

ESSAI DE MISE AU POINT DE LA FREQUENCE DE PULVERISATION DE DITANE M45 DANS LA LUTTE CONTRE LE MILDIOU DE LA POMME DE TERRE DANS LE GROUPEMENT MUPFUNI SHANGA PROVINCE DU NORD- KIVU

Balume Ndamwira Booz*

**Assistant à l'Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Mweso*

***Corresponding Author :**

Resume

Le mildiou de la pomme de terre est l'une de fléaux qui entravent la production de cette culture. Tous les facteurs réunis pour la production de la pomme de terre dans le groupement Mupfuni Shanga, le mildiou cause des dégâts non négligeables qui s'observent par une chute considérable du rendement.

*La Pomme de terre (*Solanum tuberosum*) est une plante cultivée pour ses tubercules destinés à la consommation. Elle fait partie des cultures vivrières les plus cultivées dans le Groupement MUPFUNI-SHANGA.*

Néanmoins, la pomme de terre reste exposée à une diversité d'attaques et ennemis, principalement le mildiou, ce qui amène les producteurs à faire toujours recours aux pesticides pour la lutte dans leurs champs. Le Ditane M45 reste le produit phytosanitaire irremplaçable dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre.

C'est dans le souci de réduire ou même de contourner les risques que présentent la chute du rendement que cet essai a été mené afin de mettre au point une fréquence de pulvérisation du Ditane M45 pour lutter contre le mildiou dans le groupement.

L'objectif de notre étude est de trouver une fréquence à mettre au point pour pratiquer la pulvérisation de ce produit phytosanitaire afin de le vulgariser chez les producteurs de la pomme de terre du Groupement Mupfuni-Shanga pour un bon rendement de cette culture.

Nos observations ont porté sur les paramètres phénologiques, morphologiques et de rendement.

Mots Clefs : *DITANE M45, MILDIOU, POMME DE TERRE*

Summary

Potato late blight is one of the plagues that hamper the production of this crop. All the factors together for the production of potatoes in the Mupfuni Shanga group, mildew causes significant damage which is observed by a considerable drop in yield.

*Potato (*Solanum tuberosum*) is a plant cultivated for its tubers intended for consumption. It is one of the most cultivated food crops in the MUPFUNI-SHANGA Group.*

Nevertheless, the potato remains exposed to a variety of attacks and enemies, mainly mildew, which leads producers to always use pesticides for control in their fields. Ditane M45 remains the irreplaceable phytosanitary product in the fight against potato blight.

It is in order to reduce or even circumvent the risks presented by the drop in yield that this trial was carried out in order to develop a frequency of spraying Ditane M45 to fight against mildew in the group. The objective of our study is to find a frequency to develop to practice the spraying of this phytosanitary product in order to popularize it among the potato producers of the Mupfuni- Shanga Group for a good yield of this culture. Our observations focused on phenological, morphological and yield parameters.

Keywords: *Ditane M45, Mildew, Potato*

O. INTRODUCTION

Le développement de l'Afrique en général et celui de la RDC en particulier est en corrélation avec l'agriculture. En ce début de XXI^e siècle, l'agriculture demeure la première activité de l'humanité : elle occupe plus de 40 p. 100 de la population active du monde. La très grande majorité des agriculteurs travaillent dans de petites unités de production familiales, en se servant exclusivement d'outils manuels. Seule une minorité utilise des animaux de traction ou de bât, ou encore des tracteurs.

Des centaines de millions d'exploitations paysannes mal situées, mal dotées et peu productives subissent de plus la concurrence des produits à très bas prix issus de quelques centaines de milliers de grandes exploitations très compétitives, parmi lesquelles on peut distinguer deux catégories : d'une part, les exploitations familiales les plus performantes ; d'autre part, les vastes domaines de plusieurs milliers ou dizaines de milliers d'hectares, qui ont bénéficié plus récemment d'afflux de capitaux substantiels.

Compte tenu d'énormes problèmes culturels connus par les agriculteurs du groupement Mupfuni Shanga, pour répondre favorablement à la préoccupation majeure de la population, nous menons une expérimentation sur la culture de pomme de terre, une culture répondant favorablement aux conditions écologiques de ce groupement.

Tous ces éléments réunis nous poussent à entreprendre une étude expérimentale basée sur l'influence de la fréquence de pulvérisation de ditane M45 sur la culture de la pomme de terre dans les conditions écologiques du groupement Mupfuni Shanga .

Vu ce qui précède, notre problématique nous oriente vers une question qui nous permet de nous situer dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre dans le groupement Mupfuni Shanga: Quelle fréquence de pulvérisation faut-il adopter pour lutter efficacement contre le mildiou de la pomme de terre dans les conditions écologiques du groupement Mupfuni Shanga ?

A cette question, nous émettons cette réponse provisoire : la pulvérisation d'une fois par semaine pourrait contribuer favorablement à la lutte contre le mildiou de la pomme de terre dans les conditions écologiques de ce groupement.

OBJECTIFS POURSUIVIS

Ce travail, qui est un essai portant sur l'influence de la fréquence de la pulvérisation de la culture de la pomme de terre sur la lutte contre le mildiou de la pomme de terre dans le groupement Mupfuni Shanga, s'assigne comme objectif général de contribuer à l'amélioration de la production de la pomme de terre dans le groupement M/Shanga en vue de pérenniser cette culture.

Ici, notre objectif spécifique est de mettre au point une fréquence de pulvérisation efficace à adopter pour lutter efficacement contre le mildiou de la pomme de terre dans le groupement Mupfuni Shanga.

GENERALITES SUR LA POMME DE TERRE

ORIGINE DE LA POMME DE TERRE

La pomme de terre est une plante annuelle d'origine sud-américaine. Elle a été découverte au Pérou pour la première fois en 1533 par l'Espagnol Pedro de Cieza. Ainsi depuis les Andes péruviennes où les Incas l'employaient comme aliment, elle fut ramenée en Europe (Espagne) par les navigateurs espagnols en 1534, où elle est cultivée par les moines de Séville en 1573, sous le nom de Papa. Depuis lors, la pomme de terre allait conquérir l'Europe, d'abord l'Espagne où elle prend le nom de patata, puis l'Italie où elle est désignée taratoufli, l'Irlande (potato), l'Allemagne puis la France.

C'est en 1716 que l'ingénieur français Antoine Augustin Parmentier employa le terme « Pomme de terre » pour ainsi désigner les tubercules. En France, cette espèce doit surtout sa renommée au pharmacien Augustin Parmentier qui la proposa comme aliment de substitution en cas de disette notamment après la famine de 1769-1770. (Rousselle, 1996).

En Afrique, la pomme de terre a été introduite à la fin du 19^e siècle par le colonisateur européen. Aujourd'hui, on la rencontre très fréquemment en zones arides où elle alimente le marché des produits agricoles. (FAOSTAT, 2007).

IMPORTANCE DE LA POMME DE TERRE

La pomme de terre représente plus de 20% du total des achats des français. Cette progression est plus spectaculaire en région parisienne et dans l'ouest de la France (de 5 à 20% en 10 ans). Vu son importance, on a remarqué une augmentation de la production de la pomme de terre vers les années 2008-2009 (FRANCE AGRIMER, 2010).

La pomme de terre a longtemps été considérée par les organismes comme une des solutions au problème de malnutrition en raison de sa richesse en vitamines. Ces vitamines sont indispensables aux enfants au moment de la croissance.

PRESENTATION DE LA POMME DE TERRE

De son nom scientifique *Solanum tuberosum*, la pomme de terre est une plante qui produit des tubercules et qui a une préférence pour le soleil. Elle présente une taille variable selon les variétés et peut atteindre avec ses tiges aériennes une cinquantaine de centimètres. Cette espèce végétale appartient à l'ordre des Solanales, à la famille des Solanacées (comme la tomate, l'aubergine et le poivron), à la sous-famille des Solanoideae, à la tribu des solanae, au genre *Solanum* L., au sous-genre *Patato*; regroupant plus de 200 espèces tubéreuses (Sidikou R, 2002). Cette espèce s'adapte aux différentes zones climatiques des régions tropicales et extra tropicales.

C'est une plante vivace à multiplication végétative, cette plante à fleur blanche ou violette, à fécondation autogame, produit une tige souterraine vivace également appelée stolon dont les extrémités gonflées par des réserves d'amidon forment des tiges comestibles. Les tubercules constituent une réserve d'éléments nutritifs permettant à la plante de survivre au froid, de repousser et de se reproduire. Chaque tubercule de pomme de terre possède entre 2 à 10 yeux et chaque bourgeon est susceptible de donner naissance à un nouveau plant.

Transpiration et respiration

Le tubercule de pomme de terre est riche en eau, elle représente 80% de son poids.

Il perd de l'eau sous forme de vapeur dès qu'il n'est pas dans son médium, il continue à perdre aussid l'eau tout au long de sa période de stockage (GRISON, 1983).

Les pertes en eau sont proportionnelles à la différence de pression de vapeur qui existe entre les tubercules et l'air ambiant. Cette différence est d'autant plus importante que la température des tubercules soit élevée, et que l'air ait une température basse ou une humidité relative faible (VAN KEMPEN, 1990).

3.2- Ecologie de la pomme de terre

La pomme de terre est une culture de climats tempérés c'est pour cette raison qu'on la retrouveuniquement dans les pays du Nord et du sud de l'Afrique et dans les régions élevées de pays tels que la RDC, l'Ouganda, Kenya, Ethiopie, Cameroun etc... dans les régions tropicales, on la retrouve en haute altitude (FAO, 2010). La pomme de terre se cultive dans les régions fraîches, montagneuses de haute altitude allant de 800 à 1800 mètres.

3.2.1- Photopériode

Les jours courts, ou plus précisément les nuits de longue durée favorisent une induction de la tubérisation (GREGORY et STRUIL, 1992, cité par ROUSSELLE, 1996). Cette relation de jour court doit être relativisée en fonction des génotypes. En effet, il existe pour chacun d'eux une photopériode critique. Au-dessous de cette période, la tubérisation du génotype s'effectue normalement alors qu'au-dessus elle est freinée ou totalement inhibée.

L'adaptation de la pomme de terre à des latitudes plus élevées s'est faite grâce à la sélection de génotype dont la photopériode critique se situe parfois dans des jours longs. Elle peut atteindre et même dépasser 18 heures (MADEC, 1962). Mais un génotype apte à être tubérisé en jours longs, est a fortiori, capable d'être tubérisé en jours courts.

3.2.2- Température

La température influence la tubérisation et ce sont les températures fraîches qui lui sont favorables (BODLAENDER, 1963). Quand la température aérienne est élevée, l'initiation des tubercules est retardée. L'influence des températures élevées se traduit aussi, selon certains résultats, par une diminution de la teneur en matière sèche des tubercules (BEN KHEDER et EWING, 1985). La pomme de terre résiste aussi bien au froid (jusqu'à -2 °C) qu'à la chaleur, la tubérisation s'arrête au-delà de 29 °C. Pour pouvoir se développer, elle a besoin d'une période de 3 à 4 mois suffisamment fraîche, pendant lesquelles les températures nocturnes descendent au-dessous de 18 à 20 °C (MARTY, 1992, cité par ROUSSELLE, 1996). Toutefois la température optimale de la pomme de terre est de 18 °C.

3.2.3- Alimentation en eau

Les besoins en eau de la pomme de terre varient au cours du cycle végétatif, ils sont surtout importants au moment de l'initiation des tubercules (SELHOST, 1987, cité par ROUSSELLE, 1996). Un stress hydrique se manifeste par une réduction du nombre d'ébauche formé par la plante, consécutive à une réduction du nombre de stomates formés par la tige (HAVERKORT 1990, cité par ROUSSELLE, 1996). La pomme de terre nécessite une pluviométrie régulière bien répartie de 500 à 600 mm. Elle ne supporte ni excès d'eau vers la fin de tubérisation (les tubercules périssent dans ce cas facilement), ni la sécheresse (formation de tubercules prématurés). Elle peut être cultivée à sec pendant la saison pluvieuse ou en culture irriguée.

3.2.4- Conditions du sol

Les sols optimaux pour la pomme de terre doivent être profonds, sains, riches et bien drainés. Elle pousse bien dans les terres sablonneuses, les terres franches et les terres humifères légèrement acides avec un pH compris entre 5 et 6.5 (CROSNIER, 1996).

MALADIES ET RAVAGEURS DE LA POMME DE TERRE

Les maladies causent des pertes importantes à la pomme de terre, les plus connues sont : Le mildiou, le flétrissement bactérien, la jambe noire, on y trouve également des ravageurs comme le rat, la chenille, la punaise etc... ces ravageurs s'ils ne sont pas contrôlés peuvent aller jusqu'à causer la perte totale des tubercules, leurs effets négatifs s'intensifient surtout en période pluvieuse

La maladie la plus importante dans le monde est sans conteste le mildiou, dû à (*Phytophthora infestans*), champignon de la classe des *oomycètes*. Cette maladie continue de causer des dégâts dans toutes les régions où les conditions d'environnement lui sont favorables, c'est-à-dire une humidité relative supérieure à 90 % et des températures comprises entre 10 et 25

°C. Lorsque les conditions favorables à la maladie sont réunies, elle peut détruire toutes les parties aériennes des plantes en moins d'une semaine. La lutte repose traditionnellement sur l'emploi massif de fongicides. On estime à quatre milliards d'euros le coût annuel induit par le mildiou de la pomme de terre au niveau mondial. Il produit sur les feuilles

des grandes taches brunâtres, irrégulières, d'aspect aqueux.

Les fructifications du champignon apparaissent après la germination d'une spore sur la feuille et le développement du mycélium à l'intérieur de cette dernière.

Un temps pluvieux, couvert, favorise le développement rapide de la maladie aboutissant à la destruction complète de plants. Les tubercules infectés présentent extérieurement des larges plages diffuses, sombres.

Une section du tubercule de la plante infectée révèle une pourriture granuleuse, sèche, brune à rouille qui s'étend progressivement à l'intérieur. (ACTA (1999).

3- Variétés de pomme de terre rencontrées et leurs caractéristiques Tableau n°1. Caractéristiques des variétés de la pomme de terre

Variétés	Cycle	Maladies	Tubercules	Rendement à l'hectare
KINJA	Court (80- 90) jours	Mildiou(résistante)	Ovale de moyen calibre	En station : 20 à 25t/ha et 10 à 15t/ha en milieu locale.
GAHINGA	Long (120- 130) jours	Mildiou (assez résistante) Bactériose (susceptible)	Ronde, gros calibre	En station : 15 à 20t/ha et 10 à 15t/ha en milieu locale.
CRUZA	Moyen(115- 135)jours	Mildiou(résistante)	Nombreuses et à moyen calibre	En station : 15 à 25t/ha et 15 à 20t/ha en milieu locale
MABONDO	Court (80- 90) jours	Mildiou (assez résistante) et bactériose	Ronde, blanche et moyenne	-

Source : Catalogue de Programme National de Recherche sur les Tubercules, Inera Mulungu, 2008

EXPERIMENTATION ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

I. EXPERIMENTATION

I.1. MILIEU EXPERIMENTAL

Notre expérimentation s'est réalisée dans la localité de Bweremana, groupement Mupfuni Shanga, collectivité chefferie des Bahunde, Territoire de Masisi, au Nord-Kivu en République Démocratique du Congo.

Le sol de cette vallée est favorable vu sa texture, sa structure et sa capacité de rétention d'eau.

I.2. MATERIELS

1. MATERIELS BIOLOGIQUES

Pour mener notre expérimentation, nous avons utilisé comme matériel biologique les plançons (tubercules) de pomme de terre de la variété Gahinga issues de plants fermiers « rataplants » octroyé de la récolte précédente dans le village de Bweremana.

Cette variété présente les caractéristiques reprises dans le tableau ci-après :

Tableau n°2. Variété Gahinga

	Caractéristiques
Forme du tubercule	Ovoïde
Diamètre de semence	20 à 25 cm
Couleur de floraison	Violet
Poids de tubercules	120 à 150g
Feuilles	Alternes, imparipennée aux lobes très découpés
Tige	Herbacée de couleur verte très ramifiées

Source : Le terrain

2. MATERIELS NON BIOLOGIQUES

Les matériels non biologiques sont les différents outils qui nous ont servi pour la préparation du milieu expérimental. La houe, pioche, machette, râteau, trident qui assure le dégagement du terrain, une balance pour évaluer le poids des tubercules et rendement, une corde (ficelle), mètre ruban qui nous a servi pour le nivellement et la délimitation de la parcelle, une latte pour mesurer la hauteur maximale de la tige et la surface folioles ; un arrosoir pour apporter de l'eau dans les parcelles. Un pulvérisateur à pression CP 20 pour la pulvérisation de la culture

3. PESTICIDE UTILISE

Au cours de notre expérimentation, pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre, nous avons utilisé le dithane M45 qui est un fongicide préventif de contact. Il inhibe la germination des spores en formant un film protecteur qui couvre la surface foliaire. Il est doté d'une bonne persistance sur la végétation. Son efficacité est indépendante de la température et n'est pas liée à la circulation de la sève. Il présente une certaine action frénatrice vis-à-vis des acariens. Rapidement dégradé dans le sol, il n'est pas successible de s'accumuler dans l'environnement ni de contaminer les eaux souterraines. Il est efficace contre le mildiou et l'alternariose de la pomme de terre.⁵⁶

I.3 METHODE

Nous avons utilisé un dispositif en carré latin avec 4 traitements et 4 répétitions. Ces traitements se différaient par le nombre de jour de pulvérisation.

Ces blocs comprenaient chacun quatre parcelles séparées par une allée de 50 cm et orientés dans la direction de l'Est à l'Ouest.

Les parcelles portant les traitements avaient les dimensions de 2m x 2m ; la superficie totale de notre champ est de 10,5m x 10,5m, la terre utile étant estimée à 64m² comme indique la figure ci-dessous.

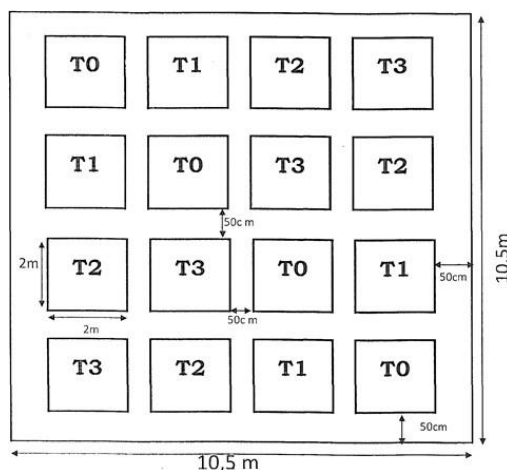


Figure 1. Disposition expérimentale

Légende

T0 : parcelle sans application des pesticides ou parcelle témoin

T1 : parcelle avec application des pesticides d'une fois toutes les trois semaines
 T2 : parcelle avec application de pesticide d'une fois toutes les deux semaines.
 T3 : parcelle avec application de pesticide d'une fois par semaine

Au cours de l'expérimentation, chaque parcelle contenait une étiquette portant le numéro de chaque traitement pour l'identification de celui-ci.

I.4 CONDUITE D'EXPERIMENTATION

1. CONDUITE DE LA CULTURE

Nous avons commencé cette expérimentation par la réalisation de labour de 20cm de profondeur en moyenne pendant la saison B (2^e saison culturale) avec plançons de 25 à 30cm de diamètre que nous avons plantés aux écartements de 50 x 50 cm en raison d'un tubercule par poquet, la profondeur de 8 à 10cm. La levée des plants a eu lieu 2 semaines après.

Chaque traitement porte 9 plants, les différents travaux ont été observés. Nous avons effectué le premier sarco-binage 15 jours après la reprise. Le deuxième sarco-binage a été faite 30 jours après repiquage et sarco-buttagé était intervenu juste avant la tubérisation.

En cas des besoins, les arrosages étaient réalisés.

La pulvérisation des pesticides est intervenue avec de différentes fréquences, tout en respectant le dosage de 4g dans 20 litres.

2. LES PARAMETRES OBSERVES

Les observations au cours de ce travail ont été portées surtout sur un échantillonnage de 3 à 4 plantes par parcelle en vue de déterminer les paramètres suivants :

1. Pouvoir germinatif : en effet, 9 boutures ont été observés dans chaque parcelle en fait de pouvoir calculer sa capacité de reprise de chaque tubercule. Nous avons ensuite compté le nombre de boutures germées dans l'intervalle de 14 jours pour déterminer le pouvoir de repris. Ainsi, nous avons calculé le taux de reprise par la formule ci-après :

Nombre de plançons germés

PR_e =

$$\frac{\text{Nombre de tubercules plantés}}{X100}$$

A. PARAMETRES PHÉNOLOGIQUES

Ici, il s'agit de compter :

1. Nombre de jours de plantation à la reprise des tubercules
2. Nombre de jours de la plantation à la récolte

B. PARAMETRES MORPHOLOGIQUES

1. Nombre de plants atteints par le mildiou par parcelle
2. Nombre des tiges par plant
3. Hauteur maximale de la plante à la récolte.

C. PARAMETRES DE RENDEMENT

1. Nombre des tubercules par pied

Taux de tubérisation =

2. Poids des tubercules et calibrage

Nombre de tubercules formés

Nombre de stolons par pieds

X100

II. ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

II.1. PRESENTATION DES RESULTATS Tableau n° 3. Pouvoir de reprise

Source : notre expérimentation sur terrain, février 20221

Traitement	T0	T1	T2	T3
Plançons mis à plantation	9	9	9	9
Plançons repris	9	9	9	9
Pouvoir de repris	100%	100%	100%	100%

Légende

T0 : Parcelle sans application des pesticides ou parcelle témoin ;

T1 : Parcelle avec application des pesticides d'une fois toutes les trois semaines ; T2 : parcelle avec application de pesticide d'une fois toutes les deux semaines ; T3 : parcelle avec application de pesticide d'une fois par semaine.

Commentaire :

Nous lisons à partir de ce tableau que tous les traitements de tous les blocs ont reçu des plançons qui ont germé à 100%. Le taux de germination est de 100%.

Tableau n°4. Nombre de jours de la plantation des plançons à la formation des tubercules

Paramètre Traitement	Première formation des tubercules							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{X}	δ	CV(%)
T0	66	65	64	65	260	65	0,82	1,26
T1	62	60	61	62	245	61,25	0,96	1,56
T2	61	56	54	60	231	57,75	3,30	5,72
T3	62	57	55	61	235	58,75	3,30	5,62

Source : notre expérimentation sur terrain avril, 2021

Légende

δ : Ecart type \bar{X} : Moyenne CV : Coefficient de Variation

Commentaire

Ces résultats nous montrent que le T3 et T2 forment des tubercules presque à la même période soit respectivement de 57,7 jours et 58,7 jours suivi par les traitements, T1 61,2 jours et T0 65 jours.

Tableau n°5. Résumé de l'ANOVA : Nombre de jours de la plantation des plançons à la formation des tubercules

SOURCE DE VARIATION	DI	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	19809	6603,15	3,03	2,89	S
Bloc	3	19707	6569,15	3,02	2,89	S
Résiduelle	9	19606	2178,46			
Total	15	59123				

Source : notre expérimentation, 2021

Légende

DI : degré de liberté = n – 1 SCE : Somme des carrés des Ecarts de Traitement CM : Carré Moyen = SCE : DI Fcal : F calculé = CM traitement : CM résiduel

F tab = F tabulaire (Cfr Table de Fisher Snedecor) S : Significatif

Commentaire

Les différences au seuil de 5% entre les traitements et les blocs sont significatives. Le constat est que la fréquence de pulvérisation dans la lutte phytosanitaire joue grandement sur le nombre de jours de la plantation des plançons à la

formation des tubercules.

Tableau n°6. Hauteur finale des plantes en moyenne

Paramètre Traitement	Hauteur finale (en cm)							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{X}	δ	CV(%)
T0	40,6	42,4	41,8	43,5	168,3	42,075	1,21	2,87
T1	43,6	45,1	45,2	45,2	179,1	44,775	0,78	1,75
T2	45,1	46,2	46	46	183,3	45,825	0,49	1,07
T3	48,2	47,2	46,2	46,2	187,8	46,95	0,96	2,04

Source : notre expérimentation sur terrain, 2021

Commentaire

Il ressort de ce tableau que la croissance en hauteur en T3, avec 46,9cm occupe la première position suivie de T2 avec 45,8cm lorsque T1 et T0 ont respectivement 44,7cm et 42cm.

Tableau n°7. Résumé de l'ANOVA : Hauteur finale des plantes en moyenne

SOURCE DE VARIATION	DI	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	10825	3608.22	3.02	2.89	S
Bloc	3	10758	3585.90	3.00	2.89	S
Résiduelle	9	10745	1193.86			
Total	15	32327				

Source : notre expérimentation sur terrain avril, 2021

Commentaire

Les différences au seuil de 5% entre les traitements et les blocs sont significatives. La fréquence de pulvérisation dans la lutte phytosanitaire joue sur la longueur des plants.

Tableau n°8. Nombre de plants observés avec forte attaque de mildiou

Paramètre Traitement	Nombre des plants attequés par le mildiou							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{X}	δ	CV(%)
T0	5	5	4	4	18	4.5	0.58	12,89
T1	3	3	4	4	14	3.5	0.58	16,57
T2	3	2	3	3	11	2.75	0.50	18,18
T3	1	2	1	0	4	1	0.82	82,00

Source : notre expérimentation sur terrain, 2021

Commentaire :

Il découle de ce tableau que le T0 présente un nombre élevé des plants attequés par le mildiou, 5 plants en moyenne. Il est suivi du T1 avec une moyenne de 2 plants, le T2 présente une moyenne d'un plant ; le T3 n'a pas été attaqué par le mildiou.

Tableau n°9. Résumé de l'ANOVA : Nombre de plants observés avec forte attaque de mildiou

SOURCE DE VARIATION	DI	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	80.938	26.98	5.81	2.89	S
Bloc	3	46.271	15.42	3.32	2.89	S
Résiduelle	9	41.792	4.64			
Total	15	169				

Source : notre expérimentation sur terrain, mars, 2021

Commentaire

Au seuil de 5%, nous constatons que les différences sont très significatives tant entre les traitements qu'entre les blocs. La fréquence de pulvérisation joue grandement sur le taux d'attaque de la plante par le mildiou.

Tableau n°10. Nombre des tiges par pied

Paramètre Traitement	Nombre des tiges par pied							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{X}	δ	CV(%)
T0	3	3	3	4	13	3,25	0,50	15,38
T1	3	4	3	3	13	3,25	0,50	15,38
T2	3	3	3	4	13	3,25	0,50	15,38
T3	4	3	4	3	14	3,5	0,58	16,50

Source : notre expérimentation sur terrain, février, 2021

Commentaire :

Les résultats de ce tableau nous montrent que le T3 a plus des tiges par pied, soit une moyenne de 3,5 tiges. Il occupe la première place suivie respectivement de T2 avec 4 tiges par pied et T1 avec 3 tiges. Le T0 occupe la dernière position avec 2 tiges.

Tableau n°11. Résumé de l'ANOVA : Nombre des tiges par pied

SOURCE DE VARIATION	Dl	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	58.771	19.59	2.87	2.89	NS
Bloc	3	58.771	19.59	2.87	2.89	NS
Résiduelle	9	61.458	6.83			
Total	15	179				

Source : notre expérimentation sur terrain, février 2021

Commentaire

Au seuil de 5%, il n'y a pas des différences significatives entre les blocs et entre les traitements. La fréquence de pulvérisation n'affecte pas le nombre de tige de la plante de pomme de terre.

Tableau n°12. Taux de tubérisation

Paramètre Traitement	Taux de tubérisation des plants															
	Nombre de stolons								Nombre de tubercules formés							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{x}	δ	CV	I	II	III	IV	Σ	\bar{x}	δ	CV
T0	16	15	13	24	68	17	4,8	28,41	4	5	3	4	16	4	0,82	20,41
T1	20	16	18	17	71	17,75	1,71	9,62	7	7	6	6	26	6,5	0,58	8,88
T2	25	23	21	20	89	22,25	2,22	9,97	11	12	13	12	48	12	0,82	6,80
T3	28	30	25	20	103	25,75	4,35	16,89	18	17	16	20	71	17,75	1,71	9,62

Source : notre expérimentation sur terrain, juin 2021

Commentaire

Dans ce tableau, nous remarquons que le T3 présente un taux de tubérisation supérieur, soit 62,2%, par rapport aux autres traitements. Le T2 a 54%, le T1 a 36,7% et enfin T0 a 27,5%.

Tableau n°13. Résumé de l'ANOVA des tubercules formés

SOURCE DE VARIATION	Dl	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	1138.9	379.65	8.52	2.89	S
Bloc	3	542.94	180.98	4.06	2.89	S
Résiduelle	9	401.13	44.57			
Total	15	2083				

Source : notre expérimentation sur terrain, juin 2021

Commentaire

Au seuil de 5%, les différences sont très significatives dans les traitements et dans les blocs. La fréquence de pulvérisation joue grandement sur tubérisation.

Tableau n°14. Calibrage des tubercules par chaque traitement

Paramètre Traitement	Diamètre des tubercules par traitement (en cm)								
	I	II	III	IV	Σ	\bar{x}	δ	CV(%)	
T0	7	6	7	10	30	7,5	1,73	23	
T1	7,5	7	10	6	30,5	7,625	1,70	22	
T2	6	8	9	8	31	7,75	1,26	16	
T3	10	9	7	9	35	8,75	1,26	14	

Source : notre expérimentation sur terrain, juin, 2021

Commentaire

Le tableau ci-dessus nous montre que le T3 est le plus performant au point de vue calibrage des tubercules avec un diamètre de 37,2cm suivi de T2 avec 36,5cm, puis de T1 avec 26,8cm et enfin T0 avec 26,2cm

Tableau n°15. Résumé de l'ANOVA de calibrage des tubercules

SOURCE DE VARIATION	DI	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	338.61	112.87	2.85	2.89	NS
Bloc	3	335.94	111.98	2.83	2.89	NS
Résiduelle	9	356.7	39.63			
Total	15	1031.3				

Source : notre expérimentation sur terrain, juin, 2021

Commentaire

Au seuil de 5%, nous constatons qu'il n'y a pas de différence significative entre les blocs et entre les traitements en ce qui concerne le diamètre des tubercules.

Tableau n°16. Nombre moyen de tubercules par plant

Paramètre Traitement	Nombre de tubercules par pied							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{X}	δ	CV (%)
T0	4	5	3	4	16	4	0,82	20,41
T1	5	6	6	6	23	5,75	0,50	8,70
T2	8	9	9	8	34	8,5	0,58	6,79
T3	8	10	9	10	37	9,25	0,96	10,35

Source : notre expérimentation sur terrain, Mai, 2021

Commentaire

Nous constatons que dans le tableau ci-haut, le traitement T3 présente un nombre excessif des tubercules soit de 17,7 en moyenne par pied. Il suit respectivement de T2 avec 12 tubercules, T1 avec 6,5 tubercules et enfin T0 avec 4 tubercules par pied.

Tableau n°17. Résumé de l'ANOVA le nombre moyen des tubercules par plant.

SOURCE DE VARIATION	DI	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	347.08	115.69	4.52	2.89	S
Bloc	3	256.42	85.47	3.34	2.89	S
Résiduelle	9	230.5	25.61			
Total	15	834				

Source : notre expérimentation sur terrain, Mai, 2021

Commentaire

Au seuil de 5%, nous constatons une différence significative entre les traitements et les blocs, cela veut dire que la fréquence de pulvérisation des pesticides a un effet considérable sur le nombre moyen des tubercules par plant.

Tableau n°18. Poids total des tubercules par traitement

Paramètre	Poids total des tubercules par traitement (kg)							
	I	II	III	IV	Σ	\bar{X}	δ	CV(%)
T0	0,5	0,6	0,4	0,5	2	0,5	0,08	16,33
T1	0,6	0,7	0,8	0,7	2,8	0,7	0,08	11,66
T2	1	0,8	1,3	1,2	4,3	1,075	0,22	20,63
T3	1,7	1,8	1,8	1,3	6,6	1,65	0,24	14,43

Source : notre expérimentation sur terrain, juin, 2012

Commentaire

La parcelle dont le mildiou a été assez combattu présente des résultats satisfaisants, le T3 vient en première position avec 1,475kg, il est suivi de T2 avec 0,975kg.

Tableau n°19. Résumé de l'ANOVA : Poids total des tubercules par traitement

SOURCE DE VARIATION	DI	SCE	CM	Fcal	Ftab	Décision
Traitement	3	9.2244	3.07	6.29	2.89	S
Bloc	3	5.2044	1.73	3.55	2.89	S
Résiduelle	9	4.4013	0.49			
Total	15	18.83				

Source : notre expérimentation sur terrain, juin, 2012

Commentaire :

Au seuil de 5%, les données de ce tableau montrent qu'une différence significative est constatée entre les traitements et entre

les blocs, la première étant très significative. Ceci nous conduit à dire que la fréquence de pulvérisation dans le but de lutter contre le mildiou de la pomme de terre a un effet considérable sur cette culture et joue sur le rendement des tubercules.

La production parcellaire se succède comme suit :

Tableau n°20. Rendement à l'hectare

RENDEMENTS	T0	T1	T2	T3
4m ²	0.5 kg	0.7 kg	1.075 kg	1.65 kg
Hectare	1250 kg	1750 kg	2687.5 kg	4125 kg

Source : nos calculs, juin 2021. **Commentaire**

Les rendements à l'hectare sont satisfaisants au traitement où la fréquence de pulvérisation est de 1 fois par semaine.

III.3. INTERPRETATION DES RESULTATS

Nos résultats nous montrent que la fréquence de la pulvérisation d'une fois par semaine se montre efficace dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre joue un grand rôle sur son rendement au cours de notre expérimentation. En ce qui concerne :

- Nombre de jours de la plantation des plançons à la formation des tubercules, le T3 prime sur 58,75 jours, ce qui montre sa précocité.
- Hauteur finale des plantes en moyenne, le T3 prime sur les autres traitements avec 46,95cm, ce qui donne des résultats satisfaisants dans ce traitement où la fréquence de pulvérisation a été d'une fois par semaine ;
- Nombre de plants observés avec forte attaque de mildiou, la moyenne est de 4,5 plants, soit la moitié du champ dans le T0, le traitement témoin, tandis que au T3, la moyenne est d'un plant, ce qui prouve l'importance de ce taux de pulvérisation ; le T2 a présenté une moyenne de 2,75 plants atteints et le T1 une moyenne de 3,5 plants.
- Nombre des tiges par pied, aucune différence significative, la moyenne pour le T0 ; T1 ; T2 ; T3 est respectivement de 3.25 ; 3.25 ; 3.25 ; 3.5.
- Le nombre de tubercules par plant, une grande différence est présentable, le T3 prend le dessus avec 17,75 tubercules.
- Poids total des tubercules par traitement, le T3 vient à la première position avec un poids moyen de 1.65 kg, le T2 suit avec 1.075kg, en suite le T1 avec 0.7kg et en fin le T0 0.5kg.
- En interpolant ces données à l'hectare, nous constatons que la fréquence de traitement phytosanitaire d'une fois par semaine a donné des rendements considérables, soit 4,125T/ha.

CONCLUSION

À l'issue de notre travail ayant porté sur un essai de mise au point de la fréquence de pulvérisation de ditane M45 dans la lutte contre le mildiou de la pomme de terre dans le groupement Mupfuni Shanga, nous estimons atteindre l'objectif fixé.

Ce travail scientifique avait pour objectif de mettre au point une fréquence de pulvérisation efficace à adopter pour lutter efficacement contre le mildiou de la pomme de terre dans le groupement Mupfuni Shanga dont l'essai a porté sur la culture de la pomme de terre en saison B dans le groupement Mupfuni/Shanga précisément dans la localité de Bweremana.

En effet, pour sa réalisation, un essai a été disposé en carré latin randomisé mis en comparaison de trois traitements et un témoin dont T1, T2, T3 et T0 choisis en vue d'évaluer et de témoigner leur efficacité.

De tout ce qui précède, nous confirmons que la fréquence de pulvérisation d'une fois par semaine s'est montrée plus efficace témoignée par une production moyenne de 1,6 kg de pomme de terre sur une superficie de 4 m² par parcelle.

Au terme de ce travail, la fréquence de pulvérisation de ditane M45 pour lutter efficacement contre le mildiou de la pomme de terre mérite d'être vulgarisée aux agriculteurs paysans du dit groupement et partout ailleurs bien que les recherches pour les autres attaques de cette culture soient à préconiser pour sa rentabilité.

Dans la finition de notre travail, il est important de préciser ce qui a été la position de nos hypothèses. De la lecture de ce qui précède, les rendements avec la fréquence de pulvérisation de ditane M45 pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre donne résultat distinctif par rapport aux autres traitements, à l'occurrence de la fréquence de pulvérisation de deux fois par semaine et trois fois par semaine du même produit, ce qui nous pousse à confirmer notre hypothèse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A. OUVRAGES

- [1]. **BEN KHEDHER M., EWING E.E., 1985-**: Growth analyses of eleven potato cultivars grown in the green house under long photoperiods with and without heat stress. *Am. Potato J.*, 62,537554
- [2]. **BODLANDER, 1963**: Influence of temperature, radiation and photoperiod on development and yield. The growth of potato.
- [3]. **BUTAULD J.-P., Delame N., 1997** : Inégalités des revenus agricoles de 1990 à 1994 >> Synthèse no 10.
- [4]. Catalogue de Programme National de Recherche sur les Tubercules, Inera Mulungu, 2008
- [5]. **CHASSARD Mélanie et BERNARD Chevalier, 2002** : Un large éventail de revenu agricole. **CIRAD-GRET**,

- 1990 : Mémento de l'agronome.
- [6]. **DEFI, MARNDR 2012** : Étude-Diagnostic des systèmes de culture de quatre zones de production du Morne des Commissaires (Savane Zombi, Orianie, Gros Cheval, Boucan Chatte/Chapotin).
 - [7]. **ELLIS, F. & MDOE**: Rural livelihoods and diversity in developing country. OXFORD University, Press, OXFORD
 - [8]. **FAO, 2010** : Année internationale de la pomme de terre.
 - [9]. **France Agrimer, 2010**. La pomme de terre : Bilan campagne 2009/2010 14 p.
 - [10]. **FRASER Nicole, 1998**. La production biologique de la pomme de terre. Centre d'agriculture biologique de la Pocatière 56 p.
 - [11]. **GALLUP J., RADELET S. & WARNER. A, 1997** : Economic Growth and the income of the poor». CAER II Discussion paper No 36. Harvard Institute for International Development.
 - [12]. **GRET/FAMV, 1990** : Manuel d'Agronomie Tropical Appliqué à l'Agriculture Haïtienne, p.100.
 - [13]. **GRISON C., 1983** : La pomme de terre. Caractéristiques et qualités alimentaires. APRIA (Association pour la promotion industrie agriculture, 292.
 - [14]. **OXFAM, 2012**. Planter maintenant (2^{ème} édition) Revitaliser l'agriculture pour la reconstruction et le développement d'Haïti.
 - [15]. **PIERRE Claquin et MOHAMED Chabane, 2013** : L'agriculture au coeur des stratégies de développement.
 - [16]. **ROUSSELLE Patrick, ROBERT Y., CROSNIER J.C, éd, 1996** : La pomme de terre. **USAID, 2014** : Haïti sécurité alimentaire en bref
 - [17]. **SIDIKOU RAMATOU D.S (2002)**: *Contribution des biotechnologies végétales à l'adaptation de la Pomme de terre (Solanum tuberosum L.) au Niger*, thèse d'État Niamey, 354p.
 - [18]. **VAN KEMPEN P., 1990**- La pomme de terre : stockage et conservation. Tech. Agricole., no 4180, 17p.

B. WEBOGRAPHIE

- [1]. [Http://www.Cinpt.com/index.php?module:rubs&id](http://www.Cinpt.com/index.php?module:rubs&id), février 2021
- [2]. <http://www.encyclopedie-grayuite.fr/Definition/alimentation/Pomme-de-terre>, mars 2021
- [3]. [Http://www.pomme-de-terre.net](http://www.pomme-de-terre.net), février 2021
- [4]. <https://www.bibmath.net/dico/loifisher>, Avril 2021