant la semaine 2, les

nombre des feuilles moyennes sont presque les mêmes. C'est à partir de la semaine 4 jusqu'à semaine 6 qu'il y a des variations de nombre des feuilles au niveau de ces quatre parcelles.

Tableau 2 : Nombre des feuilles moyennes de la 2^{ème} semaine

Nombre des feuilles							
Semaine 2	Parcelle	Moyenne	Max	Min	Écart-type	F	p
	P1	5,5	8	3	1,581	1,072	0,373
	P2	5,4	8	3	1,647		
	P3	4,4	7	3	1,35		
	P4	4,9	8	3	1,595		

Durant la semaine 2, on observe que P3 a eu la plus faible multiplication par rapport aux autres parcelles. D'après le test ANOVA, il montre qu'il n'y a pas de différence significative de nombre des feuilles entre les 4 parcelles, avec p value=0,373.

Tableau 3 : Nombre des feuilles moyennes dans la semaine 4

Nombre des feuilles							
Semaine 4	Parcelle	Moyenne	Max	Min	Écart-type	F	p
	P1	11,5	16	6	2,838	6,592	0.00115
	P2	12,3	15	7	2,111		
	P3	8,9	11	6	1,524		
	P4	12,5	14	10	1,354		

D'après le tableau de la 4^{ème} semaine, P3 a la plus faible moyenne de multiplication avec au maximum 11 feuilles seulement. Par contre, P1 est allé jusqu'à 16 feuilles. Il y a donc une différence significative de nombre des feuilles entre les quatre parcelles (p value=0.00115).

➤ Comparaison deux à deux de nombre des feuilles moyennes dans la semaine 4

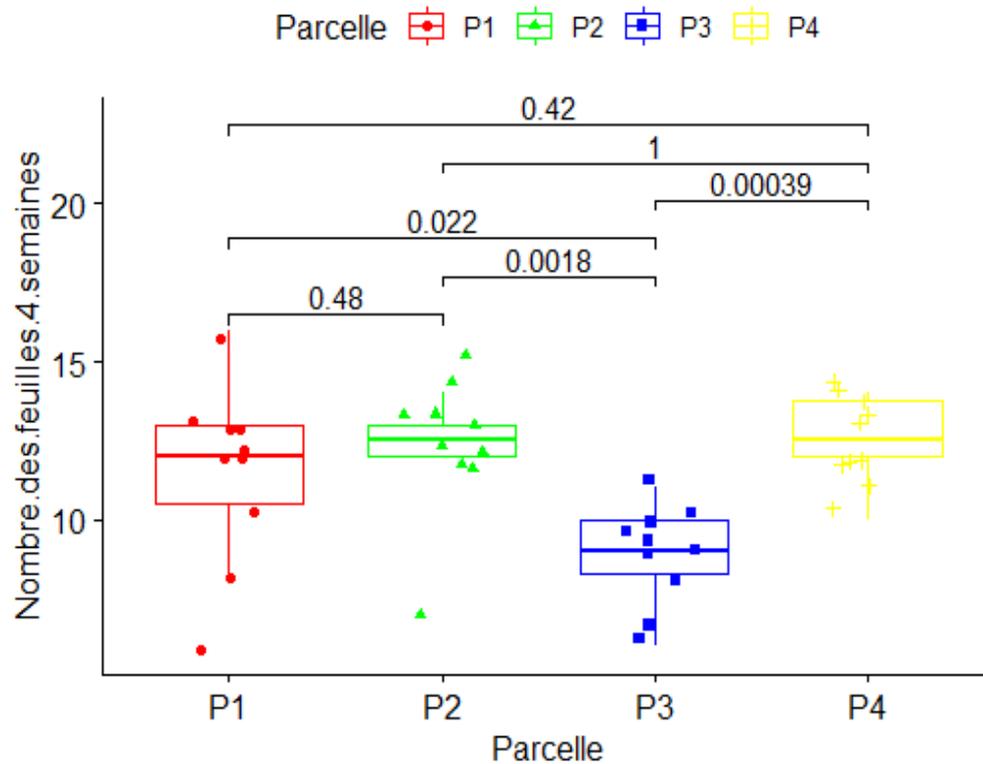


Figure 3 : Comparaison deux à deux de nombre des feuilles moyenne dans la semaine 4

Dans cette figure, les trois comparaisons n'ont pas des différences significatives : P1 et P2 ($p=0,48$), P1 et P4 ($p=0,42$), P2 et P4 ($p=1$). Mais on observe que les parcelles comparées à P3 ont tous des différentes significatives : P1 et P3 ($p=0.022$), P3 et P2 ($p=0.0018$), P3 et P4 ($p=0.00039$).

Tableau 4 : Nombre des feuilles moyennes dans la semaine 6

Nombre des feuilles							
	Parcelle	Moyenne	Max	Min	Écart-type	F	p
Semaine 6	P1	18,8	26	13	4,05	3,319	0.0305
	P2	22,3	28	16	4,296		
	P3	18,1	22	13	2,807		
	P4	22,6	29	15	4,766		

D'après ce tableau, P3 a la plus faible moyenne de multiplication avec au maximum 22 feuilles seulement. P4 est allé jusqu'à 29 feuilles. Il y a une différence significative de nombre des feuilles moyennes dans la 6^{ème} semaine entre les quatre parcelles avec $p\text{ value}=0.0305$.

➤ **Comparaison deux à deux de nombre des feuilles moyennes dans la 6^{ème} semaine**

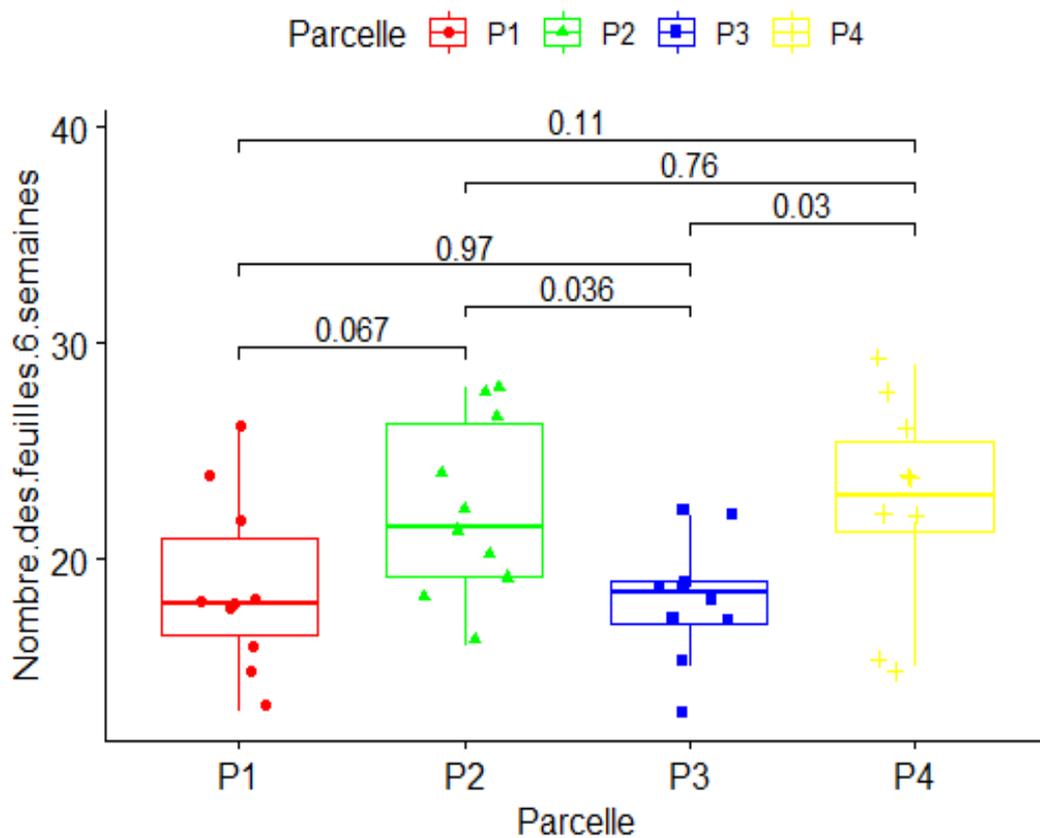


Figure 4 : Comparaison deux à deux des feuilles moyennes dans la 6^{ème} semaine

Dans la semaine 6, sur cette figure de comparaison, le test post-hoc montre qu'il y a une différence significative entre P2 et P3 ($p=0.036$) et P3 et P4 ($p=0.03$) mais les restes n'ont pas des différences significatives.

III.2.2. Hauteur des plantes

Quand la 6^{ème} semaine est atteinte, nous avons pu échantillonner les plantes et le tableau ci-dessous montre ces résultats d'échantillonnage.

Tableau 5 : Hauteur de la ciboule

Hauteur plante (cm)						
Parcelle	Moyenne	Min	Max	Écart-type	F	p
P1	31,0	25	40	4,497	6.456	0.0013
P2	38,4	29	44	4,169		
P3	33,6	27	40	5,103		
P4	38,1	28	43	4,067		

D'après ce tableau, les hauteurs moyennes des plantes sont entre 31,0cm (P1) et 38,4cm (P2) dont P1 et P3 représentent des moyennes de valeurs basses et P2 et P4 ont des

moyennes de hauteurs les plus hautes. C'est dans P1 qu'on y trouve une hauteur la plus basse (25cm) et dans P2 une hauteur la plus haute (44cm). Il y a une différence significative de hauteur de la plante entre les 4 parcelles (p value=0.0013)

➤ **Comparaison deux à deux des hauteurs de la ciboule dans les quatre parcelles**

Nous avons effectué le test post-hoc au niveau des quatre parcelles en faisant de la comparaison deux à deux :

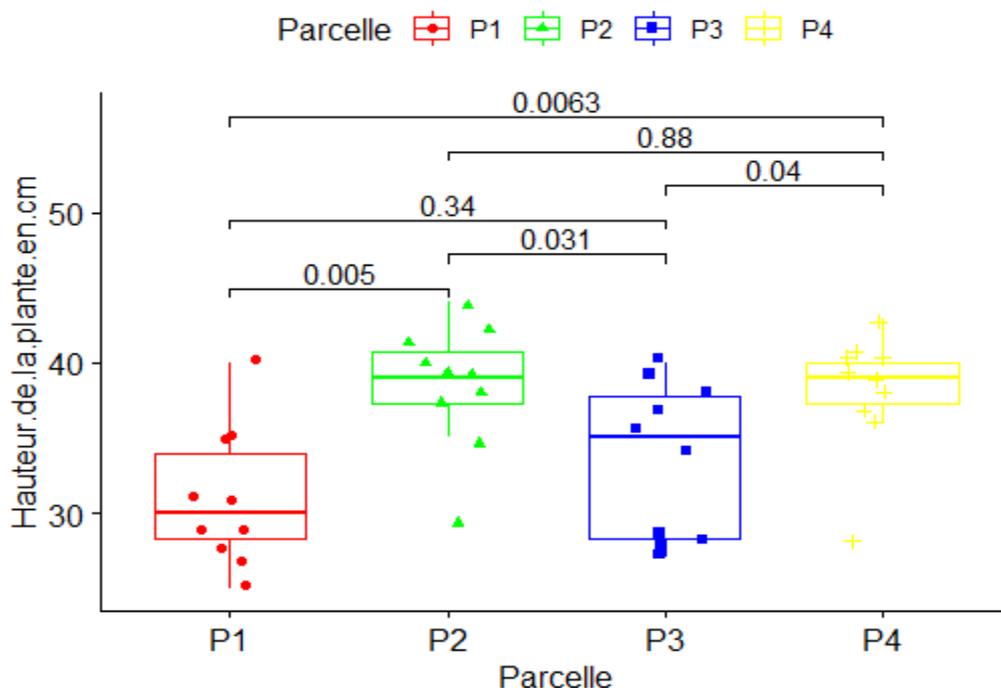


Figure 5 : Comparaison deux à deux de la hauteur de P1, P2, P3 et P4.

Le test post-hoc montre qu'il y a une différence significative des moyennes entre P1 et P2 : $p= 0,005$; P1 et P4 : $p= 0,0063$; P2 et P3 : $p=0,031$; P3 et P4 : $p=0,04$. Cependant, entre les parcelles P1 et P3 : $p= 0,34$ et les parcelles P2 et P4 : $p= 0,88$; on constate qu'il n'y a pas de différence significative des moyennes.

III.2.3. Circonférence de la feuille de la ciboule

Ci-après les résultats de mesure de circonférence cylindriques des feuilles des quatre parcelles.

Tableau 6 : Circonférence des feuilles dans les quatre parcelles

Circonférence des feuilles (mm)						
Parcelle	Moyenne	Min	Max	Écart-type	F	p
P1	10,7	9	13	1,567	14.45	2.45e ⁻⁰⁶
P2	13,7	12	16	1,252		
P3	10,6	9	13	1,265		
P4	13,2	11	15	1,317		

Comme le montre ce tableau, la circonférence moyenne des feuilles est entre 10,6mm à 13,7mm dont P1 et P3 représentent une basse moyenne (10,7mm et 10.6 mm) par rapport à P2 et P4 (13,7mm et 13,2mm). 9mm est la valeur la plus basse trouvée dans la parcelle P1 et P3 et 16mm est la valeur la plus élevée trouvée dans la parcelle P2 (p value = $2.45e^{-06}$)

➤ **Comparaison deux à deux de la circonférence de la ciboule dans les quatre parcelles**

La figure ci-dessous montre le résultat de comparaison de la circonférence de la ciboule dans les quatre parcelles.

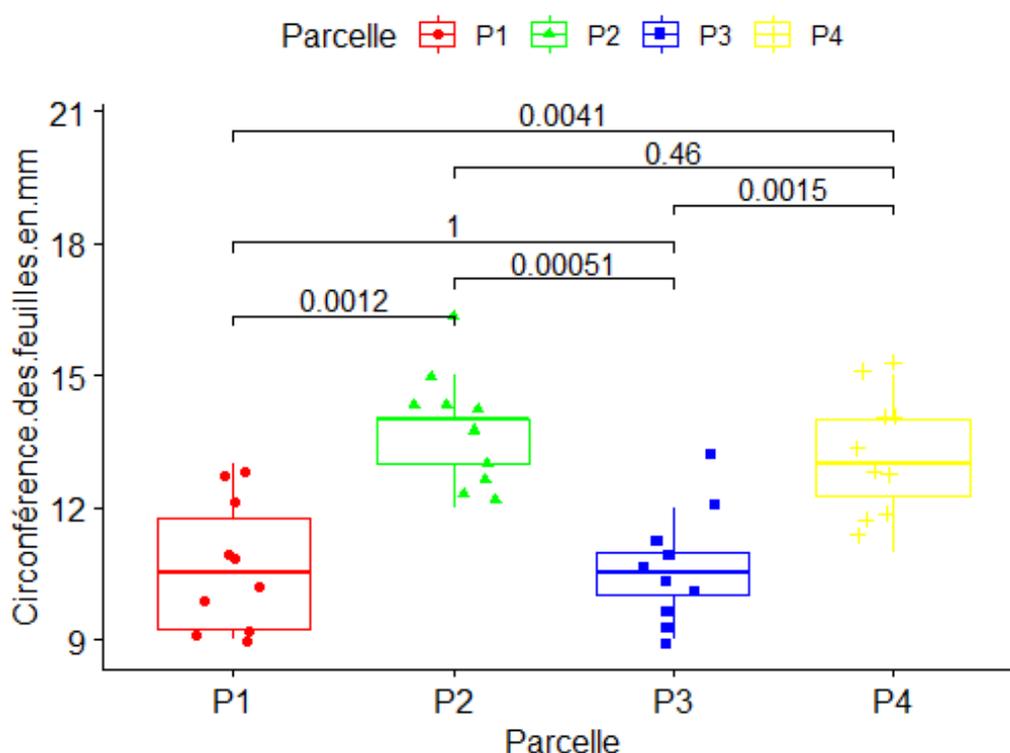


Figure 6 : Comparaison deux à deux de la circonférence des feuilles

Le test post-hoc montre qu'il n'y a pas de différence significative entre P1 et P3 : $p=1,0000$; P2 et P4 : $p=0,46$.

Par contre, entre les parcelles P1 et P2: $p= 0,00012$; parcelle P2 et P3 : $p= 0,0005$; les parcelles P1 et P4 : $p= 0,0041$ et P3 et P4 : $p= 0,0015$, on constate qu'il y a une différence significative au niveau de la circonférence des feuilles.

III.2.4. Production de la ciboule

Durant les 6 semaines, ci-après les tableaux récapitulant les comparaisons des rendements des quatre parcelles.

Tableau 7 : Production finale de la ciboule

Parcelle	Nombre de pied initial	Nombre récolté à 95% de survie	Bouquet de 30 feuilles (100Ar)
P1	4 200	66 633	2 221
P2	4 200	88 977	2 966
P3	4 200	72 219	2 407
P4	4 200	90 174	3 006

Le tableau ci-dessus montre la production après la récolte. Sur ces quatre parcelles, P1 a eu le plus faible rendement (2 221 bouquets) tandis que P4 a eu le plus haut rendement (3 006 bouquets). Avec le nombre des feuilles récoltées, P1 et P3 sont inférieur à P2 et P4.

III.3. Résultats des analyses du sol

III.3.1. PH du sol

Le tableau ci-dessous montre le pH du sol de culture de la ciboule dans chaque parcelle.

Tableau 8 : pH du sol dans chaque zone d'étude

Zones d'études	PH
P1	7,1
P2	6,97
P3	7,05
P4	7,09

D'après ce tableau, la mesure du pH dans chaque zone d'étude est comme suit : P1 :7,1 ; P2 :6,97 ; P3 : 7,05 et P4 : 7,09. Ces résultats nous montrent qu'il n'y a pas de différence au niveau du pH dans chaque parcelle.

III.3.2. Matière organique du sol

Le taux de la matière organique contenue dans le sol de culture est présenté dans le tableau n°13.

Tableau 9 : Taux des matières organiques contenus dans le sol de culture de la ciboule

Zones d'études	Concentration en %
P1	0,067
P2	0,051
P3	0,047
P4	0,042

Ce tableau ci-dessus nous montre que le taux des matières organiques dans les sols de culture de chaque parcelle est en faible quantité. P1 : 0,067% ; P2 : 0,051% ; P3 :0,47% et P4 :0,042%.

III.3.3. Azote total du sol

Le tableau ci-dessous montre le taux d'azote dans le sol de nos quatre parcelles.

Tableau 10 : Taux d'azote total dans le sol

Parcelle	Concentration en %
P1	0,95
P2	2,26
P3	0,59
P4	1,90

Ce tableau nous montre l'azote total contenu dans le sol de culture de la ciboule dont P1= 0,95%, P2 = 2,26%, P3 = 0,59% et P4 = 1,90%. Le sol de culture dans P2 a le plus de concentration en azote (2,26%) et dans P3 est le plus faible en azote.

IV. DISCUSSION

Au niveau de la technique culturale, les producteurs de la ciboule dans les trois zones d'étude (Ampitolova, Ambalamahogo et Andrehitra) utilisent toujours la culture traditionnelle. Puisque cette culture n'est pas encore exploitée, il n'y a pas donc de technique obtenue par les producteurs pour l'améliorer.

Avec une application de fertilisants, tous les paramètres de la croissance et développement de la ciboule sont touchés positivement. Les analyses statistiques ont montré que l'apport d'engrais biologiques (compost ou bouse de vache) et l'urée donnent plus de rendement par rapport aux engrais biologiques compost seul ou bouse de vache seule.

D'après les résultats, il n'y a pas de différence significative entre les quatre parcelles durant les trois premières semaines au niveau de la multiplication moyenne des nombres des feuilles. Mais à partir de la quatrième jusqu'à la sixième semaine, il y a une différence significative entre ces quatre parcelles. Cela est expliqué par la richesse du sol en éléments minéraux, et par conséquent la fertilisation du sol est l'un des facteurs qui influe la croissance et le développement d'une plante (ZAFINDRABENJA, 2012).

Depuis la 3^{ème} semaine, la multiplication des feuilles sur la P2 et P4 se différencie par rapport aux deux autres parcelles, ce sont des parcelles que nous avons appliquées de l'urée. L'urée est un engrais organique stable qui améliore la qualité du sol, fournit de l'azote aux plantes et augmente leur rendement. Avant qu'elle se transforme en nitrates, elle deviendra d'abord de l'ammoniac sous l'effet de l'enzyme (uréase) et ensuite les bactéries le transforment en azote assimilable par les végétaux pour rendre le sol plus fertile. Parmi les minéraux intéressants contenus dans l'urée : sodium, calcium, magnésium, oligo-élément, phosphore et potassium qui ne sont que les composants habituels des engrais « NPK » (CHAUX et FOURY, 1994).

Dans cette réaction, l'urée qui va apporter beaucoup d'azote et celui favorise le développement des feuilles.

Pour P2, l'urée aussi accélère la décomposition des matières organiques notamment carbonés des déchets durs.

A part les actions des éléments minéraux apportés par les fertilisants, c'est-à-dire les engrais, les facteurs externes (lumière, température, humidité) agissent aussi fortement sur la croissance des feuilles. En effet, la vitesse de croissance de la plante est proportionnelle aux unités thermiques reçues depuis le début du stade de développement (SARKIS, 1999).

D'après le résultat du test ANOVA, la circonférence moyenne des feuilles a eu une différence significative entre les quatre parcelles P1, P2, P3 et P4. Selon le test post-hoc (comparaison deux à deux des parcelles), il n'y a pas de différence significative entre P1 et P3 et P2 et P4. Par contre entre P1 et P2 ; P1 et P4 et P3 et P4, il y a une différence significative. Cette différence est expliquée par l'utilisation de ces différents types d'engrais.

La circonférence des feuilles apporte plus à la qualité de la plante au niveau commerciale et apporte plus de bénéfice.

Sur les quatre parcelles P1, P2, P3 et P4, c'est dans P2 et P4 qu'il y a eu plus de rendement, c'est-à-dire les parcelles qui ont fait l'application de l'urée, que ce soit avec l'utilisation du compost soit avec de la bouse de vache. Ce qui veut dire que l'urée est l'un des facteurs de la favorisation de la production de la ciboule. Ce qui fait que les rendements à la récolte sont

élevés. Par rapport aux autres cultures, la culture de ciboule aussi a besoin d'une suivie et entretien, ce qui fait de ces dépenses sur ces quatre parcelles qui se sont levées jusqu'à 378.000Ar mais se sont différenciés à des dépenses à l'engrais et l'urée. C'est la raison pour laquelle, les bénéfices dans P3 et P4 se sont diminués à cause de cette dépense à l'achat de l'engrais (bouse de vache) or pas de dépense pour le compost mais il faudra beaucoup de temps pour que l'engrais soit bien fermenté.

Le procédé de production comprend les différentes tâches nécessaires en vue de produire. Il s'agit de la terre et du travail. La terre constitue le premier facteur de production, si la valeur varie selon la nature du sol, le climat, les possibilités d'irrigation et de fertilisation, etc. La terre seule ne suffit pas pour assurer la production des cultures, pour être valorisée elle nécessite d'être travaillée.

Aucun insecte ravageur n'est observé durant l'expérimentation, par ailleurs, la ciboule nécessite un arrosage régulier car en cas de l'arrêt, les feuilles se dessèchent vite. La plantation est possible toute l'année, car elle est facile à planter et les feuillages très persistants. Dans la ville de Mahajanga, elle est souvent utilisée dans le jardinage ou en pot.

Parmi les facteurs qui déterminent l'établissement des cultures de la ciboule dans les quatre parcelles, on note, le sol. En tant que facteur, en raison de sa composition biochimique et physique. La nature des sols de culture peut être modifiée par amendement et par les méthodes culturales. Les terres fraîches très ensoleillé constituent les sols de première qualité pour les cultures de la ciboule.

L'absorption des éléments minéraux contenus dans le sol diminue les réserves dans le sol. Ce qui s'est produit avec l'azote dans le sol traité. Toutefois, toutes les réserves n'ont pas été absorbées par la plante. Comme les engrais apportés durant la précédente culturale étaient tous biologiques, une partie de l'azote provenant de l'engrais reste encore inassimilable pour la plante.

Après avoir analysé le pH du sol de culture, les quatre parcelles P1, P2, P3 et P4 sont neutre. En effet, le pH du sol qui dépend de la concentration en ions hydrogènes (H^+) varie sous l'influence de l'utilisation d'engrais et d'autres facteurs (pluies, irrigation, entretiens du sol, ...) (ZUANG, 1982).

Les quatre parcelles sont tous pauvre en matière organique : 0,067% pour la parcelle P1 ; 0,051 % pour la P2 ; 0,047% pour la P3 et 0,042% pour la parcelle P4. Cela veut dire que nos quatre parcelles P1 ; P2 ; P3 et P4 sont favorables à la culture de la ciboule. La culture de la ciboule demande un sol pauvre en matière organique. En effet, la matière organique se transforme progressivement en humus puis par minéralisation fournira aux plantes l'alimentation dont elles ont besoin. Par contre, des rapports de laboratoire concernant des analyses de sols effectuées dans la région la plus fertile du sud de l'Ontario indiquent que depuis 1950, le taux de matière organique est passé de 6 % à 3,5 %, le tiers de cette diminution s'étant produite dans les 15 dernières années (www.tela-botanica.org).

Concernant l'azote contenu dans le sol de culture, P1 est de 0,95 %, P2 est 2,26% et P3 = 0, 59% et P4 est de 1,90. Les besoins en azote est importants en début de croissance (JBEILY, 1998). Ainsi, la carence en azote se traduit par des retards de croissance, un moindre développement, des accidents végétatifs, les feuilles sont petites avec des tâches orangées et une production amoindrie (TAYEB, 1995).

Pour la plante, l'azote constitue l'un des trois éléments majeurs indispensables à son alimentation et un facteur qui peut sérieusement limiter la production agricole, surtout dans les sols ferrallitiques. La richesse du sol en éléments minéraux, et par conséquent la fertilisation du sol, est l'un des facteurs qui influe la croissance et le développement d'une plante. La plante n'absorbait que les restes des éléments minéraux apportés pendant la précédente saison culturale. Or, ces réserves étaient limitées et une fois épuisées, elles n'arrivaient plus à subvenir aux besoins de la plante en éléments minéraux. Il en résulte une carence en azote qui se manifeste par un jaunissement des feuilles (ELIARD, 1987).

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Pour bien traiter notre sujet d'étude, nous avons utilisé des matériels comme le matériel biologique, les matériels du terrain, et les matériels de laboratoire. Nous avons adopté plusieurs méthodes : documentations, étude préalable, choix des zones d'étude, descente sur terrain, (observation, enquêtes et échantillonnage), expérimentation, traitement de données, analyse des données.

Les résultats d'enquêtes que nous avons recueillis durant notre étude nous ont permis de connaître les techniques de culture et les problèmes rencontrés par les producteurs de la ciboule dans la ville de Mahajanga.

Les paysans producteurs de la ciboule rencontrent un énorme problème pendant la production et la commercialisation de la ciboule.

Concernant la faisabilité technique et économique, l'utilisation de la bouse de vache avec l'urée est indispensable pour améliorer les rendements et l'utilisation de compost avec l'urée pour les bénéfiques. Ainsi, la culture avec la méthode traditionnelle en utilisant des engrais biologiques locaux (bouse de vache et compost) avec l'urée a un meilleur rendement et une rentabilité supérieure par rapport aux autres fertilisants.

Le sol est un facteur de production et une ressource naturelle qu'il convient de protéger comme composante du milieu environnant. Donc, il joue un grand rôle dans l'agriculture, il regroupe un ensemble d'organismes vivants qui assurent son bio fonctionnement et procèdent à des interactions avec les composantes physiques et chimiques de celui-ci, permettant la dynamique des éléments minéraux.

Bref, après avoir vu et analysé les résultats d'enquête, les résultats d'expérimentation et les résultats d'analyse des sols de culture, la ciboule est parmi les espèces la plus utilisée de la

population de Mahajanga et le sol de la région peut adapter à cette culture. Mais, sa place reste encore dans la cuisine.

Comme recommandations :

❖ Approvisionnements divers

En ce qui concerne l'approvisionnement en semences, le meilleur moyen pour éviter les ruptures de stock sera probablement la production locale, ou sur place par chaque producteur. Ceci permettrait de réduire la dépense.

Parmi les possibilités de traitement, la méthode de compostage présente plus de facilités pratiques. La production locale du fertilisant organique permet de le substituer aux engrais conventionnels.

❖ Amélioration de la technique de culture de la ciboule

Pour l'améliorer, des techniques culturales devraient être appliquées. Ainsi, il est préconisé de :

- Bien choisir les semences à semer, cela permet d'avoir une bonne croissance et développement de la plante ;
- Bien respecter les densités de semis afin d'obtenir des plants vigoureux ;
- Bien respecter les entretiens de la culture : ne pas laisser le pied se faire envahir par les mauvaises herbes, et puis arroser régulièrement pour conserver un feuillage de qualité.

❖ Amélioration des techniques et des systèmes de production :

- Améliorer la productivité du travail et de la terre,
- Assurer une gestion rationnelle des ressources naturelles (fertilité des sols, ressources en eau, matériel végétal).

❖ Amélioration du sol pour la culture de la ciboule

- Trouver un sol fertile et frais mais pas trop humide, avec une exposition ensoleillée.
- Apporter un substrat de qualité (terre noire, terre enrichie de compost ou fumier)
- Pour produire du feuillage, la préparation du sol n'a pas besoin d'être profonde.

❖ Fertilisation

L'élément le plus important est l'azote. L'apport en azote est très important pendant la période de croissance végétative (croissance des feuilles).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- **ANDRIAMANANTENA L. G. (1984).** *Azadirachta indica* (Neem) à Madagascar et ses potentialités insecticides ; cas de puceron vert des pois : *Acyrtosiphon pisum*, Mémoire ESSA, Antananarivo, p 1-23
- 2- **BOUHENNI et CHABANI. (2018).** Réalisation d'une micro-ferme aquaponie et développement d'une application de gestion commerciale pour les projets d'aquaponie. Mémoire de Master en Génie industriel, spécialité ingénierie de la production.

- 3- **BOULAY J. C. (2011).** Etude des effets de diverses pratiques culturales sur la croissance des feuilles et sur l'incidence de la brûlure de la pointe de la laitue.
- 4- **CHAUX C. et FOURY C. (1994).** Productions légumières, tome 3, Technique et Documentation Lavoisier Paris, 142p.
- 5- **CRONQUIST. (1981).** Conseil pour la culture de la ciboule
- 6- **DOCTSSIMO. (2008).** La culture du concombre en Polynésie, 2^{ème} édition
- 7- **ELIARD J. L. (1987).** Etude de comparaison de plante à feuilles.
- 8- **FRANÇOIS B. (1996).** Les bases de la production végétale, 15^{ème} Edition.
- 9- **JBEILY A. (1998).** Effet de la fertilisation azotée sur le rendement quantitatif et qualitatif de la laitue (*Lactuca sativa*), impact sur la nappe phréatique. Thèse de fin d'étude. Université Saint Esprit de Kaslik, 111p.
- 10- **MC BRATNEY A., WHELAN B. et ANCEV T. (2005).** Futur directions of precision agriculture. Précision Agriculture, 6 : 7-23.
- 11- **MESSIAEN C. M., COHAT J., LEROUX J.P., PICHON M. et BEYRIES A. (1993).** Les Allium alimentaires reproduits par voie végétative. INRA éditions. 230 pp.
- 12- **SARKIS. (1999).** Leaf onion, *Allium fistulosum*. In: Shinohara, S. (Editor): Vegetable seed production technology of Japan. Volume 2
- 13- **STALPORT B. (2017).** Modélisation et développement d'un système aquaponique avec surveillance météorologique pour l'étude du cycle de l'azote. Mémoire de Master en bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement, à finalité spécialisée, ULG, Agro-Bio Tech (GxABT), 103 p.
- 14- **TAYEB A. (1995).** Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc. Chap 6
- 15- **ZAFINDRABENJA A. (2012).** Expérimentation agronomique sur la fertilisation de la culture d'oignon "*Allium cepa*" avec le Guanobarren Cas d'Anevoka
- 16- **ZUANG H. (1982).** La fertilisation des cultures légumières. CTIFL, 395 PP.

Remerciements

Je tiens à remercier toute l'équipe qui a contribué à la réalisation de ce travail.