



RAPPORT D'AVANCEMENT DE RECHERCHES

Irrigation minimale Pak choi, carotte, haricot vert, pastèque

Financement MIP/MAD24



Rédigé par :

RASOANINDRAINY Andrianjafy, Directeur FTA

IRILANTO Loïs, responsable recherche FTA

MARS 2025

Table des matières

INTRODUCTION	4
Contexte climatique et enjeux agricoles de Madagascar.....	4
Collaborations et objectifs de la recherche.....	4
Expériences et perspectives	5
1. RECHERCHE PAK CHOI	6
1.1. A propos de la recherche.....	6
1.2. Etapes de la recherche	6
1.3. Dispositif expérimental.....	7
1.4. Matériels de mesure.....	7
1.5. Paramètres observés	7
1.6. Traitement des données.....	8
1.7. Résultats	8
1.8. Commentaire des résultats	9
1.9. Problématiques rencontrées et limites de l'étude.....	9
La recherche pak choi en quelques images.....	10
2. RECHERCHE CAROTTE.....	12
2.1. A propos de la recherche.....	12
2.2. Etapes de la recherche	12
2.3. Dispositif expérimental.....	13
2.4. Matériels de mesure.....	13
2.5. Paramètres observés	13
2.6. Traitement des données.....	14
2.7. Résultats	14
2.8. Commentaire des résultats	14
2.9. Problématiques rencontrées et limites de l'étude.....	14
3. RECHERCHE HARICOT VERT	16
3.1. A propos de la recherche.....	16
3.2. Etapes de la recherche	16
3.3. Dispositif expérimental.....	17
3.4. Matériels de mesure.....	17
3.5. Paramètres observés	17
3.6. Traitement des données.....	18

3.7.	Résultats	18
3.8.	Commentaire des résultats	18
3.9.	Problématiques rencontrées et limites de l'étude.....	19
4.	RECHERCHE PASTEQUE	21
4.1.	A propos de la recherche.....	21
4.2.	Etapes de la recherche	21
4.3.	Dispositif expérimental.....	22
4.4.	Matériels de mesure.....	22
4.5.	Paramètres observés	23
4.6.	Traitement des données.....	23
4.7.	Résultats	23
4.8.	Commentaire des résultats	24
4.9.	Problématiques rencontrées et limites de l'étude.....	24
5.	Avancement sites de recherche à Ambohimanga & Talatavolonondry	26
5.1.	Site à Ambohimanga.....	26
5.2.	Site à Talatavolonondry	27
6.	Autres recherches prévues.....	27
	ANNEXES.....	28
	Annexe 1: Les sondes	29
	Annexe 2: Autres matériels	30

INTRODUCTION

Contexte climatique et enjeux agricoles de Madagascar.

Le changement climatique constitue l'un des défis majeurs du XXI^e siècle, particulièrement dans les régions vulnérables comme l'océan Indien. Madagascar, quatrième plus grande île du monde, est l'un des pays les plus exposés aux impacts climatiques, avec une augmentation des températures moyennes, une perturbation des régimes pluviométriques et une intensification des événements extrêmes tels que les cyclones et les sécheresses (IPCC, 2021). Ces phénomènes menacent directement les écosystèmes et les moyens de subsistance des populations, notamment dans les zones rurales où l'agriculture reste le pilier économique. Selon la Banque mondiale (2023), plus de 70 % des Malgaches dépendent de l'agriculture pour leur survie, mais les rendements agricoles sont en déclin en raison de la dégradation des sols, de la rareté de l'eau et de la variabilité climatique.

Dans ce contexte, les petits producteurs ruraux sont particulièrement vulnérables. Les sécheresses prolongées et les inondations récurrentes exacerbent l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Les paysans, souvent dépourvus de technologies adaptées et de systèmes d'irrigation efficaces, peinent à maintenir leur production agricole. L'irrigation et la gestion durable de l'eau sont des solutions clés pour renforcer la résilience des agriculteurs face aux aléas climatiques. Une irrigation minimale et optimisée peut non seulement réduire la pression sur les ressources en eau, mais aussi améliorer la productivité et la durabilité des systèmes agricoles (FAO, 2022).

Collaborations et objectifs de la recherche.

C'est dans ce contexte qu'une dynamique de recherche visant à développer et à diffuser des techniques d'irrigation minimale adaptées aux réalités des paysans malgaches a été menée depuis l'année 2024. Cette dynamique est le fruit d'une collaboration tripartite entre le Farming & Technology for Africa (FTA), acteur du développement agricole à Madagascar, Aqua Alimenta Suisse, principal bailleur de fonds engagé dans la promotion de l'agriculture durable et la gestion de l'eau, et l'École Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA) à travers sa mention Agroécologie, Biodiversité et Changement Climatique (ABC).

Le FTA, en partenariat avec les communautés rurales réparties dans plusieurs zones agroécologiques de Madagascar, a identifié des besoins prioritaires en matière d'irrigation et de gestion de l'eau. Ces demandes ont guidé la mise en place d'expérimentations sur des cultures stratégiques telles que le légume feuille pak choi à Ambohidray et Ankazondrano, la carotte à Tsarasaotra, le haricot vert à Ambalamahasoa et les pastèques dans la région de Morarano Gare.

L'inauguration d'un nouveau site de recherche au Lycée d'Ambohimanga Roava marque une autre étape importante dans le renforcement des capacités locales et la diffusion des innovations agricoles. Des recherches sur 3 variétés de riz pluviales avec vs sans paillage ainsi que 3 variétés d'haricot utilisant l'irrigation par bambou sont également en cours sur ce site.

Expériences et perspectives.

Ce rapport présente les recherches effectuées jusqu'au mois de Mars 2025 et présente les résultats (on peut dire encore préliminaires dans une certaines mesures) des expériences menées sur les cultures mentionnées. Pour chaque spéculation, le rapport présente :

- une description sommaire de chaque recherche avec les objectifs
- les méthodes et étapes suivies pour chaque recherche
- le dispositif expérimental avec les outils utilisés pour l'expérimentation et pour les mesures sont présentées sommairement
- quelques photos descriptives de la recherche
- les paramètres observés pour chaque recherche
- le traitement des données
- les résultats obtenus
- les commentaires et discussions sur les résultats
- les limites de la recherche
- les recommandations qui peuvent être données aux paysans

Enfin, nous présenterons également un résumé de l'avancement de la mise en place de la vitrine et recherche au Lycée Ambohimanga et Talatavolonondry (Partie 5) avant de terminer avec quelques perspectives de recherches à la demande des paysans (Partie 6).



Station de recherche et base avec vitrine à Ambohidray, RN44

1. RECHERCHE PAK CHOÏ

1.1. A propos de la recherche

Titre	Etudes sur l'irrigation minimale de la culture de pak choï utilisant des sondes de mesure d'humidité du sol
Description	L'expérimentation consiste à comparer les méthodes d'irrigation: l'une empirique, pratiquée par les paysans locaux, et l'autre, une irrigation basée sur les relevés de sondes paramétrées mesurant l'humidité du sol. L'expérience doit permettre de déterminer une utilisation plus efficiente de l'eau tout en optimisant la production.
Objectif	Déterminer l'irrigation minimale adaptée pour la production de pak choï en milieu paysan
Lieu	L'expérience a été menée dans deux sites d'expérimentation mis en place à : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambohidray, Commune Rurale de Morarano, RN44 – Altitude : 1700 m ▪ Ankazondrano, Commune Rurale d'Ambohimanjaka, RN7 – Altitude : 850 m
Chercheur	Les jeunes chercheurs qui ont menés les expérimentations sont : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambohidray : Rado, étudiant M2 ESSA-ABC ▪ Ambohimanjaka : Ericson, étudiant M2 ESSA-ABC
Paysan	Les paysans impliqués dans la gestion des sites d'irrigation minimale sont : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambohidray : Ernest, nouveau boursier 2025 du CFPDR ▪ Ambohimanjaka : Peno et Noelson, jeunes boursiers 2024 du CFPDR
Date & durée	Juin – Septembre 2024, période hivernale la plus sévère avec le plus de risque de gel.

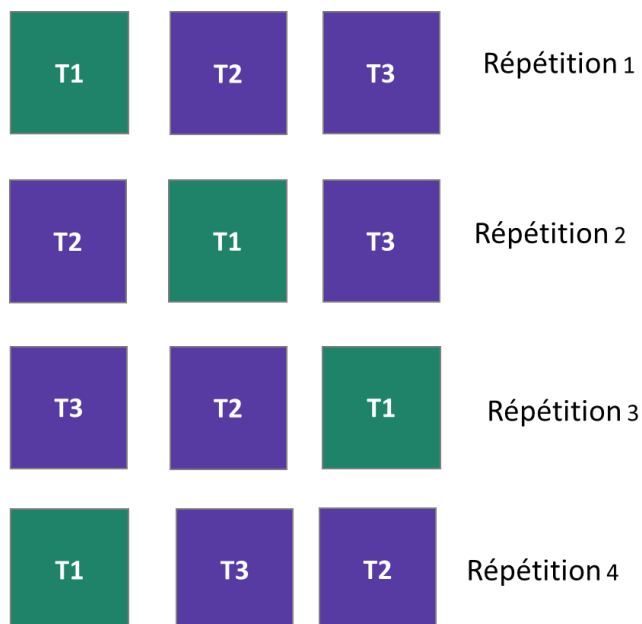
1.2. Etapes de la recherche

L'itinéraire technique utilisé durant la recherche concilie à la fois les besoins de recherche tout en respectant la pratique paysanne locale. Appart pour l'arrosage, les traitements ont été techniquement dirigés de la même manière. Le tableau suivant résume les itinéraires techniques adoptés durant la recherche :

Labour	Labour à 30 cm de profondeur
Préparation des parcelles	Aménagement des platebandes en Butte Surface d'une platebande : 9 m ² soit 3 m x 3 m Ecartement des cultures <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entre ligne : 50 cm ▪ Entre trou : 25 cm
Semi	Nombre de graine par trou : 3 à 4 graines par poquet Date : 03 Juin 2024
Binage	Aération du sol pour optimiser l'eau et le développement racinaire
Fertilisation	Utilisation de fumure de zébus (250 g/poquet)
Traitement Phytosanitaire	Utilisation du pesticide organique B-Nimo (Agrohelf consulting)
Durée du cycle	Date de récolte : 12 Septembre 2024

1.3. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés sur des plates-bandes de 3 m x 3 m avec un espacement de 50 cm x 25 cm entre chaque trou.



Dispositif expérimental des cultures utilisant des sondes

L'essai a consisté à comparer les haricots verts sur trois différents traitements:

- Traitement 1 (T1): Parcelle témoin, avec les pratiques paysannes
- Traitement 2 (T2): Contrôle et maintien de l'humidité à 55%
- Traitement 3: (T3): Contrôle et maintien de l'humidité à 65%

L'expérience est répétée sur trois (04) blocs

1.4. Matériels de mesure

Sondes hydrométriques

Deux types de sonde ont été utilisés : les « **Plant Alarm** » et les « **Mini-Logger** », produits par la société « Plant Care » en Suisse. Leurs caractéristiques sont disponibles en annexe 1.

Balance

La balance électronique (précision de ± 1 g) a permis de peser le poids des récoltes.

Règles

Le ruban et la règle ont servi à mesurer les feuilles et racines des plantes en centimètre.

1.5. Paramètres observés

Les paramètres évalués comprennent :

- Rendement R (g)
- Hauteur (cm)
- Nombre de feuilles

- Longueur côte blanche (cm)
- Poids de la biomasse aérienne BA (g)
- Poids de la biomasse racinaire BR (g)
- Poids côte blanche (g)
- Diamètre de la touffe (cm)

1.6. Traitement des données

Le traitement des données a été réalisé à l'aide d'un ordinateur munis du logiciel IBM SPSS 20.0.0. Les analyses ont porté sur des statistiques descriptives et des tests de comparaison afin d'interpréter les résultats obtenus

1.7. Résultats

Ankazondrano

Quantité d'eau

Moyenne	Eau	R. BA (g)	R. BR (g)
T1	420	5033,10	458,97
T2	45	4163,75	467,28
T3	140	5116,75	523,62

Paramètres agronomiques

	Eau (l)	Hauteur (cm)	Nb feuilles
T1	420	19,33	11
T2	45	18,43	10
T3	140	20,21	12

	Longueur côte blanche (cm)	Diamètre de la touffe (cm)	Poids BA (g)	Poids côte blanche (g)
T1	21,08	29,94	87,89	7,32
T2	20,47	30,98	63,74	7,19
T3	21,60	33,58	80,27	8,08

Matière sèche

	Poids BA (g)	Poids BR (g)	R. BA (g)	R. BR (g)
T1	10,51	2,32	601,96	145,77
T2	7,00	3,83	457,60	248,59
T3	9,64	2,35	614,52	152,32

Ambohidray

Paramètres agronomiques

	Eau (l)	Hauteur (cm)	Nombre de feuille
T1	340	21,13	12
T2	35	19,15	14
T3	75	19,83	12

	Longueur côte blanche (cm)	Diamètre de la touffe (cm)	Poids BA (g)	Poids côte blanche (g)
T1	19,31	34,50	101,84	12,72

T2	22,10	34,24	98,46	9,52
T3	20,85	35,21	97,27	12,33

Matière sèche

	Poids BA (g)	Poids BR (g)	R. BA (g)	R. BR (g)
T1	12,41	3,62	1066,93	301,59
T2	11,04	4,93	706,40	440,66
T3	11,44	3,35	816,63	247,39

1.8. Commentaire des résultats

Les résultats obtenus montrent une influence des différents traitements (T1 : pratiques paysannes, T2 : humidité contrôlée à 55 %, T3 : humidité contrôlée à 65 %) sur la croissance et le rendement du pak-choï, avec des variations selon les sites d'expérimentation.

À **Ankazondrano**, T3 (65 % d'humidité) se démarque comme le plus performant, favorisant la hauteur des plants (20,21 cm), le nombre de feuilles (12), ainsi que le diamètre de la touffe (33,58 cm). Il permet également d'obtenir un rendement élevé en biomasse aérienne (614,52 g) et racinaire (152,32 g), surpassant légèrement T1 (pratiques paysannes) qui reste compétitif. T2 (55 % d'humidité) est le moins efficace, limitant la biomasse aérienne (457,60 g) et la matière sèche, ce qui indique que cette humidité n'est pas suffisante pour optimiser la croissance du pak-choï dans cet environnement.

À **Ambohidray**, la tendance est différente, puisque T1 (pratiques paysannes) donne les meilleurs résultats, avec une hauteur de 21,13 cm, une biomasse aérienne plus élevée (1066,93 g) et une matière sèche optimale (12,41 %). T3 (65 % d'humidité) reste performant, avec une bonne croissance végétative et un diamètre de touffe intéressant (35,21 cm), mais n'atteint pas les rendements observés sous T1. Comme à Ankazondrano, T2 (55 % d'humidité) est le moins performant, avec des valeurs plus faibles pour la biomasse et le rendement.

Ces différences entre les deux sites suggèrent que l'efficacité des traitements **est influencée par des facteurs environnementaux et pédologiques**, mettant en avant l'importance d'adapter la gestion de l'irrigation aux conditions locales pour optimiser la production du pak-choï.

1.9. Problématiques rencontrées et limites de l'étude

Une des principales problématiques rencontrées concerne le dysfonctionnement des sondes dans l'un des sites au départ, ce qui a limité la précision du suivi de l'humidité du sol et a pu influencer l'interprétation des résultats. Les sondes ont du être toutes re-testées. Cette contrainte a rendu la gestion de l'irrigation moins rigoureuse dans le site concerné, comparé à l'autre où les mesures étaient précises dès les débuts.

Notons que l'équipe a eu du mal à maîtriser le fonctionnement des sondes au début, cinq (05) des sondes ayant eu des **dysfonctionnements imprévus**.

Les limites de l'étude sont surtout liées aux facteurs environnementaux et pédologiques : Les différences de performance entre les sites d'Ankazondrano (altitude : 1700 - 1750 m) et d'Ambohidray (altitude : 800 - 850 m) montrent que les conditions locales influencent fortement l'efficacité des stratégies d'irrigation. L'étude n'a pas pris en compte les variables comme la texture et la structure du sol, la température ou l'humidité relative de l'air, qui pourrait affecter l'absorption de l'eau et la croissance du pak-choï.

Recommandations pour les paysans

Dans la culture de pak choï, il est déconseillé d'adopter une trop grande restriction dans l'irrigation (allant en dessous de 55 - 65% d'humidité). Ceci est encore plus valable dans les zones où l'humidité naturelle du sol est faible comme Ambohidray, où le sol est sableux et où la température est tropicale d'altitude.

Dans un endroit comme Ankazondrano, pendant la saison fraîche, le maintien d'une humidité à 65 % est suffisant, car il favorise une meilleure croissance et un rendement plus élevé.

Dans un droit plus chaud avec un sol laissant l'infiltration d'eau rapide comme à Ambohidray, les pratiques paysannes avec une abondance d'eau à l'arrosage donne plus de production.

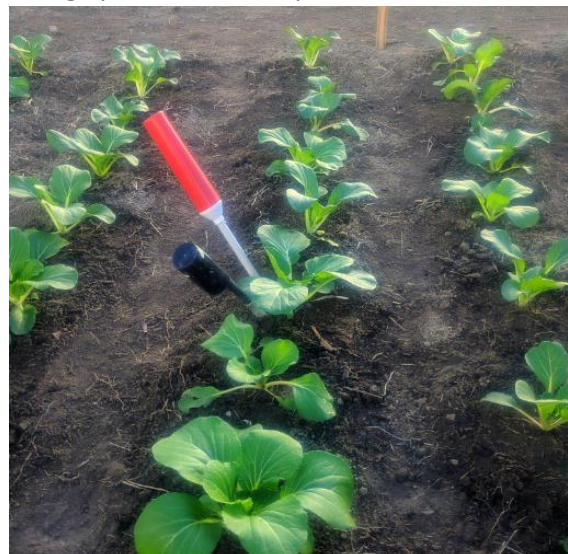
La recherche pak choï en quelques images



Démarrage de la croissance des pak choï



Image par drone du dispositif avec les sondes



T1 : la pratique paysanne, non contrôlée



Récolte des pak choi

Pratiques contrôlées avec 55% et 65% d'humidité



Pesage du pak choi frais



Mesure du diamètre et de la hauteur



Pesage du pak choi séché

Liens d'information supplémentaire sur la recherche effectuée :

Expérimentation Ambohidray

https://docs.google.com/presentation/d/1V4rOB2sWaPI85_WPuW9HxWzJTZGf1Ah5/edit?usp=drive_link&ouid=112518446292355079389&rtpof=true&sd=true

https://docs.google.com/presentation/d/1LlYHZDbWqxi7u9u93EAjfRDR9DdNeg4/edit?usp=drive_link&ouid=112518446292355079389&rtpof=true&sd=true

Expérimentation Ankazondrano

https://docs.google.com/presentation/d/1AyZCSBpo7p_246Qd6fER5WFOBy2O6Eea/edit?usp=drive_link&ouid=112518446292355079389&rtpof=true&sd=true

https://docs.google.com/presentation/d/1VRfXQGsQfAOIm1YENEQU-lmLxOwjg3LF/edit?usp=drive_link&ouid=112518446292355079389&rtpof=true&sd=true

Récap

https://docs.google.com/presentation/d/1kGGm5QlBmL6zf1hSfHcyKVEqoPPECHsk/edit?usp=drive_link&ouid=112518446292355079389&rtpof=true&sd=true

2. RECHERCHE CAROTTE

2.1. A propos de la recherche

Titre	Etudes sur l'irrigation minimale de la culture de carotte utilisant des sondes de mesure d'humidité du sol
Description	L'expérimentation faite à Tsarasaotra a consisté à comparer les méthodes d'irrigation: l'une traditionnelle pratiquée par les paysans locaux, et l'autre, une irrigation basée sur les relevés de sondes paramétrées mesurant l'humidité du sol. L'expérience permet de déterminer une utilisation plus efficace de l'eau tout en optimisant la production
Objectif	Déterminer l'irrigation minimale adaptée pour la production de carotte en milieu paysan
Lieu	L'expérience a été menée dans un site d'expérimentation mis en place à Tsarasaotra, situé à 74 Km d'Antsirabe et 18 km d'Ambositra sur la RN7.
Chercheur	Les jeunes chercheurs qui ont menés les expérimentations sont : <ul style="list-style-type: none">▪ Rado, étudiant M2 ESSA-ABC▪ Ericson, étudiant M2 ESSA-ABC
Paysan	Le paysan impliqué dans la gestion du site d'irrigation minimal est Tolotra
Date & durée	Août - Novembre 2024, période encore sèche et fraîche, réchauffement et sortie de la période hivernale.

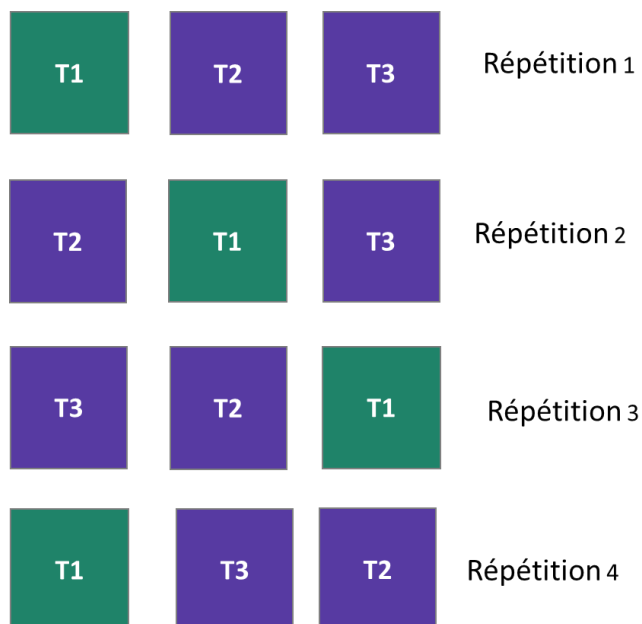
2.2. Etapes de la recherche

L'itinéraire technique suivi a été élaborée pour satisfaire les objectifs scientifiques tout en tenant compte des méthodes agricoles traditionnelles. À l'exception de l'irrigation, les autres traitements ont été appliqués de manière identique. Le tableau suivant résume les itinéraires techniques adoptés durant la recherche :

Labour	Labour à 30 cm de profondeur
Préparation des parcelles	Surface d'une platebande : 1,5 m x 1,2 m Ecartement des cultures <ul style="list-style-type: none">▪ Entre ligne : 20 cm▪ Entre trou : 10 cm (pas respecté rigoureusement par les paysans)
Semi	Nombre de graine par trou : 3 à 4 graines par poquet Date : 30 Août 2024 avec une reprise en Septembre dû à la mauvaise qualité des semences
Binage	Aération du sol pour optimiser l'eau et le développement racinaire
Fertilisation	Utilisation de fumure de zébus (4 kg par platebande)
Traitement Phytosanitaire	Utilisation du pesticide organique B-Nimo (Agrohelpe consulting)
Durée du cycle	Date de récolte : 25 Novembre 2024

2.3. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés sur des plates-bandes de 1,5 m x 1,2 m avec un espacement de 20 cm x 10 cm entre chaque trou.



Dispositif expérimental des cultures utilisant des sondes

L'essai a consisté à comparer les carottes sur trois différents traitements:

- Traitement 1 (T1): Parcelle témoin, avec les pratiques paysannes
- Traitement 2 (T2): Contrôle et maintien de l'humidité à 55%
- Traitement 3: (T3): Contrôle et maintien de l'humidité à 65%

L'expérience est répétée sur trois (04) blocs

2.4. Matériels de mesure

Sondes hydrométriques

Deux types de sonde ont été utilisés : les « **Plant Alarm** » et les « **Mini-Logger** », produits par la société « Plant Care » en Suisse. Leurs caractéristiques sont disponibles en annexe 1.

Balance

La balance électronique (précision de ± 1 g) a permis de peser le poids des récoltes.

Règles

Le ruban et la règle ont servi à mesurer les feuilles et racines des plantes en centimètre.

2.5. Paramètres observés

Les paramètres évalués comprennent :

- Rendement R (g)
- Hauteur (cm)

- Poids de la biomasse aérienne BA (g)
- Poids de la biomasse racinaire BR (g)
- Matière sèche

2.6. Traitement des données

Le traitement des données a été réalisé à l'aide d'un ordinateur munis du logiciel IBM SPSS 20.0.0. Les analyses ont porté sur des statistiques descriptives et des tests de comparaison afin d'interpréter les résultats obtenus

2.7. Résultats

Quantité de production

Moyenne	Eau (l)	R. BA (g)	R. BR (g)
T1	750	1394,25	1770,50
T2	188,75	1034,75	2071,75
T3	337,5	1334,50	2900,75

Paramètres agronomiques

Moyenne	Eau (l)	Hauteur (cm)	Longueur tubercule (cm)	Poids BA (g)	Poids BR (g)
T1	750	28,92	10,19	17,75	23,08
T2	188,75	25,74	11,18	14,11	30,46
T3	337,5	26,49	11,38	19,99	39,21

Matière sèche

Moyenne	Poids BA (g)	Poids BR (g)	R. BA (g)	R. BR (g)
T1	4,77	2,53	374,77	194,22
T2	3,13	2,29	229,20	155,59
T3	4,60	4,45	307,20	329,24

2.8. Commentaire des résultats

Le Traitement T1 (conduite paysanne), qui correspond à une gestion traditionnelle des cultures, montre des rendements élevés en termes de biomasse aérienne (BA) et biomasse racinaire (BR). Avec une moyenne de 1394,25 g pour BA et 1770,50 g pour BR.

L'humidité modérée de 55% dans le traitement T2 semble avoir un effet moins optimal sur la biomasse aérienne, qui est plus faible (1034,75 g) comparée à T1. Cependant, le rendement en biomasse racinaire est supérieur (2071,75 g).

L'humidité élevée à 65% dans le traitement T3 favorise une bonne croissance des racines (39,21 g), ce qui se reflète dans un rendement plus élevé en biomasse racinaire par rapport à T1 et T2. Cependant, ce traitement entraîne un compromis au niveau de la biomasse aérienne (19,99 g), qui est moins importante que celle de T1.

2.9. Problématiques rencontrées et limites de l'étude

- L'étude a été réalisée dans un seul site (Tsarasaotra), ce qui limite la généralisation des résultats à d'autres zones agroécologiques.
- Les conditions climatiques, notamment la température et l'humidité relative, n'ont pas été systématiquement prises en compte dans l'analyse des résultats.
- Bien que l'étude ait inclus trois traitements et quatre blocs expérimentaux, une répétition sur plusieurs saisons et sites serait nécessaire pour confirmer les tendances observées.
- Enfin, notons que le problème des sondes a également été noté à Tsarasaotra où une des sondes ne fonctionnait pas normalement.

Recommandations pour les paysans

Les résultats montrent que la méthode d'irrigation traditionnelle des paysans donne sensiblement un meilleur rendement pour la biomasse aérienne.

Toutefois, pour la production de carotte (biomasse racinaire) proprement dite, une humidité contrôlée à 65% semble être largement plus intéressante. Si l'objectif est de produire plus de feuille (biomasse aérienne), cas pour les éleveurs de lapin par exemple, l'irrigation abondante avec la méthode paysanne présente un léger avantage. Dans la majorité des cas, la production de carotte elle-même étant le principal objectif, l'irrigation à 65% d'humidité est donc plus recommandée.



Début de croissance des carottes en Septembre



Sondes installées à partir du mois d'Octobre



Le paysan et le chercheur discutant de la problématique des « carottes males »



Vérification périodique des carottes par Tolotra le paysan leader à Tsarasaotra

3. RECHERCHE HARICOT VERT

3.1. A propos de la recherche

Titre	Etudes sur l'irrigation minimale de la culture de haricot vert utilisant des sondes de mesure d'humidité du sol
Description	L'expérimentation faite à Ambalamahasoa a consisté à comparer les méthodes d'irrigation: l'une traditionnelle pratiquée par les paysans locaux, et l'autre, une irrigation basée sur les relevés de sondes paramétrées mesurant l'humidité du sol. L'objectif est d'optimiser l'utilisation de l'eau tout en améliorant la production.
Objectif	Déterminer l'irrigation minimale adaptée pour la production de haricot vert en milieu paysan
Lieu	L'expérience a été menée dans un site d'expérimentation mis en place à Ambalamahasoa, Commune Rurale de Mahazina, situé à 1h 30 de marche d'Ilaka Centre située à 57 Km d'Antsirabe sur la RN7.
Chercheur	Les jeunes chercheurs qui ont menés les expérimentations sont : <ul style="list-style-type: none">▪ Rado, étudiant M2 ESSA-ABC▪ Ericson, étudiant M2 ESSA-ABC
Paysan	Les paysans impliqués dans la gestion du site d'irrigation minimal sont Gilbert et Ravoson.
Date & durée	Septembre - Décembre 2024, période de réchauffement et sortie de la période hivernale.

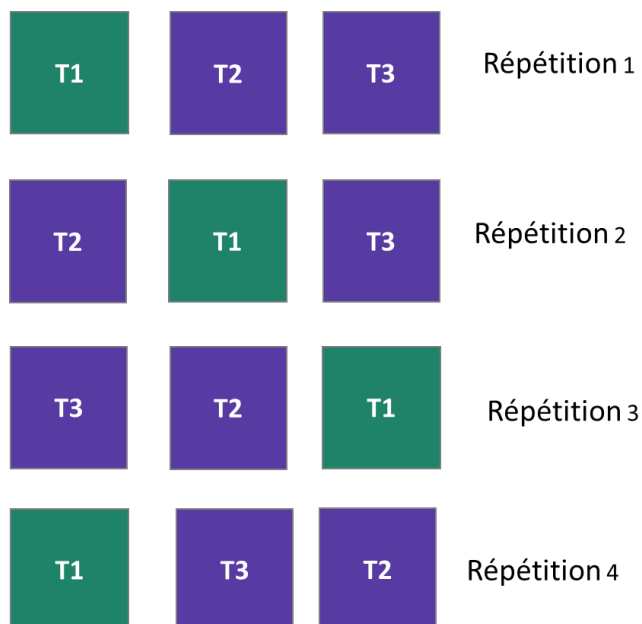
3.2. Etapes de la recherche

La méthode technique utilisée dans cette recherche a été conçue pour répondre aux besoins de l'étude tout en respectant les pratiques agricoles locales. À l'exception de l'irrigation, tous les autres traitements ont été appliqués de façon uniforme. Le tableau suivant résume les itinéraires techniques adoptés durant la recherche

Labour	Labour à 30 cm de profondeur
Préparation des parcelles	Aménagement des platebandes en Butte Surface d'une platebande : 3,6m x 1,8m Ecartement des cultures <ul style="list-style-type: none">▪ Entre ligne : 30cm▪ Entre trou : 30 cm
Semi	Nombre de graine par trou : 2 Date : 27 Septembre 2024
Binage	Aération du sol pour optimiser l'eau et le développement racinaire
Fertilisation	Utilisation de fumure de zébus (175 g / poquet)
Traitement Phytosanitaire	Utilisation du pesticide organique B-Nimo (Agrohhelp consulting)
Durée du cycle	Date de récolte : 5 Décembre 2024

3.3. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés sur des plates-bandes de 3,6 m x 1,8 m avec un espacement de 30 cm x 30 cm entre chaque trou.



Dispositif expérimental des cultures utilisant des sondes

L'essai a consisté à comparer les haricots verts sur trois différents traitements:

- Traitement 1 (T1): Parcelle témoin, avec les pratiques paysannes
- Traitement 2 (T2): Contrôle et maintien de l'humidité à 55%
- Traitement 3: (T3): Contrôle et maintien de l'humidité à 65%

L'expérience est répétée sur trois (04) blocs

3.4. Matériels de mesure

Sondes hydrométriques

Deux types de sonde ont été utilisés : les « **Plant Alarm** » et les « **Mini-Logger** », produits par la société « Plant Care » en Suisse. Leurs caractéristiques sont disponibles en annexe 1.

Balance

La balance électronique (précision de ± 1 g) a permis de peser le poids des récoltes.

Règles

Le ruban et la règle ont servi à mesurer les feuilles et racines des plantes en centimètre.

3.5. Paramètres observés

Les paramètres évalués comprennent :

- Rendement R (g)
- Hauteur (cm)

- Longueur des racines (cm)
- Poids des gousses (g)
- Poids de la biomasse aérienne BA (g)
- Poids de la biomasse racinaire BR (g)
- Matière sèche (g)

3.6. Traitement des données

Le traitement des données a été réalisé à l'aide d'un ordinateur munis du logiciel IBM SPSS 20.0.0. Les analyses ont porté sur des statistiques descriptives et des tests de comparaison afin d'interpréter les résultats obtenus

3.7. Résultats

Quantité de production

Moyenne	Eau (l)	R. Gousse (g)	R. BA (g)	R. BR (g)
T1	1085	3524,75	2679,25	714,00
T2	667,5	2001,25	2289,00	701,00
T3	1380	5216,75	3398,50	957,00

Paramètres agronomiques

Hauteur	Longueur racine (cm)	Poids gousses 1 (g)	Poids gousses 2 (g)	Poids BA (g)	Poids BR (g)
35,50	20,88	31,51	23,28	51,08	15,67
32,69	23,85	15,77	21,60	50,95	17,22
36,92	28,67	53,28	33,77	57,40	18,08

Matière sèche

	Poids gousses 1 (g)	Poids gousses 2 (g)	Poids BA (g)	Poids BR (g)
T1	2,55	1,88	14,09	6,87
T2	1,20	1,64	23,93	7,13
T3	4,10	2,60	18,23	7,23

	Gousse (g)	BA (g)	BR (g)
T1	285,15	739,21	313,09
T2	151,89	1074,91	290,93
T3	401,17	1079,70	382,42

3.8. Commentaire des résultats

1. Les résultats obtenus montrent que le traitement T3, avec une humidité de 65 %, est le plus performant en termes de production et de développement du haricot vert. Ce traitement affiche la plus grande quantité de gousses récoltées (5216,75 g), ainsi qu'une biomasse aérienne et racinaire supérieure aux autres traitements. De plus, la hauteur des plants et la longueur des racines sont également maximales, indiquant une croissance végétative favorisée par une humidité optimale. En revanche, ce traitement consomme le plus d'eau (1380 L), ce qui peut être un facteur limitant dans certaines conditions de culture.

2. Le traitement T1, correspondant à la conduite paysanne, produit une quantité intermédiaire de gousses (3524,75 g) avec une consommation d'eau modérée (1085 L). Toutefois, son efficacité en termes d'utilisation de l'eau semble inférieure à celle de T3, car malgré un apport hydrique important, la production reste bien

inférieure. Cela suggère que les pratiques paysannes d'irrigation pourraient être améliorées pour optimiser le rendement.

3. À l'inverse, le traitement T2, avec une humidité de 55 %, enregistre la plus faible production de gousses (2001,25 g), bien que la consommation d'eau soit la plus faible (667,5 L). Cette diminution de rendement peut être attribuée à un stress hydrique qui a limité la croissance et la fructification des plants. Toutefois, la biomasse aérienne en matière sèche est la plus élevée en T2 (23,93 g), indiquant une concentration plus importante en matière sèche due à un déficit hydrique qui réduit l'hydratation des tissus..

3.9. Problématiques rencontrées et limites de l'étude

- L'étude a été menée à Ambalamahasoa (1170 – 1190 m d'altitude) sous des conditions particulières de sol et de climat, ce qui peut limiter la généralisation des résultats à d'autres régions aux conditions différentes.
- L'expérimentation a été menée sur un seul cycle de culture. Une étude sur plusieurs saisons pourrait fournir des données plus robustes, en prenant en compte les variations climatiques.
- Notons également que l'expérimentation a été perturbée par une attaque et infestation de ravageurs qui ont pu être maîtrisés, paramètre à tenir en compte.

Recommandations pour les paysans

Les résultats ont montré que :

- **L'humidité du sol influence fortement le rendement du haricot vert.**
- **Un arrosage insuffisant (T2, 55 % d'humidité) réduit la production à cause du stress hydrique.**
- **La conduite paysanne (T1) avec environ 30% moins d'eau par rapport à T3 donne des résultats intermédiaires. Elle peut être améliorée en optimisant la fréquence et la quantité d'eau apportée.**
- **Un arrosage conservant un minimum de 65% d'humidité (T3) a donné le meilleur rendement.**



La disposition du site d'expérimentation d'Ambalamahasoa a été un peu différente de toutes les autres.



Expérimentation en cours (gauche) et l'abondance de biomasse vers la phase de fructification (droite)



Maladie qui a affectée les haricots verts jusqu'à la période de récolte et de mesure.

4. RECHERCHE PASTEQUE

4.1. A propos de la recherche

Titre	Etudes sur l'irrigation minimale de la culture de pastèque utilisant des sondes de mesure d'humidité du sol
Description	L'expérimentation a été conduite dans une région réputée pour sa production de pastèque. Elle a comparé deux méthodes d'irrigation : une approche empirique utilisée par les paysans locaux et une irrigation contrôlée à l'aide de sondes mesurant l'humidité du sol.
Objectif	Déterminer l'irrigation minimale adaptée pour la production de pastèque en milieu paysan
Lieu	L'expérience a été menée dans deux sites d'expérimentation mis en place à Ambohidray (40 km de Moramanga) et d'Androfia à mi-chemin, dans la commune rurale de Morarano Gare, district de Moramanga, région Alaotra Mangoro sur la RN44.
Chercheur	La recherche a été menée par : <ul style="list-style-type: none">▪ Loïs, sortante M2, de l'U-MAGIS Bevalala▪ Thomas, sortant Licence, de l'U-MAGIS Bevalala
Paysan	Les paysans impliqués dans la gestion du site d'irrigation minimal sont Ambohidray : <ul style="list-style-type: none">▪ Théo (technicien local et boursier 2024)▪ Fiderana (technicien local et boursier 2024) Androfia : <ul style="list-style-type: none">▪ Céline (leader paysanne)
Date & durée	21 Décembre 2024 à Mars 2025. Ce calendrier de production a été estimé en retard par les paysans locaux qui récoltent leurs productions de pastèque au mois de Décembre et Janvier. Toutefois, l'essai a été menée et a permis d'obtenir un résultat assez convainquant car l'arrivée de la pluie a été très retardée pour l'année 2025.

4.2. Etapes de la recherche

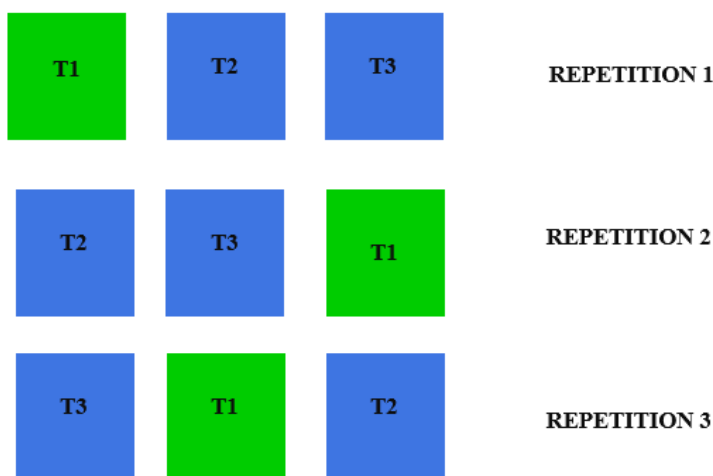
L'itinéraire technique adopté pour cette recherche a été conçu pour répondre aux exigences de la recherche tout en respectant les pratiques agricoles locales. À l'exception de l'irrigation, les autres traitements ont été appliqués de manière uniforme. Le tableau suivant résume les itinéraires techniques utilisés durant la recherche:

Labour	Labour à 30 cm de profondeur
Préparation des parcelles	Aménagement des platebandes en Butte Surface d'une platebande : 15 m ² soit 3 m x 5 m Ecartement des cultures <ul style="list-style-type: none">▪ Entre ligne : 90 cm▪ Entre trou : 30 cm
Semi	Nombre de graine par trou : 2

	Date : 21 Décembre 2024
Binage	Aération du sol pour optimiser l'eau et le développement racinaire
Fertilisation	Utilisation de fumure de zébus (3 kg / poquet)
Traitement Phytosanitaire	Utilisation du pesticide organique B-Nimo (Agrohelf consulting)
Durée du cycle	Date de récolte : 70 et 91 jours après semis : Mars 2025

4.3. Dispositif expérimental

Les essais ont été réalisés sur des plates-bandes 15 m² avec un espacement de 90 cm x 30 cm entre chaque trou.



Dispositif expérimental des cultures utilisant des sondes

L'essai a consisté à comparer les haricots verts sur trois différents traitements:

- Traitement 1 (T1): Parcelle témoin, avec les pratiques paysannes
- Traitement 2 (T2): Contrôle et maintien de l'humidité à 55%
- Traitement 3: (T3): Contrôle et maintien de l'humidité à 65%

L'expérience est répétée sur trois (03) blocs

4.4. Matériels de mesure

Sondes hydrométriques

Deux types de sonde ont été utilisés : les « **Plant Alarm** » et les « **Mini-Logger** », produits par la société « Plant Care » en Suisse. Leurs caractéristiques sont disponibles en annexe 1.

Balance

La balance électronique (précision de ± 1 g) a permis de peser le poids des récoltes.

Règles

Le ruban et la règle ont servi à mesurer les feuilles et racines des plantes en centimètre.

4.5. Paramètres observés

Les paramètres évalués comprennent :

Le poids du fruit (g)



La hauteur du fruit (cm)



Le diamètre des fruits (cm)



4.6. Traitement des données

Le traitement des données a été réalisé à l'aide d'un ordinateur muni du logiciel IBM SPSS 20.0.0. Les analyses ont porté sur des statistiques descriptives et des tests de comparaison afin d'interpréter les résultats obtenus

4.7. Résultats

Poids moyen (en kg)

	T1 Moyenne ± ET (Min-Max)	T2 Moyenne ± ET (Min-Max)	T3 Moyenne ± ET (Min-Max)	p-value	Conclusion
Poids (g)	2673,02 ± 729,66 ^a (1172 - 4138)	2343,02 ± 748,50 ^b (312 - 3911)	2565,52 ± 687,88 ^{ab} (1146 - 4225)	0,035	S

Pour chaque variable sur une même ligne, les valeurs moyennes portant les mêmes lettres, en exposant ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

Légende:

ET : écart-type ; Min : Minimum ; Max : Maximum ; NS : Non significatif ; S : Significatif

Diamètre (cm)

	T1 Moyenne ± ET (Min-Max)	T2 Moyenne ± ET (Min-Max)	T3 Moyenne ± ET (Min-Max)	p-value	Conclusion
Diamètre (cm)	53,46 ± 6,30 ^a (40,0 - 64,0)	50,90 ± 5,87 ^c (40,0 - 63,0)	53,37 ± 4,93 ^{ab} (44,0 - 68,0)	0,019	S

Hauteur (cm)

	T1 Moyenne ± ET (Min-Max)	T2 Moyenne ± ET (Min-Max)	T3 Moyenne ± ET (Min-Max)	p-value	Conclusion
Diamètre (cm)	20,08 ± 3,53 ^a (13,0 - 34,0)	19,05 ± 4,70 ^b (13,0 - 41,0)	18,93 ± 3,50 ^b (14,0 - 29,0)	0,028	S

4.8. Commentaire des résultats

Le traitement T1 (pratique paysanne) présente le poids moyen le plus élevé (2673,02 g), suivi de T3 (65 % d'humidité) avec 2565,52 g.

T2 (55 % d'humidité) a le poids moyen le plus faible (2343,02 g).

Les poids de T1 et T3 ne sont *pas significativement différents*, mais T2 est distinctement inférieur, ce qui suggère que l'humidité de 55 % est moins favorable à la croissance.

Le diamètre des plantes varie significativement, avec T1 ayant le diamètre moyen le plus élevé (53,46 cm), suivi de T3 (53,37 cm).

T2 a le diamètre le plus faible (50,90 cm).

Les valeurs de T1 et T3 *ne diffèrent pas de manière significative*, ce qui montre que l'humidité à 65 % est similaire à la pratique paysanne.

T1 (pratique paysanne) a la hauteur moyenne la plus élevée (20,08 cm), tandis que T2 (55 % d'humidité) et T3 (65 % d'humidité) sont similaires mais plus faibles (19,05 cm et 18,93 cm respectivement).

Cela suggère que la méthode traditionnelle (T1) favorise une meilleure croissance verticale des plantes.

4.9. Problématiques rencontrées et limites de l'étude

- Seuls trois niveaux d'irrigation ont été testés (pratique paysanne, 55 % et 65 % d'humidité). Il aurait été pertinent d'inclure d'autres niveaux intermédiaires ou supérieurs pour identifier une plage optimale plus précise.
- Certains éléments pouvant influencer les résultats, tels que **la pluie** (car la saison de pluie bien qu'en retard a commencée au mois de Février) et d'autres paramètres climatiques locaux (l'expérimentation a été réalisée hors saison d'après les locaux), n'ont pas été maîtrisés ni uniformisés entre les deux (02) sites d'expérimentation.
- Notons également que l'un des sites a été attaqué par des ravageurs et a conduit à l'abandon des collectes de données car les attaques ont été trop destructeur.
- Enfin, notons que l'expérimentation a été effectuée avec les paysans qui ont eux-mêmes proposés les semences à cultiver. Ainsi, plusieurs variétés de pastèques (nous en avons identifié trois) ont été produits en simultanée et de façon non-contrôlé dans les parcelles d'expérimentation.

Recommandations pour les paysans

Pour la culture de la pastèque, il est recommandé de continuer avec les pratiques traditionnelles tout en optimisant l'humidité du sol à 65 % en période de sécheresse, évitant des niveaux trop bas (55 %) ou trop élevés, afin de favoriser une croissance saine et un bon rendement des fruits.

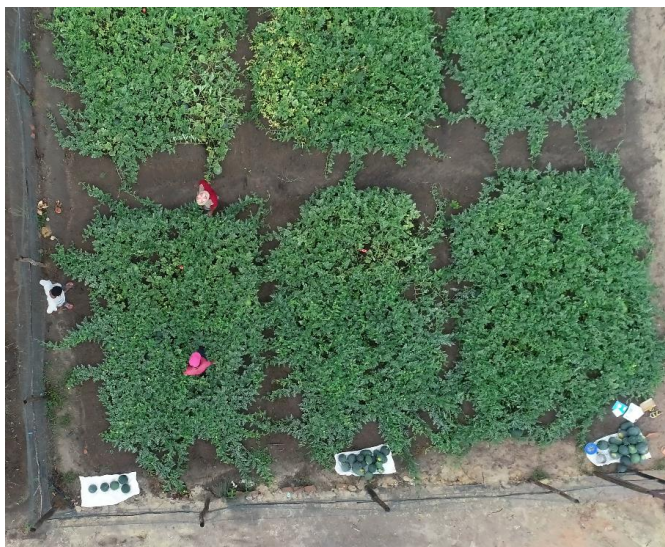
Des formations sur les sélections variétales devraient être effectuées avec les paysans pour les éduquer à utiliser des semences uniformes et avec des productions prévisibles.



Biomasse de la pastèque très dense visible de haut.



L'existence de différentes variétés présente un défi.



Plus de 300 fruits récoltés sur le site d'Ambohidray.



Mesures effectuées par Loïs et Théo après récolte.

5. Avancement sites de recherche à Ambohimanga & Talatavolonondry

5.1. Site à Ambohimanga

Appellation	Vitrine agroécologique et site de recherche du Lycée Ambohimanga Rova
Description	<p>Il s'agit d'un site d'environ 2100m², clôturé pour</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Permettre la mise en place d'au moins 3 unités de recherche en partenariat avec l'ESSA-ABC ▪ L'apprentissage et la pratique de l'agroécologie par les étudiants « club agroécologique » du lycée ▪ la production de produits maraîcher pour les étudiants boursiers du CFPDR et les étudiants du lycée ▪ la production de semences maraîchères pour les parents d'élève <p>Une autre zone de plus de 3500 m² de zone agroforestière est également gérée par l'équipe.</p>
Avancement	<p>Mise en place d'une clôture autour du terrain : 100%</p> <p>Mise en place d'une maison de gardien/technicien : 100%</p> <p>Mise en place d'un système d'irrigation supplémentaire : 80%</p> <p>Mise en place d'un petit laboratoire pour les chercheurs : 20% (en cours)</p> <p>Mise en place de la vitrine par les jeunes boursiers : 50%</p> <p>Mise en place de pépinière d'arbres et fruitiers : 35%</p> <p>Mise en place de petit élevage et production de géniteurs : 10%</p> <p>Mise en place des parcelles de recherche : 60%</p>
Recherches en cours	<p>Deux unités de recherche sont déjà en cours (à suivre) :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Effets d'une méthode de gestion rationnelle de l'eau associée au paillage organique sur le rendement de riz pluvial – Utilisation de sonde hygrométrique manuelle ▪ Exploration de l'irrigation de surface innovante par chaumes de bambou sur la culture des haricots – Utilisation de sonde hygrométrique manuelle pour sonder l'humidité.



Expérimentation sur 3 variétés de riz pluvial avec et sans paillage par Harimalala, étudiante M2 ESSA-ABC



Expérimentation de 3 variétés d'haricot avec et sans irrigation goutte à goutte en bambou proposée par Malalaniaina, étudiante en M2 ESSA-ABC

5.2. Site à Talatavolondry

Mr RASOANINDRAINY Andrianjafy met à la disposition du Farming & Technology for Africa un terrain d'une superficie de 1ha extensible pour une période de 10 ans renouvelable. Le terrain est stipulé dans le contrat pour servir de facilité pour effectuer des activités de recherche et développement et des formations agricoles.

L'idée de commencer ce centre de formation et en même temps site de recherche est supportée par différents avis convergents :

- La disponibilité d'un grand terrain qui nécessite juste de la valorisation
- La diversité des activités envisageables sur le terrain (culture, élevage, foresterie, écotourisme ...)
- Le besoin d'un site approprié, étendu pour les élèves du CFPDR et pour les formations rurales à effectuer par le FTA
- La demande de l'ESSA-ABC de rapprocher les sites d'expérimentation pour les étudiants afin qu'ils puissent effectuer des études et en même temps faire leur mémoire.

Ce site de recherche (et de formation) est planifié d'être opérationnel à partir du mois de Juin 2025.



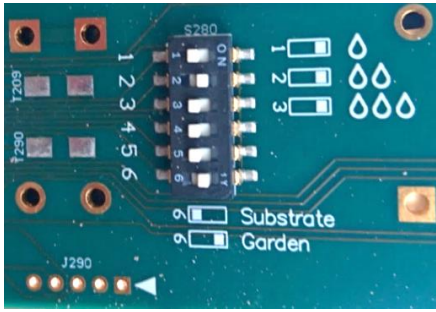

6. Autres recherches prévues

D'autres sujets de recherche ont également été demandés par les participants et partenaires du projet FM3A. Elles sont toutes considérées pertinentes et critiques pour les paysans. Une priorisation sera effectuée et d'autres sources de financements devront être recherchées.

<u>Recherches</u>	<u>Objectifs</u>
Etudes sur les ravageurs et les solutions	Meilleure connaissance et maîtrise des ravageurs
	Préparer des solutions préventives et curatives contre les ravageurs
Evaluation du besoin en eau de la laitue selon le type d'ammendement	Déterminer la fréquence d'eau nécessaire selon le type d'engrais utilisé
	Analyser l'impact de l'engrais sur la rétention d'eau du sol
Comparaison de fertilisants sur la pomme de terre et analyse technico économique	Analyse de l'effet des fertilisants sur le rendement
	Evaluation technico économique
Compostage: variabilité de rendement selon biomasse et valeur fertilisant	Etudier le rendement de composte selon la biomasse
	Analyser l'influence du compost sur le rendement de culture
Comparaison de fertilisants organiques sur le haricot vert et analyse technico économique	Identifier le fertilisant organique le plus efficace sur le haricot vert
	Evaluation économique
Comparaison de variétés de pomme de terre	Identifier la variété adaptée à la condition locale
	Enquêter sur la variété convenant aux paysans
Effets de bt sur les ravageurs de légumes feuilles	Identifier les ravageurs de légumes feuilles
	Test l'efficacité du bt sur les ravageurs
	Comparaison technico économique
Valorisation de l'arachide en huile et pâte	Déterminer le système de conservation
	Prototyper un centre de production rurale
Système de conservation de semence de tubercules	Déterminer les facteurs critiques de la conservation de la pomme de terre
	Prototyper un centre de stockage rurale
Production de bananier par PIF sous différents substrats	Identifier le substrat le plus favorable pour la multiplication du bananier
	Analyse technico économique
Culture de tomate sous paillage	Déterminer la quantité d'eau nécessaire et la fréquence d'arrosage
	Comparaison de rendements avec le système sans paillage
Arrosage goutte à goutte de la culture de concombre	Développer un prototype de culture goutte à goutte accessible
	Analyse technico économique

ANNEXES

Annexe 1: Les sondes

Caractéristique	Plant Alarm	Mini-Logger
<p>Photo</p>		
<p>Rôle & Fonctionnement</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Quand l'humidité passe en dessous du seuil choisi, la sonde s'allume. ▪ Elle s'arrête de clignoter lorsque l'apport en eau suffit à atteindre de nouveau le seuil d'humidité choisi. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enregistre les données sur l'humidité du sol et la température du sol tous les 30 min. ▪ Les données sont ensuite prélevées à l'aide de flash amovible, directement implanté sur la sonde.
<p>Calibrage avant installation</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ouvrir manuellement le couvercle rouge pour atteindre la plaquette de commande ▪ Choisir entre les trois gammes d'humidité et le type de substrat  <p>1 : 45% d'humidité réelle 2 : 55% d'humidité réelle 3 : 65% d'humidité réelle 4 : none 5 : none 6 : culture sur pot / culture au sol</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Créer une configuration sur ordinateur ▪ Les paramètres à configurer sont : <ul style="list-style-type: none"> . La fréquence temporelle de collecte de donnée . L'unité de mesure d'humidité utilisée ▪ insérer cette configuration dans un flash donné en accompagnement avec la sonde  <ul style="list-style-type: none"> ▪ uploader la configuration sur la sonde

Annexe 2: Autres matériels

Matériels	Caractéristiques		Fonction	Photo
Balance électronique	Plage de mesure	: 1g~5000 g	Peser la biomasse fourragère	
	Précision	: ± 1 g		
	Dimension	: 24 cm*17 cm		
	Alimentation	: 1.5 v* 2AAA		
Règle	Plage de mesure	1 mm - 300 mm	Mesurer la hauteur et la longueur des racines du fourrage	
Pulvérisateur	Capacité	16L	Pulvérisation des traitements phytosanitaires	
Biopesticide	Biopesticide à base de neem fabriquée et vendue par une entreprise malagasy AgroHelp Consulting.	1l	Applicable en préventif aussi bien qu'en curatif	
Sonde PH et Hygrométrique	Permet de mesurer le PH du sol et son humidité		PH & Humidité	