

PP AT&RD

**PAPSEN PAIS ASSISTANCE TECHNIQUE ET RECHERCHE
POUR LE DÉVELOPPEMENT**

Sous-Programme Fertilité du sol Rapport technique 2^{ème} cycle

(Décembre 2021 – juillet 2022)



**Étude comparative de différents plans de fertilisation
pour une adaptation aux conditions
agropédoclimatiques des périmètres maraîchers du
PAPSEN dans la zone centre du Sénégal**

Octobre 2022

A



**CONSIGLIO NAZIONALE
DELLE RICERCHE**



**INSTITUT SÉNÉGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES**

Ce rapport a été réalisé dans le cadre du Projet PP AT&RD (PAPSEN PAIS Assistance Technique et Recherche pour le Développement) par une équipe mixte de l'Institut Sénégalaise de Recherche Agricole (ISRA) et de l'Institut de Bio-Economie du Conseil National des Recherches d'Italie (IBE-CNR), composée par :

- Ndeye Hélène Diallo Diagne (ISRA CDH), Chargé de recherche, coordonnatrice de programme au CDH et responsable scientifique de l'activité
- Djibril Djigal (ISRA/CDH) Chargé de recherche
- Ahmadou Bamba Ndiaye (ISRA CDH) Ingénieur
- Cyril Diatta Chargé de recherche, point focal du projet PPATRD - SP Centre
- Alfred Kouly Tine (ISRA CNRA) Chargé de recherches, responsable Laboratoire d'analyses Sols-Eaux-Plantes
- Alioune Badara Fall (IBE-CNR) Ingénieur agronome
- Khadidiatou Thioye (ISFAR)

et

- Saliou Ngom (DPV) Maître de recherche, Directeur de la DPV

PP AT&RD (AID 011606) est cofinancé par l'Agence Italienne pour la Coopération et le Développement



LISTE DES FIGURES

Figure 1: Carte de localisation des sites expérimentaux	3
Figure 2: Variation de la température durant la contre saison froide de 2022 à Bambeï (Station météorologique du CNRA de Bambeï)	3
Figure 3: Variation de l'humidité relative durant la contre saison froide de 2022 à Bambeï (Station météorologique du CNRA de Bambeï)	4
Figure 4: Dispositif expérimental.....	9
Figure 5: Parcelle élémentaire	13
Figure 6: Poids moyen des bulbes en fonction des traitements	19
Figure 7: Calibre des bulbes en fonction des traitements	20
Figure 8: Teneur en matière sèche des bulbes en fonction des traitements	21
Figure 9 : Rendement de l'oignon en fonction des traitements	21
Figure 10 : Rendement commercial de l'oignon en fonction des traitements.....	22
Figure 11 : Taux de perte de poids des bulbes d'oignons en 2 mois de conservation suivant les traitements	23
Figure 12 : Taux de perte en bulbes d'oignon sur 2 mois de conservation suivant les traitements	23
Figure 13: Dispositif expérimental de la tomate	28
Figure 14 : Date à 50 % de floraison des plants de tomate suivant les traitements.....	39
Figure 15: Poids moyen des fruits en fonction des traitements	39
Figure 16: Calibre des fruits en fonction des traitements.....	40
Figure 17: Teneur en matière sèche des fruits de tomate en fonction des traitements.....	42
Figure 18: Rendement de la tomate en fonction des traitements.....	43
Figure 19: Dispositif expérimental.....	48
Figure 20: Calibre des bulbes en fonction des traitements	57
Figure 21: Date à 50% de pomaison en fonction des traitements	58
Figure 22: Poids moyen des pommes en fonction des traitements	59
Figure 23: Teneur en matière sèche en fonction des traitements	59
Figure 24: Rendement en fonction des traitements	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques du sol	5
Tableau 2: Caractéristiques agro morphologiques de la variété VIOLET DE GALMI	8
Tableau 3 : Nature et composition des traitements.....	11
Tableau 4 : Plan de traitement phytosanitaire préventif	12
Tableau 5 : Evolution du nombre de feuilles des plantes pendant les 30 ^e , 45 ^e et 60 ^e JAR suivant les traitements	17
Tableau 6 : Evolution de la longueur des plantes pendant les 30 ^e , 45 ^e et 60 ^e JAR suivant les traitements	17
Tableau 7 : Evolution de l'encombrement des plantes pendant les 30 ^e , 45 ^e et 60 ^e JAR suivant les traitements	18
Tableau 8 : Evolution de la vigueur des plantes pendant le 30 ^e JAR suivant les traitements.....	19
Tableau 9 : Nature et composition des traitements.....	31
Tableau 10 : Plan de traitement phytosanitaire préventif	32
Tableau 11 : Evolution de la vigueur pendant les 15 ^e , 30 ^e et 45 ^e JAR suivant les traitements.....	35
Tableau 12 : Evolution de la longueur des plantes pendant les 15 ^e , 30 ^e et 45 ^e JAR suivant les traitements	36

<i>Tableau 13 : Evolution de l'encombrement pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements ...</i>	37
<i>Tableau 14 : Evolution du nombre de feuilles pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements</i>	38
<i>Tableau 15 : Nombre de fruit par pied suivant les traitements et les récoltes</i>	41
<i>Tableau 16: Caractéristiques agro morphologiques de la variété VIOLET DE GALMI</i>	47
<i>Tableau 17 : Nature et composition des traitements.....</i>	49
<i>Tableau 18 : Plan de traitement phytosanitaire préventif.....</i>	51
<i>Tableau 19 : Evolution de la vigueur des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements</i>	55
<i>Tableau 20 : Evolution du nombre de feuilles des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements</i>	56
<i>Tableau 21 : Evolution de l'encombrement des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^eJAR suivant les traitements.....</i>	57

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Planche de pépinière	9
Photo 2: Pépinière d'oignon.....	9
Photo 3: Illustration sur la détermination de la longueur des feuilles.....	13
Photo 4: Bulbes d'oignon avant séchage	14
Photo 5: Bulbes d'oignon après séchage à l'étuve.....	14
Photo 6: Détermination de la matière sèche	14
Photo 7 : Mesure du diamètre équatorial d'un bulbe d'oignon	15
Photo 8: Bulbes d'ognons conservés sur la paillasse	15
Photo 9: Prise de poids des bulbes d'ognons.....	15
Photo 10: Conservation de l'oignon sur le séchoir.....	16
Photo 11 : Semis de la tomate	29
Photo 12: Pépinière de tomate	29
Photo 13: Labour du sol	29
Photo 14:Préparation des parcelles	29
Photo 15: Binage	30
Photo 16: Image illustrative de la fertilisation	31
Photo 17: Pesage des fruits.....	33
Photo 18: Tomate avant séchage à l' étuve	34
Photo 19: Tomate après séchage à l'étuve	34
Photo 20: Détermination du poids sec.....	34
Photo 22: semis	49
Photo 23: pépinière de chou	49
Photo 24 : Labour de la parcelle.....	50
Photo 25: Matérialisation des poquets	50
Photo 26: Repiquage du chou pommé.....	50
<i>Photo 27 : binage d'une parcelle de chou pommé</i>	51
<i>Photo 28 : Mesure de la vigueur.....</i>	53
Photo 29: Mesure du diamètre polaire.....	53
Photo 30: Mesure du diamètre équatorial.....	53
Photo 31: Chou pommé avant séchage	54
Photo 32: Chou pommé après séchage à l'étuve	54

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES.....	A
LISTE DES TABLEAUX	A
LISTE DES PHOTOS.....	B
SOMMAIRE	C
I INTRODUCTION GENERALE	1
II PRESENTATION DES SITES D'EXPERIMENTATION.....	2
II.1.1. Climat et température.....	3
II.1.2. Propriétés physico-chimiques du sol.....	4
III EVALUATION DE L'ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE ET LA QUALITE DE L'OIGNON (ALLIUM CEPA L.) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY	6
III.1. Introduction.....	7
III.2. Matériel et méthodes.....	7
III.2.1. Matériel végétal	7
III.2.2. Compost	8
III.2.3. Méthodes	8
III.3. Résultats obtenus.....	16
III.3.1. Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	16
III.3.2. Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement.....	19
III.3.3. Influence de la fertilisation sur la conservation de l'ognon	22
III.4. INTERPRETATION DES RESULTATS	24
III.4.1. Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et le rendement	24
III.4.2. Effet de la fertilisation sur la conservation des bulbes d'ognon	24
III.5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	25
IV EVALUATION DE L'ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE DE LA TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY.	26
IV.1. INTRODUCTION	27
IV.2. Matériel et méthodes	27
IV.2.1. Matériel végétal	27
IV.2.2. Fertilisant	27
IV.2.3. Méthodes	28
IV.3. Principaux résultats obtenus.....	35
IV.3.1. Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	35
IV.3.2. Influence de la fertilisation sur la physiologie de la tomate	38
IV.3.3. Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement.....	39

IV.3.3.3.Nombre de fruit par pied	40
IV.3.3.4.Teneur en matière sèche des fruits	41
IV.3.3.5. Rendement.....	42
IV.4.INTERPRETATION DES RESULTATS	43
IV.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	43
IV.4.2.Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement	44
IV.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES	44
V EVALUATION DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE DU CHOU POMME (BRASSICA OLERACEA) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY	45
V.1. Introduction.....	46
V.2. Matériel et méthodes	47
V.2.1.Matériel végétal	47
V.2.2.Fertilisant	47
V.2.3.Méthodes	48
V.2.4. Analyse statistique	54
V.3. Principaux résultats obtenus.....	55
V.3.1.Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	55
V.3.2.Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement	57
V.4.INTERPRETATION DES RESULTATS	60
V.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	60
V.4.2.Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement	61
V.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES	61
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	63
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES	64
Annexe.....	71

I INTRODUCTION GENERALE

Au Sénégal, la filière horticole occupe une place importante dans l'économie du pays. Elle contribue à la sécurité alimentaire et constitue aussi une source importante de revenu pour les populations rurales et périurbaines (Ngom, 2007). L'horticulture est pratiquée dans la zone agro-écologique des Niayes qui s'étend de Dakar à Saint Louis, sur la façade atlantique, (45%) de la production horticole nationale provient de cette zone (Camara, 2012). Dans le bassin arachidier, le maraichage s'est développé à suite de la crise de la filière arachide consécutive aux changements intervenus dans l'environnement économique et social. Une stratégie de diversification a été adoptée alors par les exploitations agricoles, avec l'introduction des cultures maraichères (Ngom, 2015). Cependant, les systèmes de production agricoles y sont fortement dégradés sous les effets combinés des changements climatiques et de la surexploitation des ressources naturelles (Ngom et al, 2017, Ngom et al, 2013 ; Diop and Matty, 1996). Les sols ont perdu leur fertilité et les rendements agricoles sont faibles. Par conséquent les revenus des populations ont baissé avec d'énormes problèmes socio-économiques dont l'exode rural et l'émigration clandestine. Dans ce contexte, les producteurs utilisent massivement les engrais chimiques qui augmentent les coûts de production et entraînent des risques sanitaires et environnementaux. Pour faire faces à ces problèmes, il est nécessaire d'introduire dans les systèmes de production des innovations technologiques appropriées pour augmenter la productivité des exploitations familiales et des revenus des populations vulnérables. La description du système agricole permet de constater la prévalence de l'utilisation du fumier et de la fiente comme engrais et d'amendement dans le processus de gestion des sols et de satisfaction des besoins des cultures. Cependant, il faut noter l'accès du fumier est encore limité non seulement par une gestion extensive à semi-intensive du cheptel, associé à un taux de déperdition quantitative et qualitative non négligeable du fumier mais aussi par l'insuffisance du disponible (Fall et al., 2020). La gestion en stabulation pourrait ainsi favoriser la récupération et la gestion des déjections fécales et contribuer à l'amendement des sols par leur valorisation sous forme de compost. De nombreux travaux sur la fertilisation des cultures maraichères ont été réalisés dès 1961 à Bambey sur sol dior et révèlent que l'utilisation de la matière organique n'est pas optimale pour la plupart des cultures maraichères qui requièrent son association à des engrais minéraux. Ainsi, pour une utilisation efficiente de la matière organique, cette activité a été proposée dans le cadre du projet PP AT&RD en guise de réponse de la demande sociale des populations locales. Il a pour objectif de valider un plan de fertilisation adapté pour les cultures maraichères dans les conditions agroécologiques du Bassin

arachidier. Il tiendra compte des pratiques culturelles locales, de la disponibilité de la matière organique, des ressources humaines limitées et des objectifs de production. Ainsi, la démarche envisagée repose sur l'expérimentation d'une fertilisation raisonnée associant du compost amélioré et de l'engrais minéral. A terme, les résultats de cette activité vont permettre de produire les outils appropriés, c'est à dire adaptés et accessibles aux producteurs pour améliorer durablement la fertilité des sols dans les périmètres maraichers installés par le PAPSEN

Les objectifs de l'activité sur la fertilité des sols sont :

- (i) Confirmer les résultats obtenus en station sur l'adaptabilité et les performances agronomiques de différents plans de fertilisation sur la productivité et la qualité de l'oignon et de la tomate dans les conditions agro-pédologique du Bassin arachidier ;
- (ii) Evaluer l'adaptabilité et les performances agronomiques de différents plans de fertilisation sur la productivité du chou pommé (*Brassica oleraceae.*) dans les conditions agro pédologiques de Bambey ;
- (iii) Valider un plan de fertilisation technico-économiquement adapté et efficient pour les cultures maraichères dans la zone d'intervention du PAPSEN ;
- (iv) Capitaliser les informations scientifiquement collectées des essais en documents de vulgarisation adaptés pour une fertilisation durable des périmètres du PAPSEN.

Ce présent document synthétise les travaux effectués dans le cadre du programme de recherche sur la fertilité des sols. Pour cette deuxième année d'expérimentation (campagne 2), il s'est agi d'évaluer les performances agronomiques (ou confirmer les tendances de la campagne 1) du plan de fertilisation organo - minérale associant du compost amélioré et l'engrais minéral sur trois (3) cultures cibles (oignon, chou et tomate) au niveau du périmètre de recherche du CNRA de Bambey.

II PRESENTATION DES SITES D'EXPERIMENTATION

Les essais ont été réalisés en système irrigué au niveau des périmètres de recherche du PAPSEN au CNRA de Bambey (14°42' latitude Nord, 16°28' longitude Ouest, 17 m altitude). Situé dans le centre-ouest du pays, Bambey bénéficie d'un climat sahélien avec une saison sèche qui va de novembre à mai et une saison des pluies qui va de juin à octobre (figure 1). La végétation est constituée *Balanites aegyptiaca*, *Zizyphus mauritiana*, *Adansonia digitata* et du genre *Acacia* (avec la prédominance de *A. senegal*).

Les dispositifs contrôlés ont été menés au laboratoire d'amélioration et de gestion des ressources phytogénétiques situé dans la station expérimentale de l'ISRA/CDH à Sangalkam.



Figure 1: Carte de localisation des sites expérimentaux

II.1.1. Climat et température

Le climat de la localité est de type soudano-sahélien, caractérisé par des températures relativement hautes, une longue saison sèche de (Novembre à Mai) et une saison des pluies de quatre mois de (Juin à Octobre). Durant l'expérimentation, les températures minima et maxima ont variées respectivement entre 18,79°C à 24,46°C et 35,03°C à 38,63°C (figure 2). Pour l'humidité relative les minima et maxima ont variées respectivement entre 11,55 à 37,84 et 46,88 à 86,14 (figure 3).

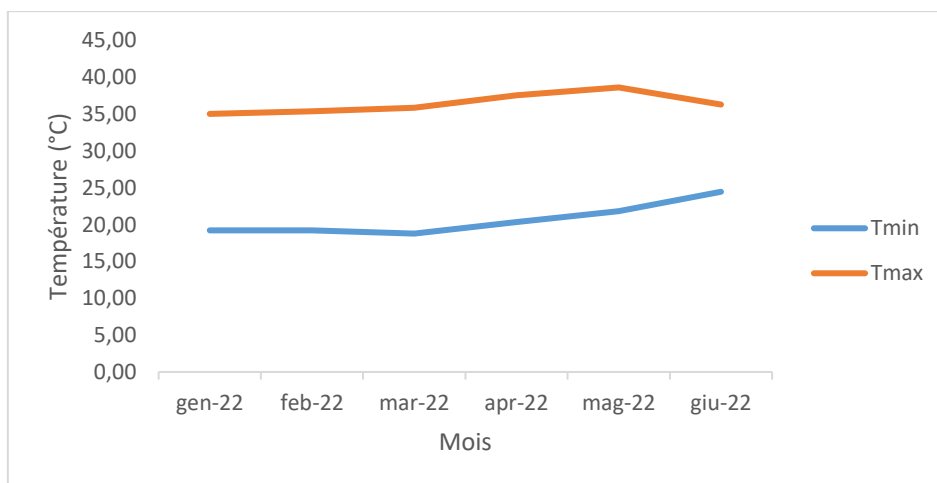


Figure 2: Variation de la température durant la contre saison froide de 2022 à Bambey (Station météorologique du CNRA de Bambey)

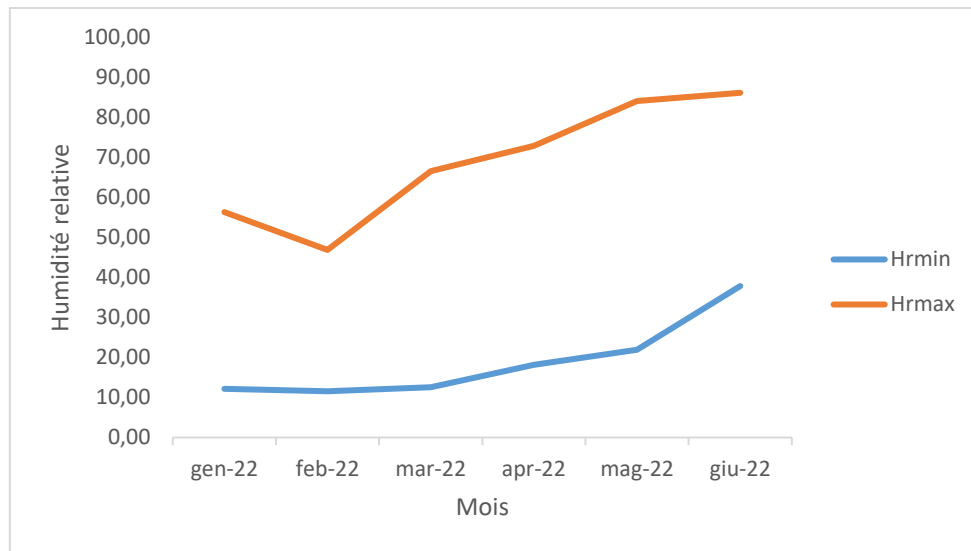


Figure 3: Variation de l'humidité relative durant la contre saison froide de 2022 à Bambeï (Station météorologique du CNRA de Bambeï)

II.1.2. Propriétés physico-chimiques du sol

La synthèse de l'interprétation des résultats de l'analyse du sol (Tableau 1) indique que le sol se caractérise par la prédominance de texture sableuse (S) dans l'horizon superficiel et sablo - limoneuse (SL) à limono - sableuse (LS) en profondeur. La détermination des caractéristiques chimiques montre un caractère non salin ($CE < 500 \mu S.cm^{-1}$) avec une grande variabilité des pH de l'ordre 5,22- 7,68 et qui sont acide, neutre à alcalin. La teneur en azote (N) $< 0,1\%$ indiquent que le sol en est faiblement pourvu. De même, la teneur en MO $< 1\%$ caractérise un sol pauvre en matière organique. Les valeurs de C/N indique une forte minéralisation susceptible d'entraîner des pertes en N. Avec une teneur en phosphore généralement basse à moyenne et moyen dans la partie superficielle (0 à 40 cm) le sol a une réponse très probable à probable aux engrais.

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques du sol

Texture	Sableuse (S) et Sablo-limoneuse (SL)	
pH 1/2,5	5,22- 7,68	Très acide, acide, modérément acide, légèrement acide, neutre à légèrement alcalin
CE 1/5 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	5,84 - 97,23	CE < 500 $\mu\text{S}/\text{Cm}$, Sol non salin
Pass (ppm)	3,995 - 32,477	Bas et moyen, (< 15 ppm, 50-15 et 15-5 ppm) réponse aux engrais probable ;
MO (%)	0,18 - 0,78	Très pauvre, pauvre à moyennement pourvu en matière organique
N (%)	0,008 - 0,080	< 0,1 : Sols très pauvres en azote
C/N	5,19 - 12,91	Forte minéralisation de l'azote avec des pertes probables et des valeurs caractéristiques d'un sol cultivé
Na ⁺ (mécq/100 g)	0,002 - 0,074	< 1 méq/100g Bas
K ⁺ (mécq/100g)	0,057 - 0,127	< 0,2 méq/100g Bas
Ca ²⁺ (mécq/100g)	0,370 - 2,504	< 4 méq/100g Bas
Mg ²⁺ (mécq/100g)	0,242 - 0,759	> 0,5 méq/100g Moyen à Haut
T (mécq/100g)	1,435 - 5,593	< 5 et 5-15 méq/100g Très bas à Bas
V	< 100	Sous saturé

**III EVALUATION DE L'ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES
AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR
LA PRODUCTIVITE ET LA QUALITE DE L'OIGNON (ALLIUM CEPA
L.) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY**

III.1. Introduction

L'agriculture est l'un des principaux secteurs d'activités qui contribue au développement socio-économique des populations. L'horticulture au Sénégal occupe une place importante dans l'agriculture et dans l'économie nationale. La production horticole est concentrée principalement dans la bande littorale des Niayes et dans la vallée du fleuve Sénégal avec une diversité de spéculations notamment l'ognon. La culture d'ognon occupe une place importante dans les systèmes de production horticoles, soit une superficie récoltée de 14 472 hectares (ha) au Sénégal (FAOSTAT, 2019). C'est la culture la plus pratiquée avec une production record de 444 871 t pour la campagne 2018-2019 (FAOSTAT, 2019). Cependant, la production d'ognon, bien qu'améliorée, demeure insuffisante pour assurer la demande intérieure. Ainsi le Sénégal est obligé d'importer chaque année entre 60 000 t et 80 000 t d'ognon, soit environ 50 % de ses besoins intérieurs (Wade, 2009). Cette situation d'insuffisance est liée à la saisonnalité de la culture et aux énormes pertes subies lors de la commercialisation à cause des mauvais choix variétaux. De plus, avec les conséquences des changements climatiques, les producteurs ont petit à petit délaissé les cultures horticoles. Cela a appauvri le monde rural avec les exodes qui sont devenus la règle générale. Dans ce contexte, les producteurs utilisent massivement les engrais chimiques qui augmentent les coûts de production et entraînent des risques sanitaires et environnementaux. Pour faire faces à ces problèmes, il est nécessaire d'introduire dans les systèmes de production des innovations technologiques appropriées pour augmenter la productivité des exploitations familiales et les revenus des populations vulnérables. C'est dans cette optique que cette activité a été proposée dans le cadre du projet PAPSEN en guise de réponse de la demande sociale des populations locales. Il a pour objectif de valider un plan de fertilisation adapté pour la culture de l'ognon dans les conditions agroécologiques du Bassin arachidier.

III.2. Matériel et méthodes

III.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'une variété d'ognon, le VIOLET DE GALMI. Le tableau 2 est un récapitulatif des caractéristiques de la variété.

Tableau 2: Caractéristiques agro morphologiques de la variété VIOLET DE GALMI

Cycle	Couleur des bulbes matures	Calibre des bulbes matures	Forme des bulbes	Aptitude à la conservation	Précocité de maturité des bulbes
105 à 110 jours	Violette	Moyen à gros	Allongée, aplatie, sphérique	Bonne	Précoce

Source : Abdou et al., 2014

III.2.2. Compost

Le processus de fabrication du compost consiste à poser sur une partie de la dalle, une couche (20 cm de hauteur), de paille de brousse séchée, suivi de l'épandage respectivement d'une couche de fumier d'ovins, d'herbe verte et fiente de volaille. Ce processus est répété jusqu'à une hauteur de 1,20m. Le dispositif est arrosé tous les trois (3) jours. Chaque quinze (15) jour le dispositif est retourné sur la deuxième partie de la dalle (soit non encore utilisée), pour maintenir l'humidité et l'aération qui sont des facteurs indispensables pour la décomposition de la matière organique. Après 45 jours, le produit obtenu est séché à l'abri du soleil pendant une (1) semaine, passé au tamis de 2mm et enrichi avec 5% de phosphate naturel et 5% de cendre pour respectivement augmenter ses teneurs en phosphore et en potassium. L'analyse du compost fini révèle des teneurs de 1,41% en azote, 1,39% en phosphore total, 1,92% en potassium total, 26,51% de matière organique, 1,56% de calcium, 0,43% de magnésium et le rapport C/N est de 11,03.

III.2.3. Méthodes

Le dispositif expérimental est un bloc complet randomisé ou bloc de Fisher avec 3 répétitions (Figure 4). Le principe consiste à affecter les traitements aux parcelles élémentaires de 9,9m² (6m*1,65m) suivant une distribution au hasard bloc par bloc. Les blocs sont disposés dans le sens de la longueur des gaines de goutte à goutte. Le repiquage s'est fait en ligne jumelée de part et d'autre de chaque gaine de goutte à goutte avec 4 gaines séparées de 50 cm dans chaque parcelle élémentaire et une distance de 10 cm entre les lignes et de 15 cm sur la ligne soit une densité de 640 plants par parcelle. Les écartements ont été de 1m entre les répétitions et de 1m entre les parcelles élémentaires d'une même répétition.

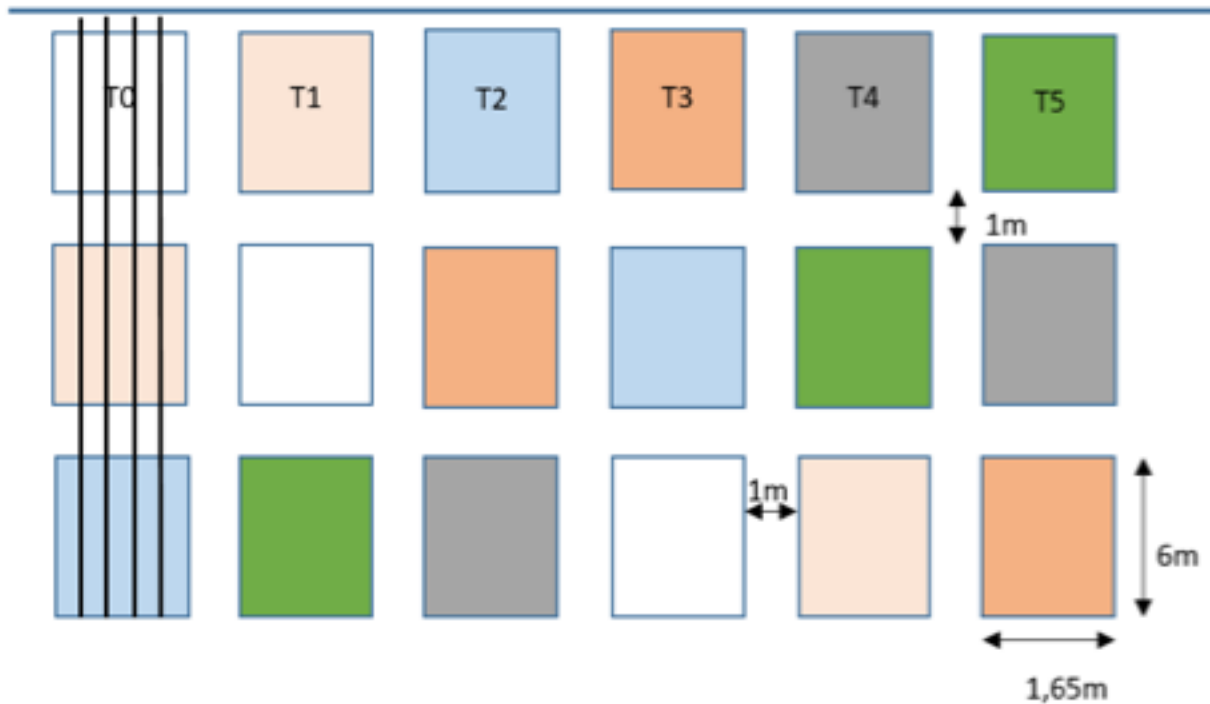
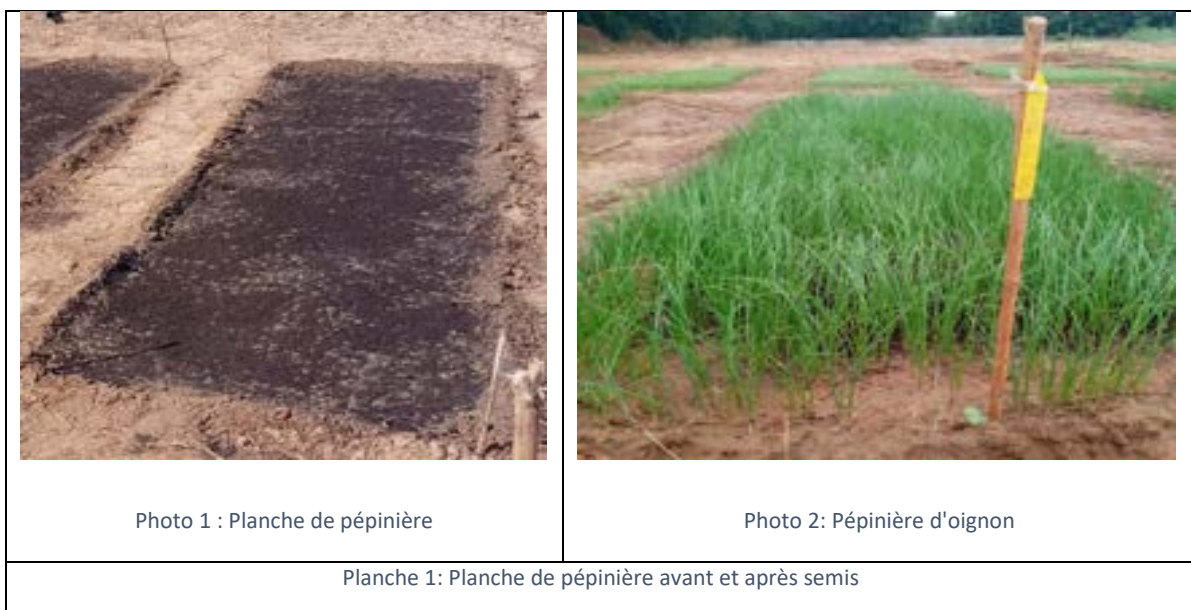


Figure 4: Dispositif expérimental

III.2.3.1. Conduite de l'essai

III.2.3.1.2. Mise en place de la Pépinière

La pépinière a été installée à la station de recherche de l'ISRA de Bambey. Après le désherbage de la parcelle, une planche de 12m² (6m*2m) a été délimitée pour la pépinière. La planche a été irriguée et bien nivelée avant l'apport de fumier et d'engrais. Trois Jours après, une couche de terreau a été mise sur la planche ensuite les graines ont été semées à la volée et recouvertes d'une autre couche de terreau. L'irrigation a été assurée les premiers jours à l'aide d'un arrosoir et par la suite avec un tuyau d'arrosage.



III.2.3.1.3.Préparation du terrain

Le nettoyage de la parcelle et la pré-irrigation ont été effectués, suivi d'un labour profond par le tracteur. Ensuite le nivellement de la parcelle et l'étalage des gaines de goutte à goutte ont été réalisés avant l'installation du dispositif expérimental. Chaque parcelle élémentaire a été préparé en incorporant une fumure de fond comportant du fumier à la dose de 2Kg/m² et un insecticide du sol Ethoprophos en raison de 5g/m².

III.2.3.1.4.Repiquage

Le repiquage a été effectué le 04 Février 2022 dans les parcelles élémentaires pré irriguées. L'habillage des jeunes plants (raccourcissement au tiers des feuilles et des racines) a été fait pour faciliter l'enracinement.

III.2.3.1.4.Irrigation

L'irrigation a été faite par le système goutte à goutte avec un débit gouteur de 1,6l/heure. Les apports d'eau ont été faits suivant les besoins estimatifs en eau de l'ognon dans la zone de Bambey. Toutefois les fréquences et les temps d'arrosage ont tenu compte principalement de la capacité au champ de la parcelle avec un temps d'arrosage journalière de 4h. L'irrigation a été définitivement arrêtée lorsque les 1/3 des feuilles se sont couchées.

III.2.3.1.5.Entretien de la culture

Un binage accompagné d'un désherbage manuel était effectué tous les 15 jours et après chaque fertilisation.

III.2.3.1.6.Fertilisation des cultures

Le facteur étudié dans cette expérimentation a été la fertilisation. Une fumure de fond a été apportée avant le repiquage et la fumure de couverture a été fractionnée en trois (3) apports suivant les 20 JAR, 40 JAR et 60 JAR. Les quantités et la nature de la fertilisation apportées au champ sont consignées dans le tableau 3 :

Tableau 3 : Nature et composition des traitements

Traitements	Fumure de fond (t/ha)		Fumure de couverture (t/ha)	
	Dose à l'ha	Nature	Dose à l'ha	Nature
T0 (Témoin sans apport)	Néant			
T1 (recommandation CDH)	20 0,4 (40UN)	Fumier ovin 10-10-20	0,6 (60UN)	10-10-20
T2 (Dose compost calculé)	20 2,847 (40UN)	Compost	4,285 (60UN)	Compost
T3 (Dose compost + 100 %dose engrais minéral)	20 0,4 (40UN)	Fumier ovin 10-10-20	4,285 (60UN) 0,96 (60UN)	Compost 10-10-20
T4 (Dose compost + 50% Dose engrais minéral)	20 0,2 (20UN)	Fumier ovin 10-10-20	4,285 (60UN) 0,3 (30UN)	Compost 10-10-20
T5 ((Dose compost +25% Dose engrais minéral)	20 (20UN) 0,2	Fumier ovin 10-10-20	4,285 (60UN) 0,3 (15UN)	Compost 10-10-20

III.2.3.1.7. Plan de traitement phytosanitaire préventif

En fonction des maladies et ravageurs qui sont attendues, un plan de traitement phytosanitaire préventif a été prévu. Ce plan consiste à alterner deux insecticides et deux fongicides pour prévenir les attaques avec des substances actives à large spectre d'action. Le tableau 4 est un récapitulatif des différents produits utilisés avec leur dose et leur période d'application.

Tableau 4 : Plan de traitement phytosanitaire préventif

Maladies et ravageurs cibles	Nom commercial du produit	Matière active	Dose d'application	Date d'application
Oïdium	SOUMTRA 80 %	Soufre 80 % WDG	3000g/ha	66 JAR
Trips	TAMEGA	Déltaméthrine	0,5l/ha	15, 30 et 45 JAR
Alternariose	Ivo PLUS 80 wp	Mancozèbe 800g/kg	2,5kg/ha	20 JAR
Termites	SAVANEM	Ethoprophos 100g/kg granulés	80kg/ha	Avant repiquage et après l'arrêt de l'irrigation
Termites	Traban10 % granulés	Chlorpyrifos 10 % granulés	18kg/ha	après l'arrêt de l'irrigation

III.2.3.1.8. La récolte

Les parcelles élémentaires de l'essai ont été récoltées le 09 juin 2022, soit 122 JAR. La récolte a été effectuée avec des binettes en déterrants les bulbes puis en sectionnant les racines et le pédoncule à la base des feuilles. Les productions des différentes parcelles élémentaires ont été pesées et mises dans des sacs étiquetés.

III.2.3.2. Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation

Ces paramètres sont d'ordre agronomique et physiologique. Ils ont été étudiés à travers des variables quantitatives, une partie au champ et une autre au laboratoire.

III.2.3.2.1. Échantillons et fréquence d'observation

Pour les variables étudiées au champ, l'évaluation a été effectuée sur un échantillon de 12 plants choisis au hasard. En réalité, chaque parcelle élémentaire était constituée de 4 lignes dont les 2 extrêmes étaient considérés comme lignes de bordures et les observations ont été basées sur les 2 lignes centrales en laissant les plants extrêmes comme bordure (figure 5). La collecte de données s'est effectuée aux 30^e, 45^e et 60^e jours après repiquage.

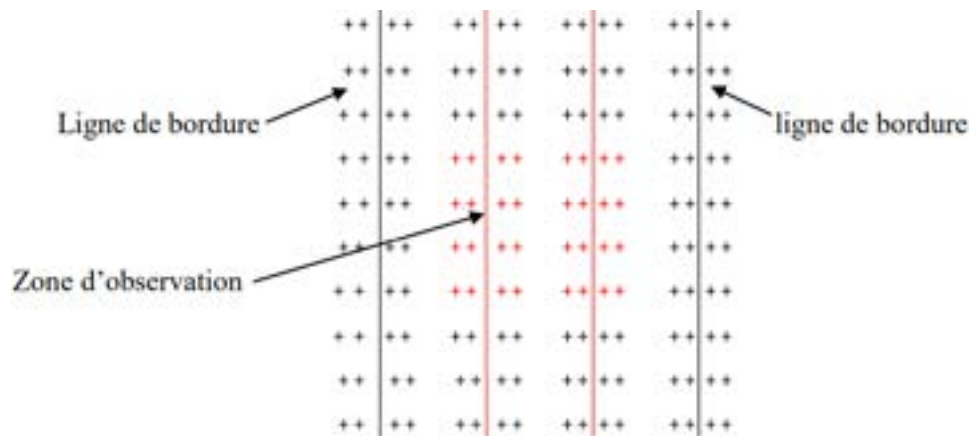


Figure 5: Parcelle élémentaire

III.2.3.2.3. Variables observées

- Paramètres de croissance

- La vigueur : Elle nous renseigne sur l'état végétatif de la plante. Elle est déterminée à l'aide d'un « greenseeker », appareil qui détecte et traduit en chiffre la teneur en chlorophylle des feuilles (activité photosynthétique), sa valeur est comprise entre 0 et 1.
- Le nombre de feuilles : Il a été obtenu par le comptage des feuilles par plant.
- La longueur des feuilles : Elle a été déterminée par une mesure de la longueur des plus hautes feuilles à l'aide d'un ruban gradué.



Photo 3: Illustration sur la détermination de la longueur des feuilles

• L'encombrement : Elle représente l'espace couvert par les feuilles d'une plante. Elle a été obtenue en mesurant la distance en centimètre entre les deux feuilles les plus extrêmes de part et d'autre de la plante à l'aide d'un ruban gradué.

- **Paramètres du rendement**

• Le poids moyen des bulbes : Il a été déterminé par un pesage individuel des bulbes à la récolte à l'aide d'une balance électronique de précision. La variable a été déterminée en faisant la moyenne des observations individuelles pour chaque traitement ;

• Le rendement agronomique : Il est calculé sur la base du rapport entre la production brute pour chaque traitement et la superficie de la parcelle élémentaire. La production brute est obtenue par pesage juste après la récolte de chaque parcelle élémentaire ;

• Le rendement commercial : C'est la part commercialisable du rendement agronomique. Il est obtenu en enlevant de la production brute, la production non commercialisable (bulbes décolorés, bulbes pourris et bulbes de petits calibres) ; ensuite la valeur obtenue est rapportée par unité de surface en fonction des traitements ;

• La teneur en matière sèche : Un échantillon de bulbe a été séché à 100°C à l'étuve pendant 48h. Le poids sec a été déterminé par une balance électronique (PCE-BS300). La formule suivante a été utilisée pour déterminer la teneur en matière sèche :

$$\text{Teneur en matière sèche} = \frac{\text{matière sèche}}{\text{matière fraîche}} * 100$$



Photo 4: Bulbes d'oignon avant séchage



Photo 5: Bulbes d'oignon après séchage à l'étuve



Photo 6: Détermination de la matière sèche

- Le calibre des bulbes : Les diamètres équatorial et polaire ont été déterminés à l'aide d'un pied à coulisse électronique.



Photo 7 : Mesure du diamètre équatorial d'un bulbe d'ognon

- Le taux de séchage des bulbes : Ce paramètre a été étudié en conservant un échantillon de quinze bulbes sur la pailleasse pour chaque variété et sur lesquels nous faisons des prises de poids hebdomadaires pendant deux mois afin de voir l'évolution de l'eau contenu dans les bulbes dans le temps. Ces prises de poids ont été effectuées à l'aide d'une balance électronique de précision. La formule suivante a été utilisée pour déterminer le taux de perte de poids :

$$\text{Taux de séchage} = \frac{\text{poids initial} - \text{poids final}}{\text{poids initial}} * 100$$



Photo 8: Bulbes d'ognons conservés sur la pailleasse



Photo 9: Prise de poids des bulbes d'ognons

Planche 2: Détermination des pertes de poids des bulbes d'ognons

- Taux de perte en bulbes durant la conservation : Ce paramètre a été étudié en conservant un échantillon de 12 kg de bulbes sur le séchoir pour chaque traitement. Chaque quinzaine nous faisons le tri des bulbes qui n'étaient pas en état de consommation pendant 2 mois afin de voir

l'effet de la fertilisation sur la conservation. Le poids perdu en bulbe pour chaque traitement a été déterminé à l'aide d'une balance. Des pertes de bulbes dues à la moisissure ont été détectées lors de la conservation. Celles-ci s'identifient par une décoloration noire à la hauteur des collets des oignons et parfois sur les tuniques externes.



Photo 10: Conservation de l'oignon sur le séchoir

Analyses statistiques

Les données collectées dans cette étude ont été saisies dans le tableur Excel version 2013. Par ailleurs, des analyses de la variance (ANOVA) et une comparaison des moyennes ont été effectuées avec le logiciel Gent stat Release édition II.1. La séparation des moyennes a été faite avec le test de Tukey lorsque l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%.

III.3. Résultats obtenus

III.3.1. Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement

III.3.1.1. Nombre de feuilles

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements lors du 30^e et 45^e JAR. La comparaison des moyennes montre que les traitements à fertilisation (organique et minérale) comprennent un nombre de feuilles similaires. Seul le traitement T1 enregistre des valeurs significativement ($p=0,008$ et $p<0,001$ respectivement) plus élevées (6,861 et 10,14) que T0 (sans fertilisant). Aucune différence significative n'a été décelée entre les traitements au 60^e JAR.

Tableau 5 : Evolution du nombre de feuilles des plantes pendant les 30^e, 45^e et 60^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Nombre de feuille		
	30 JAR	45 JAR	60 JAR
T0	5,972±0,185b	8,194±0,287b	8,917±0,237a
T1	6,861±0,170a	10,14±0,370a	9,583±0,370a
T2	6,417±0,171ab	9,222±0,249ab	9,417±0,296a
T3	6,556±0,201ab	8,639±0,262b	8,75±0,296a
T4	6,278±0,141ab	8,917±0,240b	8,556±0,339a
T5	6,194±0,182ab	9,194±0,258ab	9,111±0,275a
moyenne± écart-type (n=3)	6,380±0,1722	9,05±0,279	9,06±0,302
Coefficient de variation (%)	16,2	18,5	20,0
Probabilité de signification du test			
T	0,008	<0,001	0,137

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.1.2. Longueur des feuilles

Pour la longueur des feuilles illustrée par le tableau 6, l'analyse de la variance n'a montré un effet hautement significatif ($p < 0,001$) qu'entre le traitement T0 et les autres traitements lors des trois périodes de prise de données. La comparaison des moyennes a permis de les classer en 2 groupes homogènes : a pour les traitements à fertilisation organique et minérale (T1, T2, T3, T4 et T5) et b (T0). Le traitement témoin absolu T0 a obtenu les plus faibles longueurs (33,5 cm, 45,63 cm et 51,08 cm) aux différents temps d'observation.

Tableau 6 : Evolution de la longueur des plantes pendant les 30^e, 45^e et 60^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Longueur		
	30 JAR	45 JAR	60 JAR
T0	33,5±1,041b	45,63±1,582b	51,08±1,531b
T1	42,56±1,077a	59,96±0,999a	61,04±0,965a
T2	40,22±0,867a	58,44±1,112a	57,59±1,378a
T3	38,94±0,730a	56,79±0,906a	60,09±1,294a
T4	39,19±0,928a	55,98±1,087a	59,18±1,218a
T5	39,94±0,969a	59,48±0,996a	57±1,482a
moyenne± écart-type (n=3)	39,06 ±0,917	56,05±1,080	57,66±1,308
Coefficient de variation (%)	14,1	11,6	13,6
Probabilité de signification du test			
T	<,001	<,001	<,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.1.3. Encombrement

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements lors des 30^e, 45^e et 60^e JAR. La comparaison des moyennes au 30^e JAR a classé les traitements en trois groupes, celui constitué par le traitement témoin absolue T0 qui est la moins encombrante (9,906 cm), les traitements T2, T3, T4 et T5 constituent le groupe intermédiaire et le traitement T1 est le plus encombrante (15,72 cm). La comparaison des moyennes au 45^e JAR classe le traitement témoin absolue T0 comme la moins encombrante (14,67 cm), suivent les traitements T1, T2, T3, T4 et enfin le traitement T5 qui est la plus encombrante (18,78 cm). La comparaison des moyennes au 60^e JAR a classé les traitements dans deux groupes, celui constitué par le traitement témoin absolue T0 qui est la moins encombrante (14,14 cm) et l'autre composé par les autres traitements (T1, T2, T3, T4, T5).

Tableau 7 : Evolution de l'encombrement des plantes pendant les 30^e, 45^e et 60^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Encombrement		
	30 JAR	45 JAR	60 JAR
T0	9,906±0,468c	14,67±0,665c	14,14±0,493b
T1	15,72±0,766a	18,17±0,631ab	17,58±0,411a
T2	13,37±0,617ab	16,44±0,547abc	18,36±0,595a
T3	12,89±0,474b	15,83±0,751bc	15,83±0,751a
T4	13,61±0,662ab	15,75±0,576bc	15,75±0,576a
T5	13,42±0,441ab	18,78±0,760a	18,78±0,760a
moyenne± écart-type (n=3)	13,15 ±0,580	16,61 ± 0,652	17,09 ±0,493
Coefficient de variation (%)	26,5	23,6	17,3
Probabilité de signification du test			
T	<,001	<,001	<,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.1.4. Vigueur

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements lors du 30^e JAR. La comparaison des moyennes au 30^e JAR a classé les traitements dans trois groupes, celui constitué par le traitement témoin absolue T0 avec la plus faible vigueur 0,259, le second occupé par les traitements T5, T4, T2, T3 et enfin le traitement T1 qui est la plus vigoureuse (0,369).

Tableau 8 : Evolution de la vigueur des plantes pendant le 30^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Vigueur 30 JAR
T0	0,259±0,00750d
T1	0,369±0,0105a
T2	0,312±0,00921bc
T3	0,284±0,00850cd
T4	0,315±0,00787bc
T5	0,336±0,00970ab
moyenne± écart-type (n=3)	0,3125±0,00885
Coefficient de variation (%)	17,0
Probabilité de signification du test T	<,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.2. Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement

III.3.2.1. Poids moyen des bulbes

Pour le poids moyen des bulbes illustré par la figure 6, l'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements. Malgré, l'absence d'effet significatif entre les traitements, les plus importants poids (108,4 g et 107,8 g) ont été enregistrés respectivement chez les traitements T1 et T5. Le plus faible poids a été noté chez le traitement T0 (102,7 g).

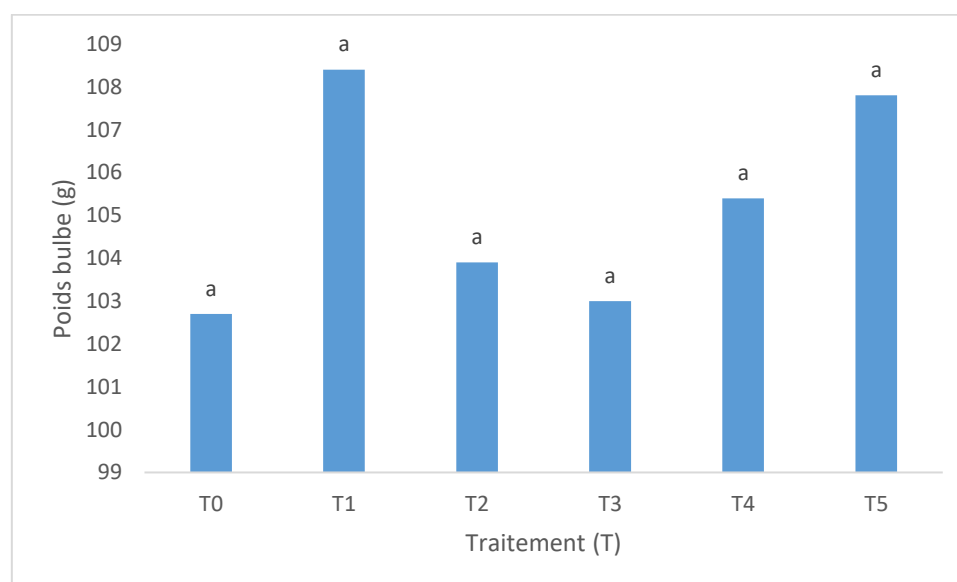


Figure 6: Poids moyen des bulbes en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.2.2. Le Calibre des bulbes

Pour le calibre des bulbes illustré par la figure 7, les plus longues bulbes (48,34 mm et 47,69 mm) ont été enregistrés respectivement chez les traitements T5 et T1. Les bulbes les plus larges (65,73 mm, 65,03 et 65,1 mm) ont été enregistrés respectivement chez les traitements T3, T1 et T5. Le traitement T0 (témoin absolue sans fertilisation) enregistre les plus petits calibres. Cependant, l'analyse de la variance ne révèle pas de différence significative entre les traitements.

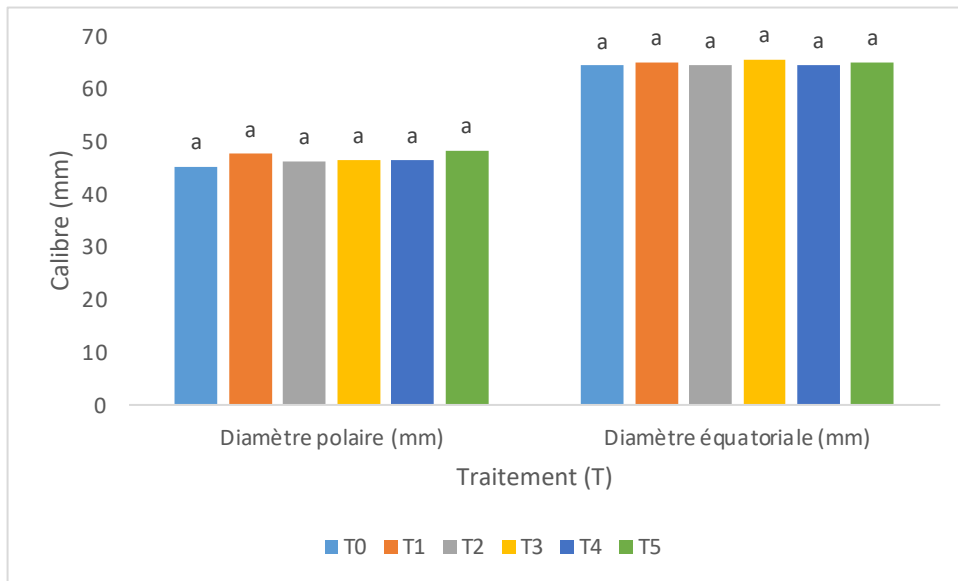


Figure 7: Calibre des bulbes en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.2.3. Teneur en matière sèche des bulbes

Pour la teneur en matière sèche des bulbes illustré par la figure 8, le traitement T2 (compost seul) a obtenu le plus important teneur en matière sèche (15,95 %) suivie par le traitement traitements T1 (12,46 %). Les plus faibles teneurs ont été notée chez les traitements T0 (11,31 %) et T4 (11,22 %). Cependant, l'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements.

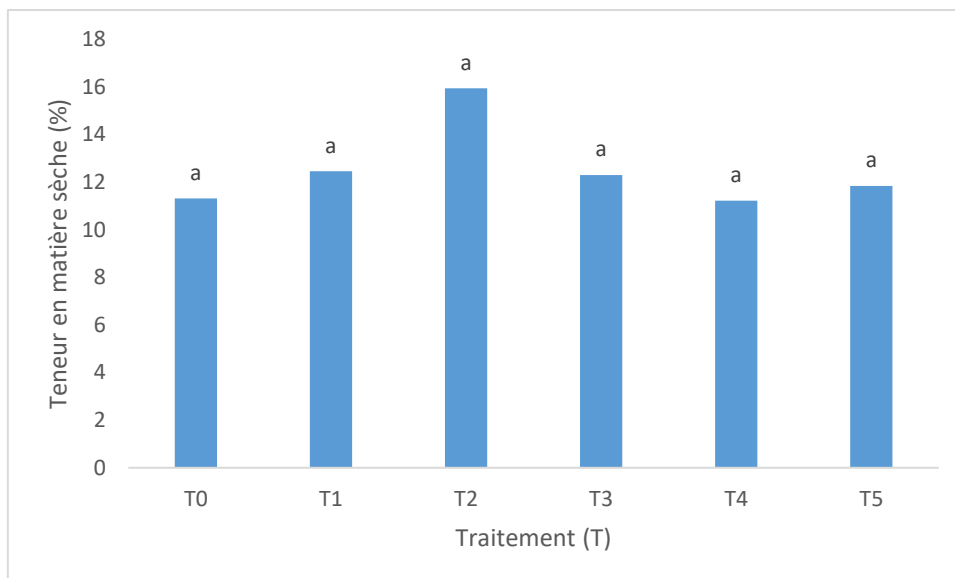


Figure 8: Teneur en matière sèche des bulbes en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.2.4. Rendement brut

Pour le rendement brut illustré par la figure 9, le traitement T1 enregistre le plus haut rendement (39,53 t/ha) suivie par le traitement T5 (36,73 t/ha). Le plus faible rendement a été noté chez le traitement T0 (25,26 t/ha). Cependant, l'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements.

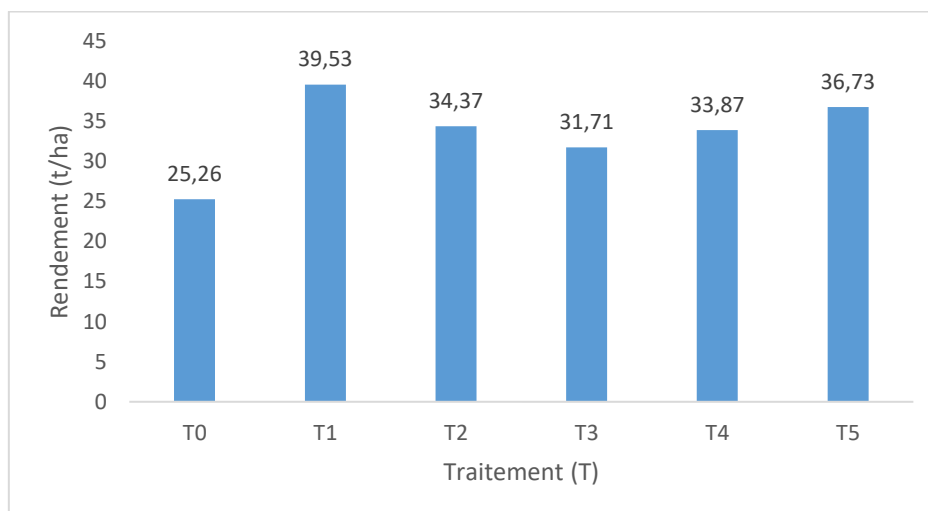


Figure 9 : Rendement de l'oignon en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.2.5. Rendement économique

Pour le rendement économique illustré par la figure 10, le traitement T1 a obtenu un rendement économique (33,96 t/ha) suivie par le traitement T5 (29,93 t/ha). Le plus faible rendement a été noté chez le traitement T0 (20,77 t/ha). Les traitements T2, T4 et T3 ont obtenu un rendement économique intermédiaire compris entre 25,57t/ha et 29,58 t/ha. Cependant, l'analyse statistique ne révèle pas de différence significative entre les traitements.

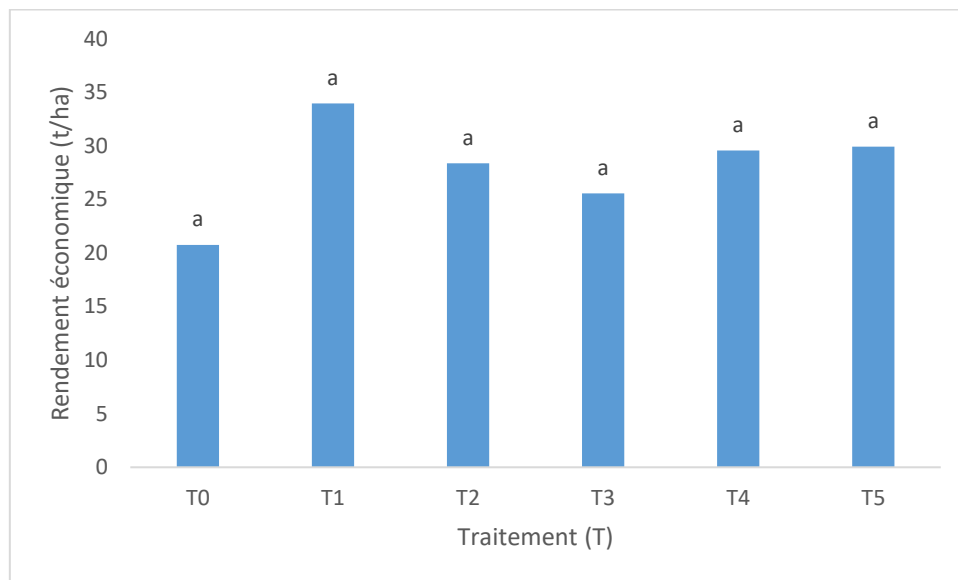


Figure 10 : Rendement commercial de l'oignon en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.3. Influence de la fertilisation sur la conservation de l'oignon

III.3.3.1. Taux de perte de poids des bulbes en 2 mois

La figure 11 montre le taux de pertes de poids des bulbes en fonction des traitements après deux (2) mois de conservation. Le taux de perte de poids le plus élevé est obtenu chez le traitement témoin absolu (T0) avec une moyenne de 11,48% suivi des traitements T4 et T3 avec une moyenne respective de 10,66% et 9,22%. Les traitements T2 (compost seul) et T5 (compost + dose minimal engrais minéral) donnent les taux de perte de poids les plus faibles 4,91% et 5,56%. Cependant, l'analyse de la variance ne révèle aucune différence significative entre les traitements.

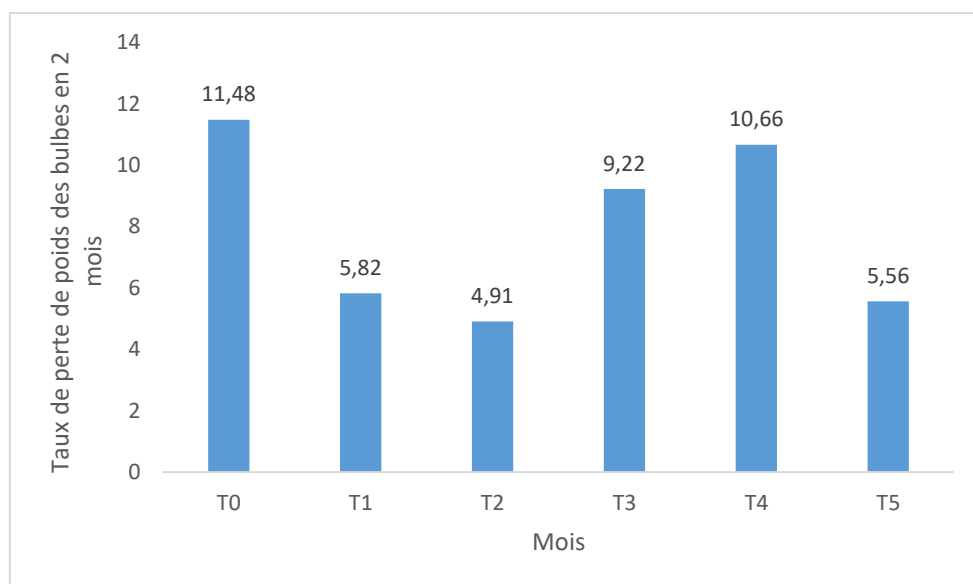


Figure 11 : Taux de perte de poids des bulbes d'oignons en 2 mois de conservation suivant les traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.3.3.2. Taux de perte en bulbes sur 2 mois

La figure 12 montre le taux de perte en bulbes suivant les traitements après deux (2) mois de conservation. le taux de perte en bulbes le plus élevé est obtenue chez le traitement témoin absolue sans fertilisant (T0) avec une moyenne de 34,31% suivi des traitements à fertilisation minérale T4, T5, T3 et T1 avec une moyenne respective de 26,81%, 25,42%, 24,44% et 24,03% . Le traitement T2 (compost seul) donne le taux de perte en bulbes le plus faible 23,33%. Cependant, l'analyse de la variance n'a montré aucune différence significative entre les traitements.

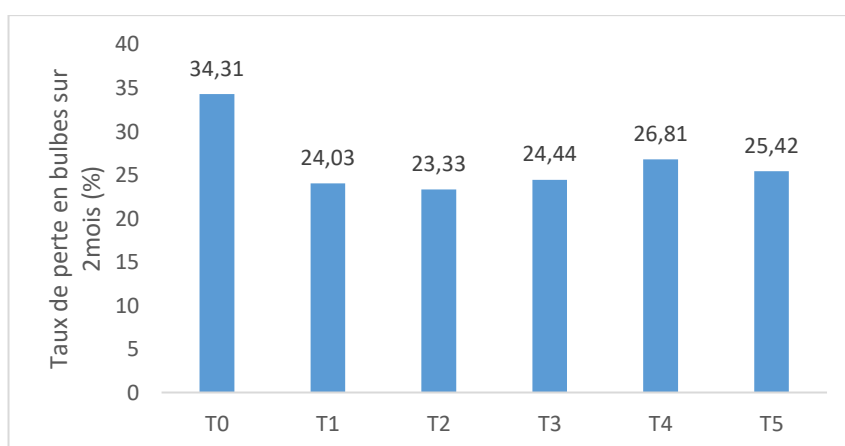


Figure 12 : Taux de perte en bulbes d'oignon sur 2 mois de conservation suivant les traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

III.4.INTERPRETATION DES RESULTATS

III.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et le rendement

Malgré l'absence de différence significative sur les paramètres de croissance et de développement entre l'amendement organique et celle minérale au 60 premiers jours, on constate que la fumure minérale a plus rapidement montré son potentiel. Cela peut être expliqué par le fait que l'engrais minéral dispose d'éléments minéraux directement assimilable par la plante alors que le compost a un processus de minéralisation plus lente.. Cependant, il faut noter que les traitements à fertilisation minérale et fertilisation mixte (organique et minérale) ont des comportements similaires pour cette deuxième campagne. Cela est d'autant plus remarquable que les traitements à fertilisation mixte organique+ 50%NPK et 25%NPK enregistrent les mêmes tendances que le traitement à 100% fertilisation minérale. En comparaison à la campagne précédente où l'application de 100% d'engrais minéral associé ou non au compost avait permis d'avoir une meilleure croissance et un meilleur rendement, l'apport de dose réduite d'engrais minéral (25%, 50%) en deuxième année a entraîné les mêmes effets qu'une fertilisation organo-minérale à 100%. Il faut signaler qu'entre les deux campagnes, une culture d'arachide sans apport d'intrant durant l'hivernage avait été réalisée comme plante nettooyante et afin de réduire l'effet cumulatif de l'apport organique. Les résultats obtenus suggèrent donc un temps plus long pour observer l'efficacité de l'apport organique couplée à une dose réduite d'engrais minéral.

Les résultats similaires obtenus sur l'ensemble des composantes de rendements ont conduit à des rendements similaires pour tous les traitements. Ceci pourrait s'expliquer par l'effet cumulatif du compost et de l'engrais minéral et aux bonnes performances uniformes du compost enrichi sur l'ensemble des composantes de rendement. Le traitement T5 a obtenu un meilleur rendement cette année ce qui pourrait être due à la durée de dégradation du compost mais aussi à son rôle sur l'amélioration des propriétés physiques du sol. Nos résultats sont en phase avec ceux de **Diallo et al., 2018** qui stipule que cela s'expliquerait par le fait que vraisemblablement la décomposition de ces matières au cours du temps, et même après une culture, ont permis de compenser les éléments minéraux par la culture précédente et même d'augmenter l'offre en éléments nutritifs pour la culture suivante. Cela montre aussi, que même un an après l'apport, la valeur fertilisante de ces matières sont encore importantes.

III.4.2.Effet de la fertilisation sur la conservation des bulbes d'ognon

Après deux (2) mois de conservation, les pertes les plus importantes ont été observées chez le traitement sans fertilisant et les pertes les moins importantes chez le traitement à compost seul. Lors de la campagne précédente, le taux de pourriture était plus important au niveau des bulbes fertilisés avec l'engrais chimique 100% et 50% comparativement au compost seul ou combiné

à 25% minéral qui enregistraient moins de pertes. Ces résultats sont en phase avec ceux de **Claudine et al., (2013)** qui stipule que la conservation des bulbes d'oignon peut se trouver affectée par les excès d'azote du fait d'entrée en germination plus précoce, d'une augmentation des pourritures en conservation et d'une baisse de fermeté des bulbes. Selon **Dagna (2006)** les oignons produits en condition de forte nutrition azotée perdent leur aptitude à la conservation et commencent à se noircir dès que les températures s'élèvent lors du transport. Les résultats obtenus avec le compost seul peuvent aussi être expliqués par sa capacité de rétention et par la présence des éléments fertilisants comme le calcium et le magnésium. En effet selon **Yara (2020)**, le calcium permet le maintien de la structure cellulaire et la rigidité des tissus. Ce qui agit favorablement sur la fermeté des fruits et permet une meilleure conservation.

III.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette présente étude en station sur l'adaptabilité et les performances agronomiques de différents plans de fertilisation sur la productivité et la qualité de l'oignon pour une deuxième campagne révèle comme point fort qu'avec des doses réduites (50% et 25%) d'engrais minéral associé à du compost nous avons obtenu un rendement proche à celui de de la fertilisation minérale recommandée (100% d'engrais minéral). Après 2 mois de conservation le traitement à base de compost seul a obtenu la meilleure aptitude à la conservation et ceux comprenant de l'engrais minéral (seul ou en combinaison avec le compost) ont été moyennement apte à la conservation. La fertilisation organique (compost) est mieux apte pour une production destinée à la conservation, cela confirme les résultats de la campagne précédente. Cependant T5 (compost associé à 25% d'engrais minéral) s'est montré plus performante cette année comparée à celle d'avant.

En perspectives il serait pertinent de :

- voir le temps qu'il faudra avec la fertilisation organo-minérale (T5) pour avoir de meilleurs rendement ;
- Tester les meilleurs plans de fertilisation dans les conditions agropédoclimatiques des autres périmètres du PAPSEN ;
- Suivre l'évolution des caractéristiques physico-chimique du sol pour mieux appréhender l'effet des différents traitements.

**IV EVALUATION DE L'ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES
AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION
SUR LA PRODUCTIVITE DE LA TOMATE (SOLANUM
LYCOPERSICUM) DANS LES CONDITIONS
AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY.**

IV.1. INTRODUCTION

L'agriculture en générale et l'horticulture en particulier dispose d'un important potentiel pour contribuer significativement à l'augmentation des revenus des ménages et à la réduction de l'insécurité alimentaire au Sénégal. L'horticulture est pratiquée dans la zone agro-écologique des Niayes qui s'étend de Dakar à Saint Louis. Selon la Direction de l'horticulture, 60 % de la production horticole nationale provient de cette zone. Au plan national, la production horticole est passée de 1 320 399 t pour la campagne 2016/2017 à 1 446 360 t en 2017/2018, soit une augmentation de 10 % (Direction de l'Analyse de la Prévision et des Statistiques Agricoles (DAPSA), 2020). En vue de ces fortes potentialités ce secteur est de plus en plus prisé et son expansion s'étend dans l'ensemble du territoire national avec la culture de plusieurs gammes de produits notamment la tomate. La tomate est l'un des légumes les plus consommés au Sénégal. Cependant, sa production est aujourd'hui confrontée à des contraintes majeures dont la réduction considérable des terres cultivables résultant de l'urbanisation croissante, la dégradation des sols marquée par une perte de fertilité et l'utilisation massive des engrais chimiques. Cette dernière a pour conséquence désastreuse, la pollution des nappes par les nitrates principalement, mais surtout la baisse considérable de la fertilité des terres. Cela étant, l'objectif est désormais d'orienter les systèmes agricoles vers des systèmes beaucoup plus performants qui répondent à la fois aux enjeux d'une agriculture durable et aux enjeux de la sécurité alimentaire mais aussi accroître les revenus des populations. Dès lors la recherche s'oriente vers la validation de plans de fertilisations adaptés pour la tomate dans les conditions agroécologiques du Bassin arachidier. Pour atteindre cet objectif, la démarche envisagée repose sur l'expérimentation d'une fertilisation raisonnée associant du compost et de l'engrais minéral.

Après une première expérimentation effectuée (Novembre 2021-Mai 2021) avec différentes doses de fertilisations sur la tomate, cet essai de confirmation a suivi pour vérifier la véracité et la répétabilité des résultats obtenus en première année d'évaluation.

IV.2. Matériel et méthodes

IV.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué d'une (01) variété de tomate. La variété MONGAL

IV.2.2. Fertilisant

- L'engrais minéral utilisé était le NPK (10-10-20).
- Le compost constituait la fumure organique. Il a été produit dans la station de Sangalkam. Le compostage a été effectué dans une dalle cimentée, avec des matières végétales et animales. Le processus de fabrication du compost consiste à poser sur une partie de la dalle, une couche (20 cm de hauteur), de paille de brousse séchée, suivi de l'épandage respectivement

d'une couche de fumier d'ovins, d'herbe verte et fiente de volaille. Ce processus est répété jusqu'à une hauteur de 1,20m. Le dispositif a été arrosé chaque trois (3) jour. Chaque quinze (15) jour le dispositif est retourné sur la deuxième partie de la dalle (soit non encore utilisée), pour maintenir l'humidité et l'aération qui sont des facteurs indispensables pour la décomposition de la matière organique. Après 45 jours, le produit obtenu est séché à l'abri du soleil pendant une (1) semaine, passé au tamis de 2mm et enrichi avec 5% de phosphate naturel et 5% de cendre pour respectivement augmenter ses teneurs en phosphore et en potassium.

IV.2.3.Méthodes

Le dispositif expérimental est un bloc complet randomisé ou bloc de Fisher avec 06 traitements (T0, T1, T2, T3, T4 et T5) et 4 répétitions (Figure 13). Le principe consiste à affecter les traitements aux parcelles élémentaires de 8 m² (4m*2 m) suivant une distribution au hasard bloc par bloc. Les blocs sont disposés dans le sens de la longueur des gaines de goutte à goutte. Les blocs sont distants de 1m et l'espace entre parcelles élémentaires d'un même bloc est aussi de 1m. L'unité expérimentale est une parcelle de 4 m de longueur sur 2 m de largeur, comportant 4 lignes de goutte à goutte distantes de 50cm. Chaque parcelle élémentaire contient alors 40 plants de tomate en raison de 10 plants par ligne avec un écartement de 50cm sur la ligne. La superficie totale du champ expérimental est de 551m².

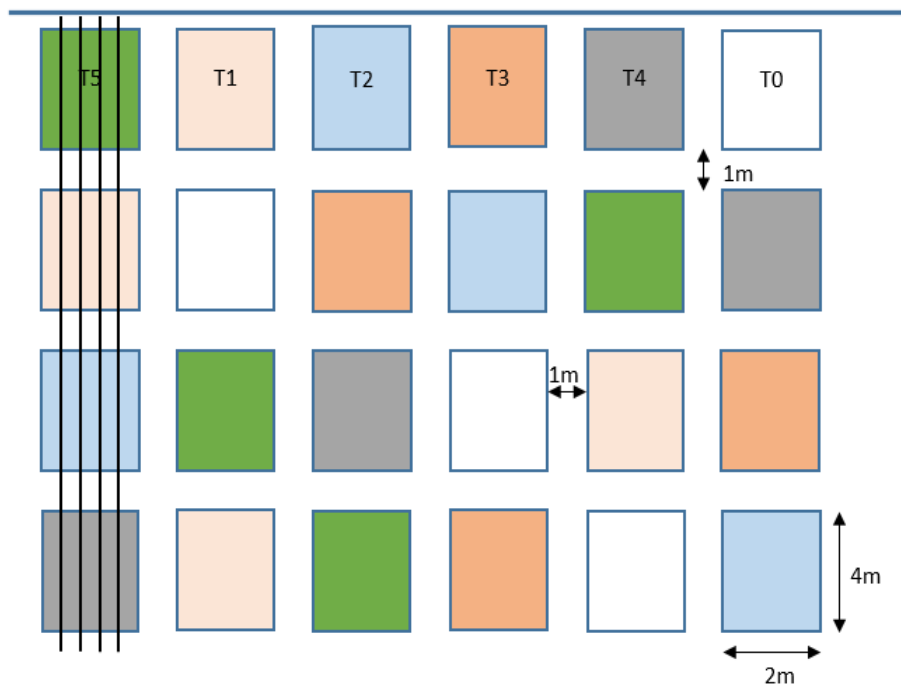


Figure 13: Dispositif expérimental de la tomate

IV.2.3.1. Conduite de l'essai

IV.2.3.1.2.Mise en place de la Pépinière

Elle a été mise en place le 04 Janvier 2022 dans des plaques alvéolées de 77 trous contenant du terreau conditionné utilisé comme substrat. Le semis a été effectué en raison de 3 graines par trou. Des plaques alvéolées ont été semées puis placées sous serre et arrosées au quotidien avec un arrosoir.



Photo 11 : Semis de la tomate



Photo 12: Pépinière de tomate

Planche 3: Semis et pépinière de tomate

IV.2.3.1.3.Préparation du terrain

Le 03 Février 2022 le nettoyage de la parcelle et la pré-irrigation ont été effectués, suivi d'un labour à une profondeur de 30cm par un tracteur. Ensuite le nivellement de la parcelle et l'étalage des gaines de goutte à goutte ont été réalisés et enfin le dispositif correspondant a été installé conformément au plan de masse. Des poquets ont été réalisés par la suite dans chaque parcelle élémentaire tout en respectant les écartements recommandés.



Photo 13: Labour du sol



Photo 14:Préparation des parcelles

Planche 4: Préparation du terrain

IV.2.3.1.4.Repiquage

Au bout de 34 JAS, le 07 février 2022 le repiquage des jeunes plants a été effectué. Dans chaque parcelle 40 plants ont été repiqués soit un total de 720 jeunes plants de tomate pour le champ expérimental.

IV.2.3.1.4.Irrigation

L'irrigation a été faite par goutte à goutte avec un débit goutteur de 1,6l/heure. Les apports d'eau ont été faits suivant les besoins estimatifs en eau du chou dans la zone de Bambey. Toutefois les fréquences et les temps d'arrosage ont tenu compte principalement de la capacité au champ de la parcelle.

IV.2.3.1.5.Entretien de la culture

Un binage accompagné d'un désherbage manuel était effectué tous les 15 jours et après chaque fertilisation.



Photo 15: Binage

IV.2.3.1.6.Fertilisation des cultures

Le facteur étudié dans cette expérimentation a été la fertilisation. Une fumure de fond a été apportée avant le repiquage et la fumure de couverture a été fractionnée en quatre (4) apports suivant les 15 JAR, 30 JAR, 60 JAR et 80 JAR. Les quantités et la nature de la fertilisation apportées au champ sont consignées dans le tableau 9 :

Tableau 9 : Nature et composition des traitements

Traitements	Fumure de fond (t/ha)		Fumure de couverture (t/ha)	
	Dose à l'ha	Nature	Dose à l'ha	Nature
T0 (Témoin sans apport)	Néant			
T1 (recommandation CDH)	20 0,24	Fumier ovin 10-10-20	0,96	10-10-20
T2 (Dose compost)	20 2,857	Compost	11,43	Compost
T3 (Dose compost + 100 %dose engrais minéral)	20 0,24	Fumier ovin 10-10-20	11, 43 0,96	Compost 10-10-20
T4 (Dose compost + 50% Dose engrais minéral)	20 0,12	Fumier ovin 10-10-20	11,43 0,48	Compost 10-10-20
T5 ((Dose compost +25% Dose engrais minéral)	20 0,06	Fumier ovin 10-10-20	11,43 0,24	Compost 10-10-20



Photo 16: Image illustrative de la fertilisation

IV.2.3.1.7. Plan de traitement phytosanitaire préventif

En fonction des maladies et ravageurs qui sont attendues, un plan de traitement phytosanitaire préventif a été prévu. Ce plan consiste à alterner deux insecticides et deux fongicides pour

prévenir les attaques avec des substances actives à large spectre d'action. Le tableau 10 est un récapitulatif des différents produits utilisés avec leur dose et leur période d'application

Tableau 10 : Plan de traitement phytosanitaire préventif

Maladies et ravageurs cibles	Nom commercial du produit	Matière active	Dose d'application du produit	Date d'application
<i>Tuta absoluta et Lyriomisa</i>	ACARIUS	Abamectine 18g/l	0,75 l/ha	10 JAR
Fusariose	AZOX	Azoxystrobine	1l/ha	15 JAR
<i>Bemisia tabaci</i>	Cypermethrine	Cyperméthrine	500 ml/ha	20 JAR
Antrachnose	Oxychlorure de cuivre 50 WP	Oxychlorure de cuivre	300 g/ha	25 JAR
<i>Helicoverpa armigera</i>	LAMPRIDE 46 EC	Lambda-cyhalothrine 30 g/l + Acétamipiride 16 g/l	500ml/ha	30 JAR
Alternariose	SOUMTRA 80 %	Soufre80 % WDG	3000g/ha	35 JAR

IV.2.3.1.8.La récolte

La première récolte a eu lieu le 10 Avril 2022 soit 61 JAR. Un nombre total de 5 récoltes a été effectué. Elle est réalisée à chaque fois que les fruits de tomate sont mûrs (couleur jaune orangé à rouge). La production par unité expérimentale est ainsi déterminée à l'aide d'une balance de précision. A la fin de toutes les récoltes, le rendement global pour chaque traitement a été déterminé.

IV.2.3.2.Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation

Ces paramètres sont d'ordre agronomique et physiologique. Ils ont été étudiés à travers des variables quantitatives, une partie au champ et une autre au laboratoire.

IV.2.3.2.1.Échantillon d'observation

Dans chaque parcelle élémentaire, un échantillon de 12 plantes a été choisi. En effet, dans chaque unité expérimentale, les 2 lignes centrales ont été choisies comme zone d'observation et les 2 lignes extrêmes comme zone de bordure. Au niveau des lignes centrales les pieds extrêmes aussi été considérés comme pieds de bordure.

IV.2.3.2.2.Période d'observation

Les paramètres de croissance et développement ont été évalués les 15^e, 30^e et 45^e JAR et les autres aux moments convenables.

IV.2.3.2.3.Variables observées :

- **La vigueur** : Elle nous renseigne sur l'état végétatif de la plante. Elle est déterminée à l'aide d'un « greenseeker », appareil qui détecte et traduit en chiffre la teneur en chlorophylle des feuilles (activité photosynthétique), sa valeur est comprise entre 0 et 1 ;
- **L'encombrement** : Elle représente l'espace couvert par les feuilles d'une plante. Elle a été obtenue en mesurant la distance en centimètre entre les deux feuilles les plus extrêmes de part et d'autre de la plante à l'aide d'un ruban gradué ;
- **La longueur des plants** : La longueur d'une plante représente la distance qui sépare son collet de son bourgeon terminal. Elle a été prise avec un ruban gradué ;
- **Le nombre de feuille** : Cette variable est obtenue par le comptage du nombre de feuilles des plants ;
- **Date à 50% de floraison** : Elle a été déterminée en comptant le nombre de JAR correspondant à la date laquelle 50 % des plantes ont fleuri pour chaque parcelle élémentaire ;
- **Le poids des fruits** : Il a été déterminé par un pesage individuel des bulbes à la récolte à l'aide d'une balance électronique. La variable a été déterminée en faisant la moyenne des observations individuelles pour chaque traitement ;



Photo 17: Pesage des fruits

- **Le calibre des fruits** : Les diamètres équatorial et polaire ont été déterminés à l'aide d'un pied à coulisse électronique ;
- **La teneur en matière sèche** : Un échantillon de bulbe a été séché à 100°C à l'étuve pendant 48h. Le poids sec a été déterminés par une balance électronique (PCE-BS300). La formule suivante a été utilisée pour déterminer la teneur en matière sèche :

$$\text{Teneur en matière sèche} = \frac{\text{matière sèche}}{\text{matière fraîche}} * 100$$



- **Le rendement agronomique** : Il est calculé sur la base du rapport entre la somme de la production brute pour chaque traitement et la superficie de la parcelle élémentaire. La production brute est obtenue par pesage juste après la récolte de chaque parcelle élémentaire.

Analyse statistique

Les données collectées dans cette étude ont été saisies dans le tableur Excel version 2013. Par ailleurs, des analyses de la variance (ANOVA) et une comparaison des moyennes ont été effectuées avec le logiciel Gent stat Release édition II.1. La séparation des moyennes a été faite avec le test de Tukey lorsque l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%.

IV.3. Principaux résultats obtenus

IV.3.1. Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement

IV.3.1.1. Vigueur

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < 0,001$ entre les traitements au 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAR. La comparaison des moyennes au 15^{ème} et 45^{ème} JAR a classé tous les traitements dans le même groupe sauf le traitement T0 avec une vigueur moyenne de 0,31 au 15^{ème} JAR et de 0,57 au 45^{ème} JAR contre une vigueur moyenne de 0,37 au 15^{ème} JAR et de 0,67 JAR pour les autres traitements (T1, T2, T3, T4 et T5).

La comparaison des moyennes au 30^{ème} JAR, a classé les traitements en deux groupes avec les traitements T0 et T4 enregistrant les vigueurs les plus faibles ($p < 0,001$). Les traitements T1, T2, T3 et T5 ont des valeurs similaires.

Tableau 11 : Evolution de la vigueur pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Vigueur		
	15 JAR	30 JAR	45 JAR
T0	0,314±0,009b	0,287±0,014c	0,565±0,013b
T1	0,379±0,009a	0,329±0,011ab	0,665±0,008a
T2	0,396±0,012a	0,318±0,014ab	0,688±0,007a
T3	0,386±0,011a	0,364± 0,014a	0,693±0,008a
T4	0,396±0,0101a	0,312±0,014c	0,688±0,007a
T5	0,386±0,011a	0,324±0,010ab	0,676±0,006a
moyenne± écart-type (n=3)	0,3761±0,011	0,3222±0,012	0,6625±0,008
Coefficient de variation (%)	19,4	25,7	8,9
Probabilité	<,001	<,001	<,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.1.2. Hauteur

L'analyse de la variance a montré une différence significative ($p < 0,001$) entre les traitements lors des trois périodes de prise de données. La comparaison des moyennes au 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAR a classé les traitements dans deux groupes, celui constitué par le traitement témoin

absolue T0 (avec 14,26 cm ; 27,92 cm et 58,83 cm respectivement au 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAR) et l'autre constitué par tous les autres traitements avec une longueur moyenne de 16cm, 36 cm et 68 cm respectivement lors des 15^{ème}, 30^{ème} et 45^{ème} JAR. Ces résultats corroborent ceux de la campagne précédente, le traitement T0 est toujours resté le plus court. Cependant les longueurs enregistrées lors de cette campagne sont plus élevées que celles de la campagne précédente pour le 30^{ème} et 45^{ème} JAR.

Tableau 12 : Evolution de la longueur des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Longueur		
	15 JAR	30 JAR	45 JAR
T0	14,26±0,357b	27,92±0,870b	58,83±1,719b
T1	16,57±0,442a	37,88±0,932a	69,38±1,146a
T2	16,85±0,543a	36,75±1,055a	68±1,283a
T3	16,12±0,521a	36±0,956a	68,27±1,080a
T4	17,25±0,452a	37,71±0,900a	68,65±1,073a
T5	16,94±0,437a	36,85±0,977a	68,71±0,994a
Moyenne± écart-type (n=3)	16,33±0,457	35,52±0,940	66,97±1,242
Coefficient de variation (%)	19,4	18,3	12,8
Probabilité de signification du test			
T	<0,001	<0,001	<0,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.1.3. Encombrement

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < 0,001$ entre les traitements lors des périodes de prise de données. La comparaison des moyennes au 15^{ème} et 45^{ème} JAR a classé les traitements dans deux groupes, celui constitué par le traitement témoin absolue T0 (avec 14,49 cm et 47,04 cm respectivement au 15^{ème} et 45^{ème} JAR) et l'autre constitué par tous les autres traitements avec un encombrement moyen de 17cm et 66 cm respectivement lors des 15^{ème} et 45^{ème} JAR. Le traitement témoin absolue T0 reste toujours la moins encombrante ce qui confirme les résultats de la précédente expérimentation. Contrairement à la campagne précédente le traitement T2 a été la plus encombrante à 15 JAR suivi respectivement par T5,

T4, T3 et T1. A 45 JAR la tendance a été la même que l'année dernière avec une dominance de T1 et T2.

Tableau 13 : Evolution de l'encombrement pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Encombrement	
	15 JAR	45 JAR
T0	14,49±0,475b	47,04±2,112b
T1	17,24±0,645a	71,85±1,516a
T2	18,79±0,764a	68,62±1,806a
T3	17,89±0,730a	66,71± 2,204a
T4	18,24±0,575a	65,62±2,211a
T5	18,36±0,729a	67,44±1,287a
moyenne± écart-type (n=3)	17,50±1,791	64,55 ±1,820
Coefficient de variation (%)	25,5	19,5
Probabilité de signification du test		
T	<0,001	<0,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.1.3. Nombre de feuilles

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < 0,001$ entre les traitements lors des 15^{ème} et 30^{ème} JAR. La comparaison des moyennes au 15^{ème} et 30^{ème} JAR a classé les traitements dans deux groupes, celui constitué par le traitement témoin absolue T0 (avec le plus faible feuillage 5,77 et 10,67 respectivement au 15^{ème} et 30^{ème} JAR) et l'autre constitué par les autres traitements avec un nombre de feuille moyen de 6 et 15 respectivement lors des 15^{ème} et 30^{ème} JAR. Nos résultats sont en phase avec ceux de la campagne précédente où T0 avait le plus faible feuillage et T4 et T1 les plus importantes.

Tableau 14 : Evolution du nombre de feuilles pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements

Traitement (T)	Nombre de feuille	
	15 JAR	30 JAR
T0	5,771±0,144b	10,67±0,384b
T1	6,917±0,129a	15,81±0,450a
T2	6,708± 0,168a	16,38±0,521a
T3	6,625±0,185a	14,62±0,447a
T4	7,104±0,127a	15,85±0,495a
T5	6,854±0,140a	15,81±0,554a
moyenne± écart-type (n=3)	6,663 ±0,1481	14,86 ±0,458
Coefficient de variation (%)	15,4	21,4
Probabilité	<0,001	<0,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.2.Influence de la fertilisation sur la physiologie de la tomate

IV.3.2.1.Date à 50% de floraison

L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements. Malgré l'absence de différence significative les parcelles à base de traitements T0, T4 et T5 sont les plus tardives à atteindre leur 50% de floraison (45 JAR). Cependant celle à base de compost seul (T2) a été la plus précoce (43,5 JAR). Nos résultats sont en déphasage avec ceux de la campagne précédente où le traitement T2 faisait partie des plus tardives et cette année elle est la plus précoce.

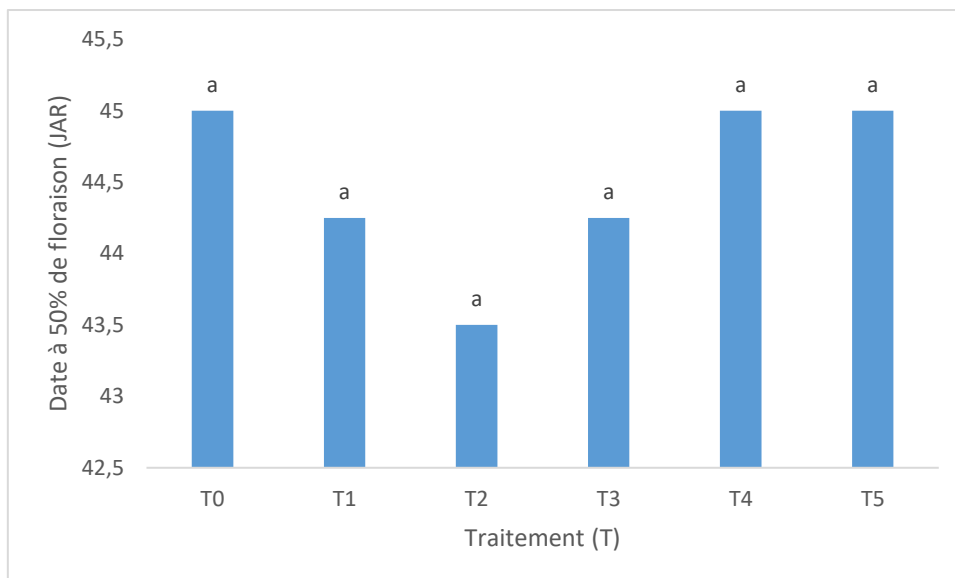


Figure 14 : Date à 50 % de floraison des plants de tomate suivant les traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.3. Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement

IV.3.3.1. Poids des fruits

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < ,001$ entre le traitement T0 et les autres traitements. La comparaison des moyennes a classé les traitements dans deux groupes, le groupe b composé par le traitement témoin absolue T0 (avec le plus faible poids moyen 88,9g) et l'autre constitué par les autres traitements (T1, T2, T3, T4 et T5) avec un poids moyen compris entre 103,8g et 110,5g. Comme la campagne précédente le plus faible poids moyen d'un fruit a été obtenu avec le traitement T0.

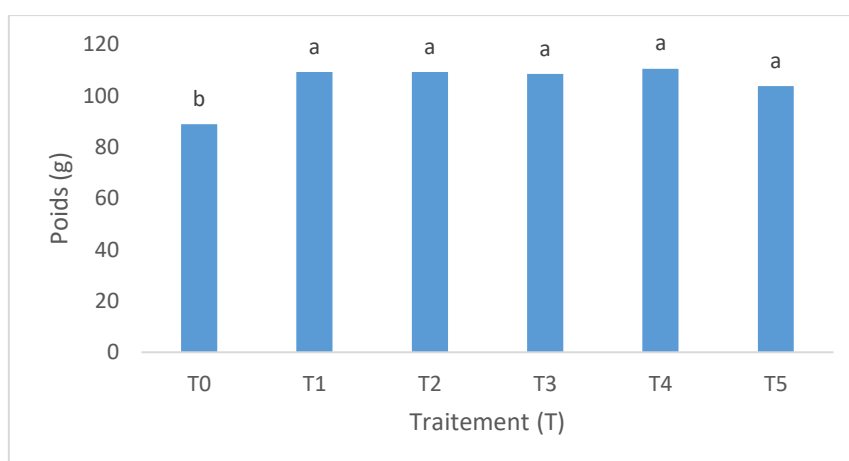


Figure 15: Poids moyen des fruits en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 % avec le test.

IV.3.3.2. Calibre des fruits

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < ,001$ entre le traitement T0 et les autres traitements tant bien pour la longueur des fruits que le diamètre des fruits. La comparaison des moyennes a classé les traitements dans deux groupes. Le groupe b composé par le traitement témoin absolue T0 où la plus faible longueur et diamètre (52,27cm et 55,09cm) a été noté et l'autre constitué par les autres traitements (T1, T2, T3, T4 et T5) avec un diamètre moyen compris entre 59,27cm et 58,23 cm et une longueur moyenne entre 57,07cm et 55,93cm.

Comme la campagne précédente le plus faible calibre d'un fruit a été obtenu avec le traitement T0. Cependant contrairement à l'année dernière le plus large fruit a été enregistré avec le traitement T2 et le plus long avec T4. Pour l'ensemble des traitements les poids obtenus sont supérieurs à ceux de l'année passée.

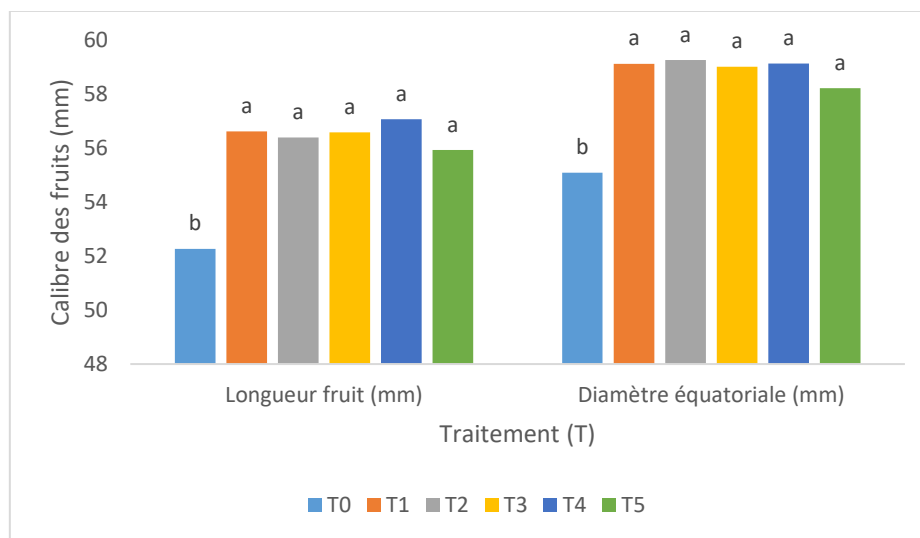


Figure 16: Calibre des fruits en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.3.3. Nombre de fruit par pied

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < ,001$ entre les traitements lors des cinq (5) récoltes. La comparaison des moyennes a classé les traitements dans trois groupes lors de la 1^{ère} récolte. Les traitements T3 et T4 ont obtenu le plus de fruit par pied (1,5), T1, T2 et T5 sont dans le groupe intermédiaire et le plus faible nombre de fruit a été noté chez T0. La comparaison des moyennes a classé les traitements dans deux groupes lors de la 2^{ème} 3^{ème} et 5^{ème} récolte. Le groupe b composé par le traitement témoin absolue T0 où le plus faible nombre de fruit (1, 3 et 5) a été noté et l'autre constitué par les autres traitements (T1, T2, T3, T4 et T5) avec un nombre de fruit compris entre 4, 10 et 7. La comparaison des moyennes a classé

les traitements dans quatre groupes lors de la 4^{ème} récolte. T5 sort du lot avec un nombre fruit moyen égale à 14.

Tableau 15 : Nombre de fruit par pied suivant les traitements et les récoltes

Traitement (T)	Nombre de fruit par pied				
	Récolte 1	Récolte 2	Récolte 3	Récolte 4	Récolte 5
T0	0,35± 0,111c	1,45±0,175b	3,4±0,444b	5,575±0,438d	2,2± 0,360b
T1	1,2±0,209ab	4,575±0,291a	10,38±0,770a	12,78±0,673ab	7,125±0,528a
T2	1,225±0,262ab	5,275±0,439a	9,95±0,575a	11,52±0,543c	6,55±0,45a
T3	1,5±0,224a	4,5±0,379a	10,05±0,737a	10,57±0,646c	7,375±0,539a
T4	1,575±0,270a	4,6±0,308a	11±0,765a	11,1±0,738c	7,7±0,459a
T5	0,925±0,222ab	4,375±0,324a	10±0,639a	14,18±0,618a	7,05± 0,464a
moyenne± écart-type	1,129±0,2180	4,13±0,328	9,13±0,656	10,95±0,619	6,33 ± 0,472
Coefficient de variation (%)	122,1	50,2	45,5	35,7	47,2
Probabilité	0,001	<,001	<,001	<,001	<,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.3.4. Teneur en matière sèche des fruits

Les plus importantes teneurs en matière sèche (5,147% et 5,16%) ont été obtenue avec T0 et T4. La plus faible teneur a été notée chez le traitement T3 (4,75%). L'analyse de la variance n'a pas montré de différence significative entre les traitements pour la teneur en matière sèche.

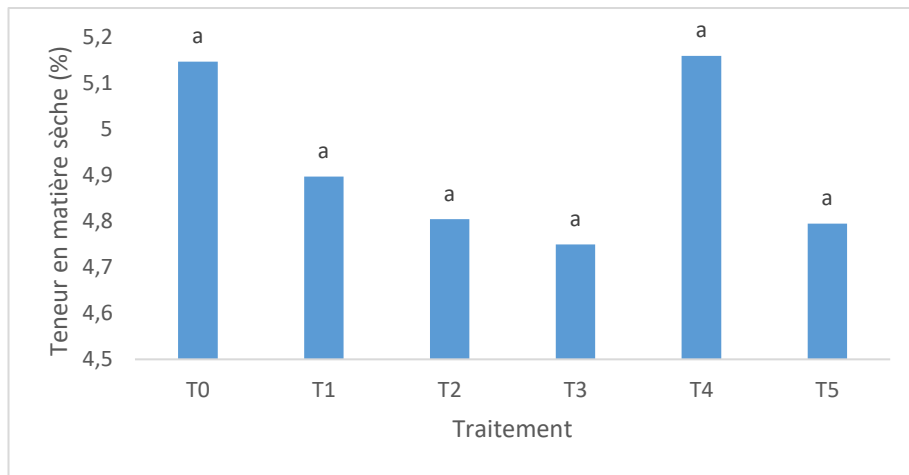


Figure 17: Teneur en matière sèche des fruits de tomate en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

IV.3.3.5. Rendement

L'analyse de la variance a montré une différence significative $p < 0,001$ entre le traitement T0 et les autres traitements. La comparaison des moyennes a classé les traitements dans deux groupes. Le plus important rendement (76,34t/ha) a été enregistré avec le traitement T4 cependant, elle est sans différence significative avec les traitements (T3, T1, T2 et T5 qui le succèdent respectivement). Le traitement témoin absolue T0 a été le moins rentable avec un rendement moyen de 27,66t/ha. Comme la campagne précédente T4 s'est montré plus performante du point de vue rendement. Cependant l'ensemble des traitements ont mieux exprimé leur potentiel cette année et ils ont obtenu des rendements plus élevés. En outre, les traitements T4 et T5 à fumure minérale réduite (50% et 25%) enregistrent des rendements similaires avec 100% de la fumure minérale recommandée seul ou associée au compost (T1 et T3 respectivement). Le traitement T0 et T5 ont confirmés leur sous dominances par rapport aux autres traitements en obtenant toujours les plus faibles rendements.

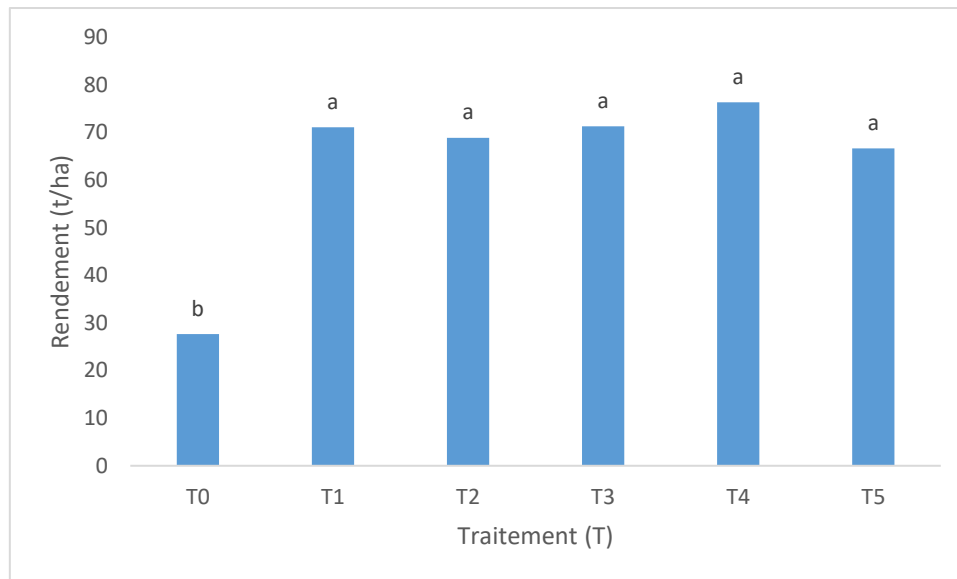


Figure 18: Rendement de la tomate en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 % avec le test LSD.

IV.4.INTERPRETATION DES RESULTATS

IV.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement

L'analyse de l'ensemble des paramètres de croissance et de développement ont montré des résultats faibles pour le traitement T0 (témoin absolu sans fertilisant). Ceci montre que la fertilisation est capitale pour la culture de la tomate. Les traitements T4, T3 et T5 qui sont à base d'engrais organo-minéral et T2 à base organique donnent de bons résultats. Ceci pourrait s'expliquer du fait que la matière organique que contiennent ces traitements permet non seulement d'améliorer la structure du sol d'où une bonne utilisation des éléments nutritifs mais permet également une bonne rétention des éléments chimiques que contiennent l'engrais c'est en ce sens que **Nacro, 2018** soutient que la matière organique constitue une source supplémentaire d'éléments nutritifs et améliore l'efficacité des engrais minéraux, ce qui rend plus disponible les éléments nutritifs pour la croissance des plantes. Selon **Akanza et al 2014** et **Sarwar et al., 2003** la fumure organique améliore l'efficacité de la fumure minérale. En d'autres termes, les apports organo minéraux montrent une fois de plus le rôle primordial de la combinaison des engrais minéraux et organiques qui permet à la plante de mieux bénéficier de l'engrais chimique car permet tout simplement de diminuer le lessivage de ces éléments nutritifs. Cependant, le traitement T1 constitué exclusivement d'engrais minéral en fumure de couverture donne d'importants résultats qui sont similaires à ceux des traitements organo-minéral sur les paramètres de croissance et de développement ceci pourrait être justifié par le

fait que les engrais minéraux profitent immédiatement aux plantes, c'est-à-dire que les éléments nutritifs sont directement utilisés par les plantes.

IV.4.2.Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement

Les diamètres équatorial et polaire, le poids moyen d'un fruit ont été similaires pour l'ensemble des traitements à l'exception de T0. Aucune différence significative n'a été notée sur le rendement pour le traitement à base d'engrais minéral et ceux organo-minéral. Cela pourrait s'expliquer par la similarité qui a été obtenue sur l'ensemble des composantes de rendement. L'effet combiné de l'engrais organique et minéral crée de meilleures conditions de production, la matière organique améliore les propriétés physico chimiques et biologiques du sol, alors que l'engrais minéral apporte aux plantes les éléments nutritifs qui leur sont nécessaires pour accroître l'efficacité agronomique. Nos résultats sont comparables à ceux de **Sawadogo et al., 2021** et **Dudkowski, 2000** qui montrent l'augmentation des rendements avec l'épandage du compost sur les cultures.

IV.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Face à la dégradation des sols, la valorisation des déchets organiques par compostage constitue une innovation appropriée pour une gestion durable des sols et une ascension de la productivité de nos systèmes de cultures. C'est sous cette optique que s'inscrit notre étude qui vise à évaluer les effets de différents plans de fertilisation intégrant du compost enrichi sur les paramètres de croissance et de développement ainsi que le rendement de la tomate. Il en ressort que les différents traitements (T1, T2, T3, T4 et T5) ont eu des comportements similaires et sont significativement différents de T0 tant bien pour les paramètres de croissance et de développement de la tomate que pour le rendement. Même le traitement organo-minéral T5 à la dose de 25% d'engrais minéral arrive à avoir un rendement similaire à celui de T1 (100% engrais minéral). Cela n'a pas été le cas pour la première campagne où le traitement T5 n'avait pas permis un bon développement de la tomate.

Ainsi, nous pouvons émettre les perspectives suivantes :

- Suivre l'évolution des caractéristiques physico-chimique du sol pour mieux appréhender l'effet des différents traitements ;
- De voir le temps nécessaire (nombre de cycle de culture) pour obtenir un rendement optimal avec le traitement organo-minéral ;
- Evaluer l'adaptabilité des plans de fertilisation dans les différentes zones agroécologiques du Sénégal pour une restauration de la fertilité des sols et une productivité des cultures.

**V EVALUATION DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE
DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA
PRODUCTIVITE DU CHOU POMME (BRASSICA OLERACEA)
DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY**

V.1. Introduction

Les cultures maraîchères sont confrontées à des difficultés majeures dont la dégradation des sols agricoles, l'accès à l'eau et les attaques fréquentes des cultures par les ravageurs. Le sol dégradé est caractérisé par une perte importante en éléments nutritifs et une baisse de la disponibilité en eau pour la plante (Ganasri et Ramesh, 2015 ; Terranova et al, 2009). La baisse de la fertilité des sols entraîne un faible rendement agricole. Par conséquent, les revenus des populations ont baissé avec d'énormes problèmes socio-économiques dont l'exode rural et l'émigration clandestine. Dans ce contexte, les maraîchers font de plus en plus recours aux engrais et pesticides chimiques pour augmenter la productivité et leur revenu (Diop, 2013). L'utilisation des engrais chimiques, de par leur action bénéfique immédiate sur la productivité des cultures est une des solutions, mais leur coût élevé et leur indisponibilité les rendent presque inaccessibles aux petits paysans (Useni et al, 2013). Outre les problèmes écologiques et environnementaux qu'elle cause, la fertilisation minérale seule ne permet pas de maintenir la fertilité des sols. Son utilisation exclusive entraîne une augmentation de l'acidité, une dégradation du statut physique et une baisse de la matière organique du sol (Mulaji, 2011).

Ainsi pour réduire l'utilisation excessive des engrais et/ou permettre leur utilisation raisonnée et efficiente par les producteurs, il est donc nécessaire de développer des technologies adaptées pour faire face à ces problèmes et en même temps relever les défis de l'agriculture pour l'approvisionnement régulier des populations en produits sains et plus compétitifs (ISRA, 2005). La fertilisation organique devrait constituer une solution appropriée pour la restauration de la fertilité des sols et l'amélioration des rendements. Le retour au sol des matières organiques présente de nombreux avantages pour la gestion des sols et pour l'environnement par la valorisation des déchets organiques par compostage. Le compost est riche en humus et élément minéraux (N, P, K) et est donc adapté pour améliorer le fonctionnement biologique et la structure du sol. Il peut être utilisé comme amendement organique ou engrais organo-minéral (Debril, 2005). Ceci justifie l'importance de cette étude dont le thème porte sur l'évaluation des performances agronomiques d'un compost enrichi sur la productivité du chou pommé (*Brassica oleracea*) dans les conditions agropédologiques de Bambej.

L'objectif général est de contribuer à l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité du chou pommé par une gestion durable des agroécosystèmes horticoles. Spécifiquement, il s'agit de :

Evaluer l'effet du compost enrichi sur les paramètres de croissance et le développement de chou pommé ;

Evaluer l'effet combiné du compost enrichi et de l'engrais minéral sur le rendement et ses composantes ;

V.2. Matériel et méthodes

V.2.1. Matériel végétal

La variété choisie est le Marche de Copenhague. Le tableau 16 est un récapitulatif des caractéristiques de la variété.

Tableau 16: Caractéristiques agro morphologiques de la variété VIOLET DE GALMI

CHOU : Variété Marché de Copenhague				
Type de variété	Type de feuilles	Forme de la pomme	calibre	Couleur de la variété
Hâtive (60 à 90J)	Lisses et tendres	Ronde et légèrement aplaties	Grosse (jusqu'à 2kg)	Vert clair

V.2.2. Fertilisant

- L'engrais minéral utilisé était le NPK (10-10-20).
- Le compost constituait la fumure organique : l'ensemble des matières organiques collectées est composté à la station de recherche de de Sangalkam sur une dalle bétonnée avec des sillons de récupération antérieurement développé. Le processus de compostage est de superposer en couche (20 cm de hauteur) les différentes matières utilisées comme paille séchée, suivi de l'épandage respectivement d'une couche de fumier d'ovins, d'herbe verte et fiente de volaille. Ce dispositif est répété jusqu'à une hauteur de 1,2 m et arrosé tous les trois (3) jours. Le tas est retourné à l'aide de pelles carrées tous les 15 jours pour permettre l'aération et le renouvellement de l'oxygène. Après une baisse de la température, le compost obtenu est retiré de la dalle et séché au soleil pendant quelques jours tamisé et enrichi avec 5 % de phosphate naturel et 5 % de cendre pour respectivement augmenter ses teneurs en phosphore et en potassium.

V.2.3.Méthodes

V.2.3.1. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est en bloc aléatoire complet ou bloc de FISHER avec 06 traitements et 03 répétitions. Les blocs sont disposés dans le sens de la longueur des gaines de goutte-à-goutte. Les blocs sont distants de 0,7 m tandis que l'espace entre parcelles élémentaires d'un même bloc est de 1 m. L'unité expérimentale est une parcelle de 4 m de longueur sur 2 m de largeur, comportant 4 lignes de goutte-à-goutte distantes de 45 cm. Chaque parcelle élémentaire contient alors 40 plants de chou pommé en raison de 10 plants par ligne avec un écartement 50 cm entre les lignes et 40 cm sur la ligne. La superficie totale du champ expérimental est de 227.8 m².

T1 : Recommandations CDH sur la fertilisation conventionnelle

T2 : Dose compost calculée

T3 : Dose compost calculée + 100 % dose engrais minéral recommandée

T4 : Dose compost calculée+ 50 % dose engrais minéral recommandée

T5 : Dose compost calculée + 25 % dose engrais minéral recommandée

T0 : Témoin blanc sans apport de fertilisants

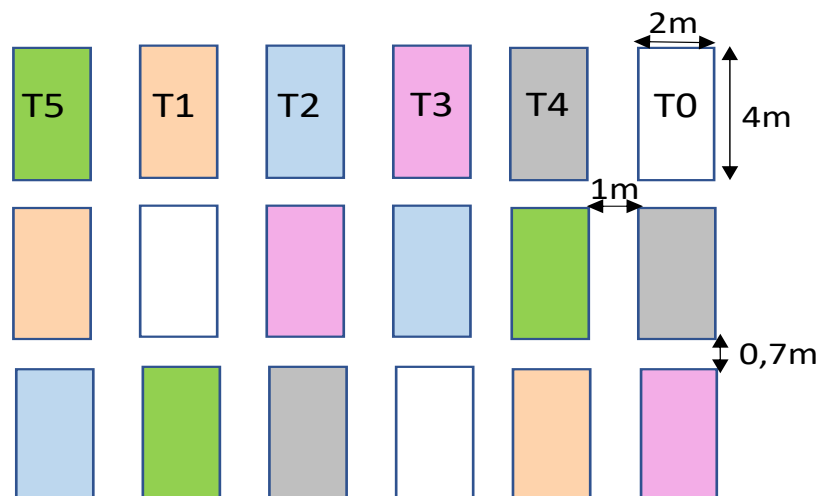


Figure 19: Dispositif expérimental

Le facteur étudié dans cette expérimentation a été la fertilisation. Une fumure de fond a été apportée avant le repiquage et la fumure de couverture a été fractionnée en deux (2) apports suivant les 20 JAR et 35 JAR. Les quantités et la nature de la fertilisation apportées au champ sont consignées dans le tableau 17 :

Tableau 17 : Nature et composition des traitements

Traitements	Fumure de fond (t/ha)		Fumure de couverture (t/ha)	
	Dose	Nature	Dose	Nature
T1 (recommandation CDH)	30 0,30	Fumier ovin 10-10-20	0,4	10-10-20
T2 (Dose compost calculé)	30 2,86	Compost	11,43	Compost
T3 (Dose compost + 100 %dose engrais minéral)	30 0,3	Fumier ovin 10-10-20	2,86 0,4	Compost 10-10-20
T4 (Dose compost + 50% Dose engrais minéral)	30 0,15	Fumier ovin 10-10-20	2,86 0,2	Compost 10-10-20
T5 ((Dose compost +25% Dose engrais minéral)	30 0,075	Fumier ovin 10-10-20	2,86 0,1	Compost 10-10-20
T0 (Témoin sans apport)	Néant			

V.2.3.2. Conduite de l'essai

V.2.3.2.1. Mise en place de la Pépinière

La pépinière a été mise en place le 04 Janvier 2022. Elle est faite sur des alvéoles de 77 trous avec du terreau conditionné utilisé comme substrat et semée en raison de 3 graines par trou. 11 alvéoles ont été conditionnés et suivis à l'ombre avec un arrosage quotidien.



Photo 21: semis



Photo 22: pépinière de chou

V.2.3.2.2. Préparation du terrain

La superficie totale a été labourée sur une profondeur de 30 cm. Ensuite, les dispositifs correspondants seront installés conformément au plan de masse. Chaque parcelle élémentaire sera préparée en incorporant une fumure de fond comportant du fumier (3 Kg/m²), de l'engrais minéral 10-10-20 (20 g/m²) et un insecticide du sol (Ethopropos en raison de 5 g/m²), sauf la parcelle témoin.



Photo 23 : Labour de la parcelle

V.2.3.2.3. Repiquage

Le repiquage a été effectué 35 JAS plus précisément le 06 février 2022 en prenant bien soin de prendre les plants sains et à bourgeon terminal. Les poquets sont matérialisés suivant les écartements recommandés. Ainsi, 40 plants ont été repiqués par parcelle élémentaire.



V.2.3.2.4. Irrigation

L'irrigation a été faite par goutte à goutte avec un débit gouteur de 1,6l/heure. Les apports d'eau ont été faits suivant les besoins estimatifs en eau du chou dans la zone de Bambey. Toutefois les fréquences et les temps d'arrosage ont tenu compte principalement de la capacité au champ de la parcelle avec un temps d'arrosage journalière de 4h.

V.2.3.2.5. Entretien de la culture

Un binage accompagné d'un désherbage manuel était effectué tous les 15 jours et après chaque fertilisation. Deux séries de sarclo-binage ont été faites aux 20^e et 35^eJAR, date des fertilisations de couverture. Le principe consiste à effectuer un léger enfouissement du compost afin qu'il soit plus accessible à la plante. L'utilisation d'une binette a permis d'effectuer cette opération.



Photo 26 : binage d'une parcelle de chou pommé

V.2.3.2.6. Plan de traitement phytosanitaire préventif

Le plan de traitement phytosanitaire préventif a consisté à alterner des insecticides et fongicides pour prévenir les attaques avec des substances actives à large spectre d'action. Le tableau 18 est un récapitulatif des différents produits utilisés avec leur dose et leur période d'application.

Tableau 18 : Plan de traitement phytosanitaire préventif

Maladies et ravageurs cibles	Nom commercial du produit	Matière active	Dose d'application du produit	Date d'application
Hellula	TENOR 500 EC	Profénofos	1 l/ha	10 JAR
Plutella	K-OPTIMAL	L.cyalthrine + Acétamipiride	1 l/ha	20 JAR
Puceron	TENOR 500 EC	Profénofos	1 l/ha	30 JAR

V.2.3.2.7. Récolte

Elle a été réalisée lorsque les pommes étaient mures (fermes au toucher). La récolte a été effectuée manuellement à l'aide d'un couteau. La récolte s'est faite à trois dates (29 mars, 10 et 12 avril 2022) suivant les traitements dans chaque bloc. Le nombre de pomme par parcelle élémentaire est compté et la production de chaque parcelle est déterminée à l'aide d'une balance de précision. A la fin de la récolte, le rendement (R) a été déterminé.

V.2.3.3. Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation

Ces paramètres sont d'ordre agronomique et physiologique. Ils ont été étudiés à travers des variables quantitatives, une partie au champ et une autre au laboratoire.

V.2.3.3.1. Échantillon d'observation

Dans chaque parcelle élémentaire, un échantillon de 10 plantes a été choisi. En effet dans chaque unité expérimentale, les 2 lignes centrales ont été choisies comme zone d'observation et les 2 lignes extrêmes comme zone de bordure. Au niveau des lignes centrales les pieds extrêmes aussi été considérés comme pieds de bordure.

V.2.3.3.2. Période d'observation

Les paramètres de croissance et développement ont été évalués les 30^e, 45^e et 60^e JAR et les autres aux moments convenables.

V.2.3.3.3. Variables observées :

- Le nombre de feuilles : Il a été obtenu par le comptage des feuilles par plant ;
- L'encombrement : Elle représente l'espace couvert par les feuilles d'une plante. Elle a été obtenue en mesurant la distance en centimètre entre les deux feuilles les plus extrêmes de part et d'autre de la plante à l'aide d'un ruban gradué.
- La vigueur : Elle nous renseigne sur l'état végétatif de la plante. Elle est déterminée à l'aide d'un « greenseeker », appareil qui détecte et traduit en chiffre la teneur en chlorophylle des feuilles (activité photosynthétique), sa valeur est comprise entre 0 et 1 ;



Photo 27 : Mesure de la vigueur

- **Date à 50% de pomaison :** Elle a été déterminée en comptant le nombre de JAR correspondant à la date à 50 % de pomaison pour chaque parcelle élémentaire.
- **Le poids des pommes :** Il a été déterminé par un pesage individuel des pommes à la récolte à l'aide d'une balance électronique de précision. La variable a été déterminée en faisant la moyenne des observations individuelles pour chaque traitement ;
- **Le calibre des pommes :** Les diamètres équatorial et polaire ont été déterminés à l'aide d'un ruban gradué.



Photo 28: Mesure du diamètre polaire



Photo 29: Mesure du diamètre équatorial

Planche 7: détermination du calibre d'une pomme

- **Le rendement agronomique** : Il est calculé sur la base du rapport entre la production brute pour chaque traitement et la superficie de la parcelle élémentaire. La production brute est obtenue par pesage juste après la récolte de chaque parcelle élémentaire.

$$RA = \frac{\textit{Production brute}}{\textit{Surface}}$$

- **Le rendement économique** : Il est obtenu par le rapport entre la production commercialisable et la superficie de la parcelle élémentaire. Cette production est obtenue après triage qui consiste à éliminer la production non commercialisable.

$$RE = \frac{\textit{Poids totale des pommes saines}}{\textit{Surface}}$$

- **Taux de pommaison** : C'est le rapport entre le nombre de pommes récoltées sur le nombre total de pieds repiqués de chaque parcelle élémentaire.

$$TP = \frac{\textit{Nombre totale de pomme récolté}}{\textit{Nombre totale de pieds repiqué}} \times 100$$

- **Teneur en matière sèche** : Un échantillon de pomme a été séché à 130°C à l'étuve pendant 12h. Leurs poids sec ont été déterminés par une balance électronique (PCE-BS300). La formule suivante a été utilisée pour déterminer la teneur en matière sèche :

$$\textit{Teneur en matière sèche} = \frac{\textit{matière sèche}}{\textit{matière fraîche}} * 100$$



Photo 30: Chou pommé avant séchage



Photo 31: Chou pommé après séchage à l'étuve

Planche 8: détermination de la teneur en matière sèche

V.2.4. Analyse statistique

Les données collectées dans cette étude ont été saisies dans le tableur Excel version 2013. Ensuite, des analyses de la variance (ANOVA) et une comparaison des moyennes ont été

effectuées avec le logiciel Gent stat Release édition II.1. La séparation des moyennes a été faite avec le test de Tukey lorsque l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%.

V.3. Principaux résultats obtenus

V.3.1. Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement

V.3.1.1. Vigueur

L'analyse de variance ne montre aucune différence significative pour la vigueur au 15^e JAR. Cependant, une différence significative ($p=0,001$) a été notée au 30^e et 45^e JAR. Au 30^e JAR, les traitements T3, T4 et T5 ont été les plus vigoureuses avec respectivement (0,545 ; 0,489 ; 0,489). Le traitement T0 a été la moins vigoureuse (0,357) et T1 et T2 ont occupé la classe intermédiaire avec une moyenne respective de 0,453 et 0,452. Au 45^e JAR les traitements T1, T2, T3, T4 et T5 ont eu des vigueurs similaires et significativement plus élevés que celle de T0.

Tableau 19 : Evolution de la vigueur des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements

Source de variation	Vigueur		
	15 JAR	30JAR	45JAR
Traitement(T)			
T0	0,335 ±0,010 ^a	0,357 ±0,014 ^c	0,551 ± 0,017 ^b
T1	0,394 ±0,015 ^a	0,452 ± 0,020 ^b	0,611±0,015 ^a
T2	0,386 ± 0,010 ^a	0,453 ± 0,023 ^b	0,618± 0,015 ^a
T3	0,415 ± 0,011 ^a	0,545 ±0,012 ^a	0,636±0,012 ^a
T4	1,737 ±1,319 ^a	0,489 ±0,015 ^{ab}	0,640±0,014 ^a
T5	0,381 ± 0,011 ^a	0,489 ± 0,021 ^{ab}	0,624±0,015 ^a
Coefficient de variation	485,1	17,8	13,3
Probabilité du test			
T	0,385ns	<0,001	<0,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.3.1.2. Nombre de feuilles

L'analyse de la variance montre une différence significative au 15^e, 30^e et 45^e JAR entre les traitements. Au 15^e JAR les traitements T3 (compost +100% engrais minéral) et T4 (compost +50 % d'engrais minéral) enregistrent le plus grand feuillage (8,66 ; 8,53) qui est significativement plus élevé que T2 (compost seul) et T0 où sont notés le plus faible feuillage (6,933 ; 6,767). Au 30^e JAR, les plus importants nombres de feuilles ont été enregistrés par les traitements T3, T1 et T4 avec une moyenne respective de 18,00 ; 17,97 ; 17,57. Les plus faibles moyennes ont été notées chez T0 (14,8) et T2 (14,47). Au 45^e JAR, le traitement T1 a le plus grand feuillage avec une moyenne de 19,50. Cependant il est sans différence significative avec les traitements T2, T3, T4 et T5 mais significativement plus élevé que T0 (17,9).

Tableau 20 : Evolution du nombre de feuilles des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^e JAR suivant les traitements

Source de variation	Nombres de Feuilles		
	15JAR	30JAR	45JAR
Traitement(T)			
T0	6,77 ± 0,24 ^c	14,8±0,38 ^b	17,9 ± 0,37 ^b
T1	7,73 ± 0,29 ^{abc}	17,97±0,73 ^a	19,5 ± 0,47 ^a
T2	6,93 ± 0,24 ^{bc}	14,47± 0,43 ^b	18 ± 0,32 ^{ab}
T3	8,67 ± 0,21 ^a	18,00± 0,29 ^a	19,2 ± 0,32 ^{ab}
T4	8,53 ± 0,29 ^a	17,57± 0,45 ^a	19,17 ± 0,42 ^{ab}
T5	7,93 ± 0,29 ^{ab}	16,1±0,42 ^{ab}	18,93 ± 0,40 ^{ab}
Coefficient de variation	18,6	15,6	11,3
Probabilité du test			
T	<0,001	<0,001	0,012

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.3.1.3.Encombrement

L'analyse de la variance montre une différence significative lors des trois périodes de prises de données. Au 15^{ème} JAR, le traitement T1 a été la plus encombrante (15,84 cm) suivi par T4 et T3 (14,51cm et 14,49 cm). Ces traitements enregistrent un encombrement significativement plus élevé que le témoin T0 (12,26cm). Au 30^{ème} JAR, le traitement T5 a enregistré l'encombrement la plus élevé avec une moyenne de 38,27 cm, suivi de T3 (38,13 cm) et T1 (38) qui sont similaires. Tous les traitements ont un encombrement significativement plus élevé que celui de T0 (26,7 cm). Au 45^{ème} JAR, tous les traitements (T1, T2, T3, T4 et T5) ont eu des encombrements proche et significativement plus élevé que T0 (36,5 cm).

Tableau 21 : Evolution de l'encombrement des plantes pendant les 15^e, 30^e et 45^eJAR suivant les traitements

Source de variation	Encombrement (cm)		
	15JAR	30JAR	45JAR
Traitement(T)			
T0	12,26 ±0,292 ^c	26,7 ±0,719 ^c	36,5 ±1,345 ^b
T1	15,85 ±0,555 ^a	38 ±0,867 ^{ab}	50,2 ±1,436 ^a
T2	13,74 ± 0,463 ^{bc}	35 ±0,737 ^b	45,23 ±2,092 ^a
T3	14,49 ±0,510 ^{ab}	38,13 ±0,686 ^{ab}	49,03 ±1,725 ^a
T4	14,51 ± 0,469 ^{ab}	37,7 ±0,925 ^{ab}	47,1 ± 1,372 ^a
T5	13,91 ±0,416 ^{bc}	38,27 ±0,780 ^a	47,5 ±1,405 ^a
Coefficient de variation	17,6	12,2	18,9
Probabilité du test			
T	<0,001	<0,001	<0,001

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.3.2. Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement

V.3.2.1. Calibre des pommes

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements pour le calibre des pommes. Les traitements T4 et T3 ont obtenu les plus importants diamètres équatoriaux (42,1 cm et 41,83 cm) et polaires (44,03cm 43,67cm) qui sont sans différence significative avec le traitement T1 (40,37 cm et 42,5cm) et T5 (39,73cm et 41,33cm). Les plus faibles calibres ont été notés chez les traitements T2 et T0 avec une moyenne respective de 37,1cm et 29,63cm pour le diamètre équatoriale et 39,7cm et 31,71cm pour celui polaire.

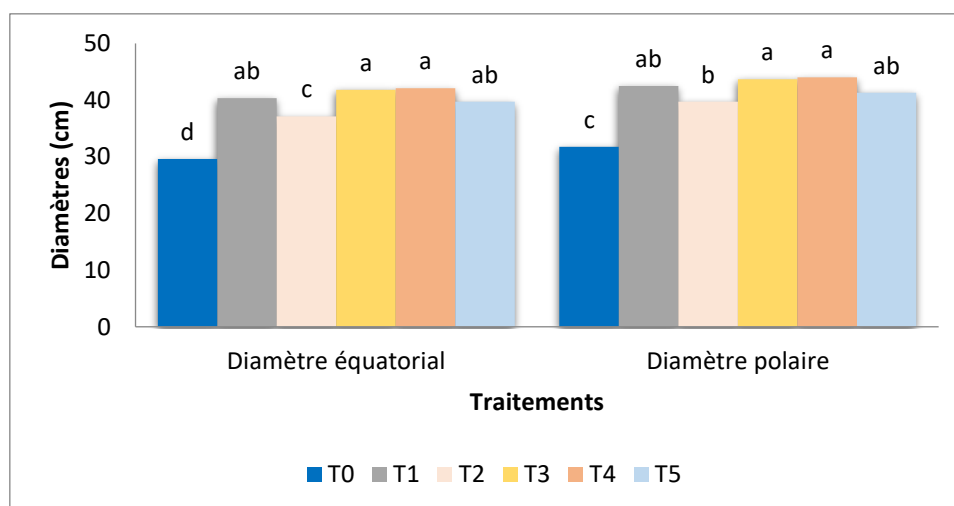


Figure 20: Calibre des bulbes en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %

V.3.2.2. Date à 50% de pommaison

L'analyse de la variance montre une différence significative ($p=0.024$) sur la date à 50% de pommaison des différents traitements. Les traitements T4, T3 et T1 ont été les plus précoces, ils ont atteint leur 50% de floraison entre le 40^e et le 41^eJAR. Cependant ils sont sans différences significative avec les traitements T2 et T5 qui eux l'ont atteint au 42^e et 43^{ème}JAR. Le traitement T0 a été la plus tardive avec une moyenne de 47 JAR.

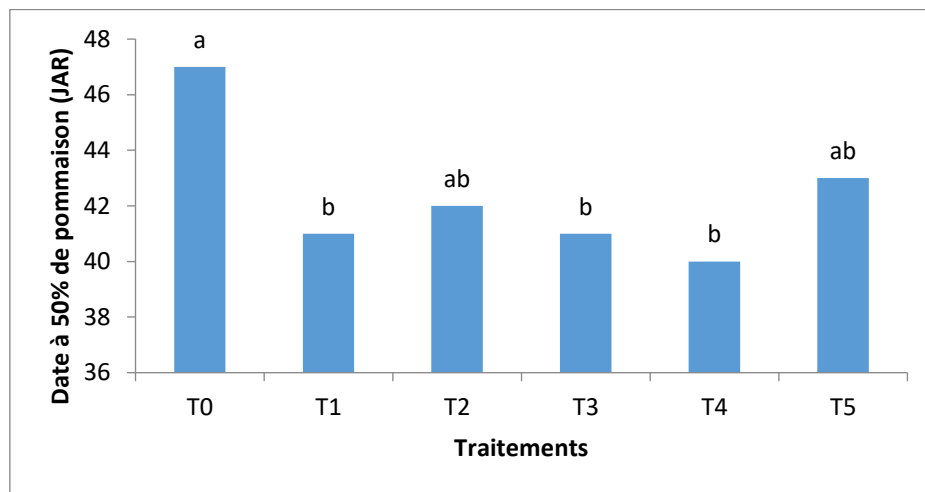


Figure 21: Date à 50% de pommaison en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.3.2.3. Poids moyen des pommes

L'analyse de la variance a montré une différence significative entre le traitement T0 et les autres traitements. La comparaison des moyennes a classé tous les traitements dans un même groupe sauf T0, avec une moyenne comprise entre 860,84g et 637,49g pour le premier groupe et 333,69g pour T0.

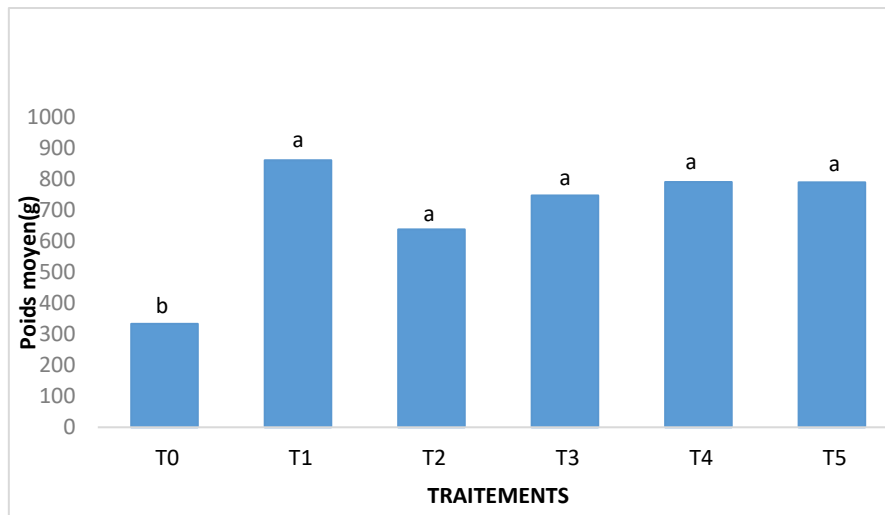


Figure 22: Poids moyen des pommes en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.3.2.4. Teneur en matière sèche

Les teneurs en matière sèche sont comprises entre 7,74% et 6,63% pour l'ensemble des traitements. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les différents traitements.

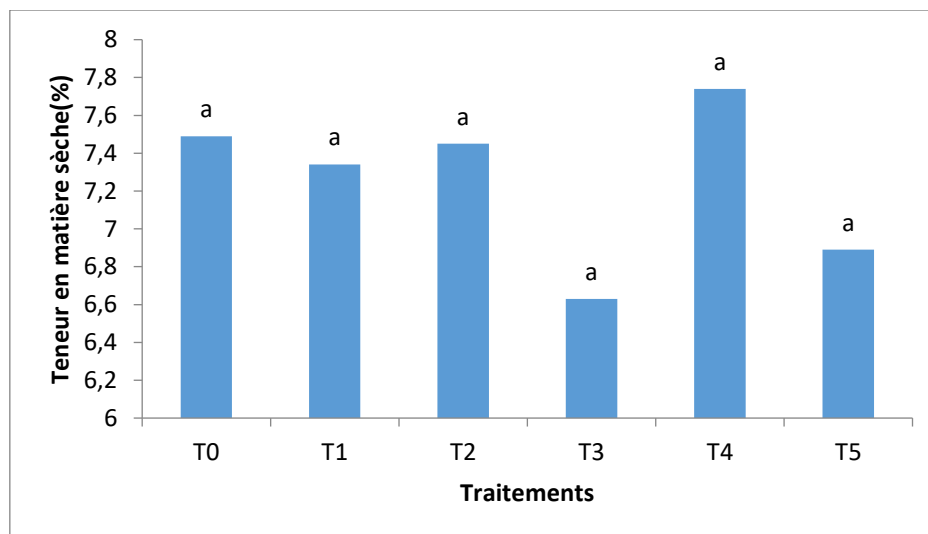


Figure 23: Teneur en matière sèche en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.3.2.4. Rendement brut

Les résultats montrent une différence très significative ($p < 0,001$) entre les traitements. La comparaison des moyennes a permis de classer les traitements en quatre groupes : le groupe (a) avec le traitement T4 et T3 qui a donné les plus grands rendements respectivement 32,31 t/ha

et 30,56 t/ha ; le groupe (ab) composé des traitements T1 et T5 qui a donné un rendement respectif de 27,94 t/ha et de 25,67 t/ha suivi du groupe (bc) avec le traitement T2 pour un rendement de 19,65 t/ha et enfin le groupe (c) occupé par le traitement T0 avec un rendement moyen de 14,65 t/ha.

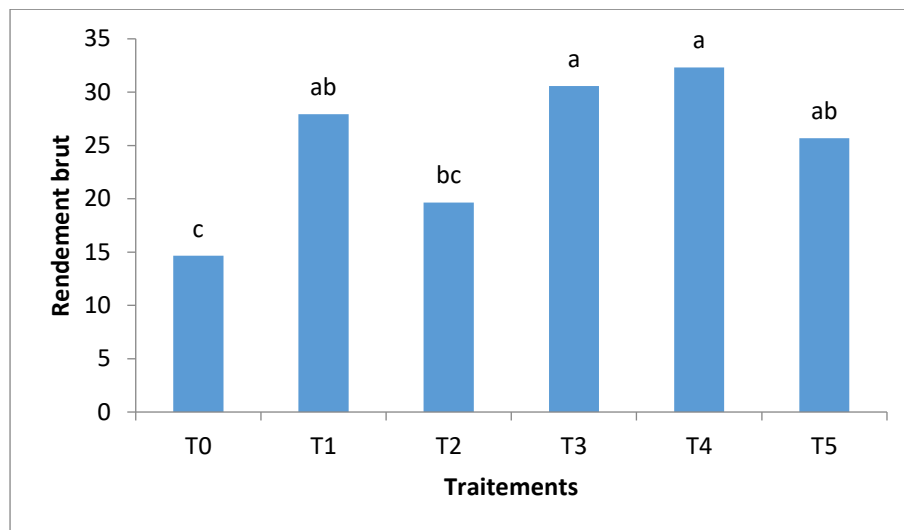


Figure 24: Rendement en fonction des traitements

T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les moyennes portant la même lettre minuscule ne présentent aucune différence significative au seuil de 5 %.

V.4.INTERPRETATION DES RESULTATS

V.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement

Les résultats montrent que les plantes non fertilisées ont une croissance et un développement très faible par rapport aux autres. Cela peut traduire que la fertilisation est capitale pour les cultures. Les mêmes résultats ont été observés par (Mukalay et al, 2008). Le développement ainsi que la croissance obtenue avec les traitements à base de compost et d'engrais minéral à la dose de 100 % et 50 % (T3 et T4) ont été plus importants que ceux à base d'engrais minéral seul et de compost seul. Les résultats sont conformes avec les travaux de Kaho et al (2011) qui montrent que les engrais minéraux combinés à la matière organique améliorent le développement des cultures en créant un environnement racinaire favorable, non seulement à l'assimilation des nutriments, mais aussi à l'activité biologique et l'amélioration des propriétés physiques du sol. Le compost permet une meilleure disponibilité et une bonne assimilation des éléments nutritifs, mais permet également une bonne rétention des éléments chimiques que contiennent l'engrais, c'est en ce sens que les auteurs soutiennent que la fumure organique améliore l'efficacité de la fumure minérale. Nacro (2018) a aussi montré cet effet de l'apport organo-minéral sur le développement de la tomate.

Cependant, l'application de fertilisation minérale est plus positive sur les paramètres de croissances et de développement que l'apport de compost seul. Ceci serait dû à la libération rapide des éléments fertilisants pour les plantes par contre la faible valeur observée pour le compost peut être expliqué à sa lente minéralisation. Nos résultats corroborent ceux de **Bhardwaj et al. (2000)** qui stipulent que les engrais minéraux ont une efficacité agronomique plus grande parce que leurs éléments sont disponibles et facilement absorbés par la culture.

V.4.2.Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement

Les traitements associant du compost à l'engrais minéral à la dose de 100 % et 50 % (T3 et T4) ont obtenu les meilleurs potentiels pour l'ensemble des composantes de production et le rendement mais ils sont sans différence significative avec le traitement à base d'engrais minéral seul. Ceci pourrait être expliqué par l'effet cumulatif du compost et de l'engrais minéral : la fumure organique améliore l'efficacité des engrais minéraux. **Somda et al. (2017)** ont montré une amélioration de la production de biomasse aérienne du fonio et des rendements du sorgho suite aux apports organo-minéraux. Ces résultats corroborent aussi ceux d'**Amos et al. (2013)** qui avaient obtenu une amélioration de la production de biomasse du maïs fourrager avec la fiente de volaille et la fertilisation minérale au Nigeria. Les rendements obtenus avec la fumure organique seule (compost) sont inférieurs à ceux obtenus avec la fumure minérale seule (engrais). Nos résultats sont conformes à ceux obtenus par **Segda (2006)**. Cette différence s'explique par le fait que la fumure minérale contient des éléments fertilisants agissant directement sur les composants de rendement alors que la minéralisation du compost est lente ne permettant pas aux plantes absorbées systématiquement les éléments chimiques déterminant le rendement. De plus, la fumure minérale a eu les meilleurs effets sur le paramètre de l'encombrement, mais leur rendement a été faible par rapport aux traitements organo-minéraux. Ceci peut être due au fait que l'apport d'engrais minéral seul ne peut pas maintenir à long terme la productivité des sols à cause du lessivage et de la dégradation des propriétés des sols. Toutefois, l'application de 50 % d'engrais combiné avec le compost a donné une bonne performance sur les paramètres décroissance et de développement et sur le rendement, mais aussi elle a été la première parcelle à avoir 50 % de pomaison au 40^{ème} JAR.

V.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette étude a été initiée en vue d'évaluer les performances agronomiques d'un compost enrichi sur la productivité du chou pommé. Ainsi, son intégration dans différent plan de fertilisation a permis de suivre les caractères agronomiques tels que la vigueur, le nombre de feuilles, l'encombrement, le taux de pomaison, le rendement et la teneur en matière sèche. Il ressort de notre étude que l'organo-minéral à base de compost associé à la dose 50% d'engrais minéral

a favorisé une croissance plus rapide des plantes, un meilleur calibre et un meilleur rendement. Il est suivi par l'organo-minéral à base de compost +100 % NPK et l'engrais minéral seul (NPK). L'apport de la fertilisation mixte compost + NPK a permis d'obtenir de meilleurs résultats que le compost seul. Sur l'ensemble des paramètres étudiés, l'apport de compost sans engrais chimique (T2) a eu une performance agronomique faible comparée aux traitements fertilisants. On en déduit que le compost seul n'a permis une disponibilité adéquate des nutriments pour couvrir les besoins de la culture. Ainsi, les résultats de cette expérimentation montrent que le compost enrichi doit être apporté en combinaison avec l'engrais pour améliorer les caractéristiques physico-chimiques et biologiques pour permettre une meilleure assimilation des éléments nutritifs par le chou pommé dans les conditions pédologiques de Bambey. Ainsi, dans l'optique d'assurer l'applicabilité et l'adoption de pareils amendements par les agriculteurs, il serait souhaitable de :

- répéter l'expérimentation dans les mêmes conditions expérimentales pour la confirmation des résultats.
- de voir les matières organiques à composter pour une minéralisation plus rapide
- suivre l'évolution des caractéristiques physico-chimique du sol pour mieux appréhender l'effet des différents traitements.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Nos pratiques agricoles actuelles rendent nos sols moins fertiles car les apports sont faits pour nourrir la plante afin de produire de la masse végétale alors qu'il faut nourrir le sol pour le maintenir vivant afin qu'il nourrisse la plante. La valorisation des déchets organiques par compostage et leur intégration dans un plan de fertilisation s'inscrit dans une gestion durable des sols et constitue une technologie appropriée visant à obtenir un apport organique adapté pour augmenter la productivité des exploitations familiales, améliorer la fertilité des sols et à limiter l'utilisation des engrais chimiques. Pour trouver les bénéfices de l'utilisation du compost, on peut l'intégrer peu à peu aux pratiques courantes. C'est ainsi que les résidus de culture (paille de brousse et herbe verte) ont été compostés avec du fumier et des fientes de volaille puis additionnés à du phosphate naturel et de la cendre dans le but d'avoir des composts à valeur fertilisante améliorée. Il ressort de notre étude que l'analyse comparative entre les différents plans de fertilisation révèle un effet de la combinaison organo-minérale (Compost +100% minéral) sur la croissance végétative et le rendement en première campagne alors celles à réduction de l'apport minéral (Compost +50% minéral et Compost +25% minéral) se révèlent performantes sur la deuxième campagne malgré une culture d'arachide intercalaire (sans intrant) entre les deux campagnes. Ce résultat observé sur l'ensemble des spéculations est intéressant dans la mesure où cela suggère que la rotation des cultures est bien possible dans le système. Pour assurer son efficacité, il est important d'assurer sa qualité et de suivre les effets des plans de fertilisation aussi bien sur la plante que dans le sol. Ainsi en perspectives, nous projetons de :

- tester les plans de fertilisation (compost+100% minéral, Compost +50% minéral et Compost +25% minéral) dans périmètres du PAPSEN en respectant la rotation culturale ;
- tester les mêmes doses avec différents types de compost ou formule de compostage ;
- poursuivre les tests dans d'autres zones agroécologiques pour confirmer les résultats et élargir le champ d'application
- suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques du sol pour mieux appréhender l'effet des traitements et de mieux préciser les effets des amendements minéraux et organiques dans la gestion. Les analyses de sol pour cette deuxième campagne ont été prévues et sont actuellement en cours.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES

- Abhayawick, L., Laguerre, J.C., Tauzin, V., Duquenoy, A., 2002.** Physical properties of three onion varieties as affected by the moisture content. *Journal of Food Engineering*, 55 : 253-262.
- Aggelides, S. M., Londra P. A., 2000.** Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technology*, 71 : 253 - 259.
- Akanza, KP., Sanogo,S., Kouakou, C.K., N'Da, HA., Yao-Kouam, A., 2014.** Effets de la fertilisation sur la fertilité des sols et les rendements: incidence sur le diagnostic des carences du sol. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 24: 299-315.
- Amos, H.O., Cyprian I. and Audu I., 2013.** Effect of chicken manure on the performance of vegetable maize (*Zea mays saccharata*) varieties under irrigation. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, 1(12) : 190-195.
- Assane, D. M. 2006.** Les effets de la réappropriation de la culture du Violet de Galmi par les producteurs d'oignon de la région de Tahoua – NIGER, sur la dynamique du territoire local, l'organisation sociale et économique, Thèse de doctorat. Université de Toulouse-Le. Option développement rural ; 281p.
- Bado, B. V., 2002.** Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina Faso. Thèse de Doctorat de troisième cycle, Université de Laval, Québec, 166 p.
- Bhardwaj, M.L., Raj H., Koul B.L., 2000.** Yield response and economics of Organics sources and inorganic source in tomato (*Lycopersicon esculentum*), okra (*Hibiscus esculentus*).
- Diallo, M.D., Baldé, M., Diaité, B., Goalbaye, T., Diop, A., Guissé, A., 2018.** Arrière - effet de différents apports de fertilisants sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate (*solanum lycopersicum L.*), *Revue Agrobiologia* (2018) 8 (2): 10 78 – 1085.
- Diop, M.B., 2013.** Quels secteurs pour quelle croissance économique au Sénégal ? Dir. Prévision Études Econ. DPEEW ork.Pap. Sénégal 56p.
- Devisscher, 1997.** Propriétés et valorisation du compost. Mémoire D. E. S. S., Université de Picardie, France, 60 p.

Claudine ,Kurtz et al.,2013. Productivity and conservation of onions affected by nitrogen fertilization in no-tillage system. *Hortic. Bras.*, 31(4): 559-567.

Currah, L., Proctor, F.J., 1993. La culture et la conservation des oignons, sous les tropiques, 161 p. PCM/INRAB, 2001. Rapport d'activités de 1998 à 2000.

Dudkowski, A., 2000. L'épandage agricole des boues de stations d'épuration d'eaux usées urbaines. *Le Courrier de l'environnement de l'INRA* (41) : 134-135.

FAOSTAT, 2019. Base de données FAO. <http://www.fao.org/faostat/fr/#home> consulté le 17/06/2021 à 10h20.

Ganasri, B.P., Ramesh, H., 2015. Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *GeoscienceFrontiers* 7 (2016) 953-961
Grubben, G.J.H. & Denton, O.A., 2004. *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2.* Légumes. p150-153.

ISRA, 2005. Bilan de la recherche agricole et agroalimentaire au Sénégal. ISRA, ITA, CIRAD, pp 73 - 91.

Kaho,F., Yemefack M., Tegwefou F. et Tchanthaouang J.C., 2011. Effet combiné de feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur le rendement du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au centre du Cameroun. *Tropicultura*, vol 29, pp 39 – 45.

Lannoy, G., 1978. Quelques aspects de la conservation de l'oignon au Sénégal. <http://intranet.isra.sn/greenstone/cgi-bin/library.cgi>. Consulté le 06/07/2021 à 10h32.

Mukalay M.J., Shutcha M.N., Tshomba K.J., MulowayiK.,Kamb C.F., Ngongo L.M., 2008. Causes d'une forte hétérogénéité des plants dans un champ de maïs dans les conditions pédoclimatique de Lubumbashi. Presses universitaires de Lubumbashi, Annales Faculté des Sciences Agronomiques, vol 1, n°2 : 4-11.

Mulaji KC, 2011. Utilisation des composts de bio déchet ménagers pour l'amélioration de la Fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de doctorat, Gembloux Agrobiotech, 220p.

Nacro S. R., 2018. Effets des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au centre nord du burkinafaso. Mémoire de fin de cycle en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur du Développement Rural option: Agronomie. Université Nazi Boni (Unb), Institut du Développement Rural (Idr) ,56pages.

Naika, S., Van Lidt de Jeude, J., Goffau, M. de, Hilmi, M., and van Dam, B. (2005). La culture de la tomate: production, transformation et commercialisation. 90-8573-044-9, 106p.

Ngom, S., Dieye, I., Thiam, M., Sonko, A., Diarra, R., Diarra, K. & Diop, M., 2017. Efficacité agronomique du compost à base de la biomasse du « neem » et de l’anacarde sur des cultures maraichères dans la zone des Niayes au Sénégal. *Agronomie Africaine* 29(3) : 269–278.

Ouattara Bassiaka., Bazongo Pascal., Traore Karim., Badini Ousmane., 2020. Effets des Fumures Organo-Minérales sur les Propriétés Chimiques du sol et les Rendements de la Pomme de Terre (*Solanum tuberosum* L.) dans le Terroir de Torosso en Zone Sud-Soudanienne du Burkina Faso. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X / 1450-202X Vol. 158 No 1 November, 2020, pp.48 – 57.

Sarwar, G., Nazir, H., Fakhar,M.,Schmeisky,H.,Ghulam, H., 2003. “Biocompost Application for the Improvement of Soil Characteristics and Dry Matter Yield of *Lolium Perenne* (Grass).” *Asian J. Plant Sci* 2 : 237–41.

Sawadogo,J., Coulibaly,P.J., Traore,B., Bassole,M. S. D., Savadogo, C.A., Legma, J.B., 2021. Effets des fertilisants biologiques sur la productivité de la tomate en zone semi-aride du Burkina Faso. *J. Appl. Biosci.* Vol : 167 ;16p.

Segda, Z., 2002. Agronomie et technique culturale du riz. Formation participative en de gestion intégrée de la production et déprédateur du riz en technique culturale. INERA Institut Environnement et de Recherches Agricoles, 67 p (p31).

Sheick, S., Faustin, A.K.L., Daniel, A.D.K.P., Socio-Economie, C.E., Michel, L., and IRD, R.V. (2004). Projet 83 recherche sur des technologies de lutte contre la désertification du Sahel et étude de leur impact agro- écologique. INERA Burkina Faso 91.

Somda B. B., Ouattara B., Serme I., Pouya M. B., Lompo F., Taonda S. J. B., et Sedogo P. M., 2017. Détermination des doses optimales de fumures organo-minérales en microdose dans la zone soudano sahélienne du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 11(2): 670-683, 15 p.

Terranova O., Antronico L., Coscarelli R., Iaquinta P., 2009. Soil erosion risk scenarios in the Mediterranean environment using RUSLE and GIS: An application model for Calabria (southern Italy). Research Institute for Geo-Hydrologic Protection, Via Cavour 4-6, 87036 Rende, Italy. *Geomorphology* 112 (2009) 228–245.

Useni S.Y., Chukiyabo K.M., Tshomba K.J., Muyambo M.E., Kapalanga K.P., Ntumba N.F., Kasangij A-K.P., Kyungu K.A., Baboy L.L., Nyembo K.L., Mpundu M.M., 2013. Utilisation des déchets humains recyclés pour l’augmentation de la production du maïs (Zeamays L.) sur un ferral sol du sud-est de la RD Congo. Journal of Applied Biosciences 66 :5070 – 5081.

Yara, A., 2020. Etude phytochimique et activite antiradicalaire de fruit de Kigelia africana Lam Ben. Thèse de doctorat, USTTB, Bamako, 91p.

Wade, I., 2009. Systèmes d’information, de coordination et de gestion des risques dans les filières agricoles : cas des produits maraichers. Diplôme de doctorat en agroéconomie, Université de Montpellier : centre international d’études supérieures en sciences agronomiques, 212 p.

Table des matières

Sommaire	A
I INTRODUCTION GENERALE	1
II PRESENTATION DES SITES D’EXPERIMENTATION.....	2
II.1.1.Climat et température.....	3
II.1.2.Type de sol.....	4
III EVALUATION DE L’ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE ET LA QUALITE DE L’OIGNON (ALLIUM CEPA L.) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY	6
III.1. Introduction.....	7
III.2. Matériel et méthodes.....	7
III.2.1.Matériel végétal	7
III.2.2.Fertilisant.....	8
III.2.3.Méthodes	8
III.2.3.1. Conduite de l’essai	9
III.2.3.1.2.Mise en place de la Pépinière	9
III.2.3.1.3.Préparation du terrain.....	10
III.2.3.1.4.Repiquage.....	10
III.2.3.1.4.Irrigation.....	10
III.2.3.1.5.Entretien de la culture.....	10
III.2.3.1.6.Fertilisation des cultures	10
III.2.3.1.7.Plan de traitement phytosanitaire préventif	11
III.2.3.1.8.La récolte	12

III.2.3.2. Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation.....	12
III.2.3.2.1. Échantillon d'observation.....	12
III.2.3.2.2. Période d'observation	Errore. Il segnalibro non è definito.
III.2.3.2.3. Variables observées :.....	13
III.3. Principaux résultats obtenus.....	16
III.3.1. Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	16
III.3.1.1. Nombre de feuilles.....	16
III.3.1.2. Longueur.....	17
III.3.1.3. Encombrement.....	18
III.3.1.4. Vigueur	18
III.3.2. Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement.....	19
III.3.2.1. Poids moyen des bulbes.....	19
III.3.2.2. Le Calibre des bulbes.....	20
III.3.2.3. Teneur en matière sèche des bulbes	20
III.3.2.4. Rendement brut	21
III.3.2.5. Rendement économique.....	22
III.3.3. Influence de la fertilisation sur la conservation de l'ognon	22
III.3.3.1. Taux de perte de poids des bulbes en 2 mois	22
III.3.3.2. Taux de perte en bulbes sur 2 mois	23
III.4. INTERPRETATION DES RESULTATS	24
III.4.1. Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement.....	24
III.4.2. Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement	Errore. Il segnalibro non è definito.
III.4.3. Effet de la fertilisation sur la conservation des bulbes d'ognon	24
III.5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	25
IV EVALUATION DE L'ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE DE LA TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY.	26
IV.1. INTRODUCTION	27
IV.2. Matériel et méthodes	27
IV.2.1. Matériel végétal	27
IV.2.2. Fertilisant	27
IV.2.3. Méthodes	28
IV.2.3.1. Conduite de l'essai	29
IV.2.3.1.2. Mise en place de la Pépinière	29
IV.2.3.1.3. Préparation du terrain	29
IV.2.3.1.4. Repiquage	30

IV.2.3.1.4.Irrigation.....	30
IV.2.3.1.5.Entretien de la culture	30
IV.2.3.1.6.Fertilisation des cultures.....	30
IV.2.3.1.7.Plan de traitement phytosanitaire préventif	31
IV.2.3.1.8.La récolte.....	32
IV.2.3.2.Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation.....	32
IV.2.3.2.1.Échantillon d'observation	32
IV.2.3.2.2.Période d'observation.....	33
IV.2.3.2.3.Variables observées :	33
IV.3. Principaux résultats obtenus.....	35
IV.3.1.Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement.....	35
IV.3.1.1.Vigueur.....	35
IV.3.1.2.Longueur	35
IV.3.1.3.Encombrement	36
IV.3.1.3.Nombre de feuilles.....	37
IV.3.2.Influence de la fertilisation sur la physiologie de la tomate	38
IV.3.2.1.Date à 50% de floraison	38
IV.3.3.Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement.....	39
IV.3.3.1.Poids des fruits.....	39
IV.3.3.2.Calibre des fruits	40
IV.3.3.3.Nombre de fruit par pied.....	40
IV.3.3.4.Teneur en matière sèche des fruits	41
IV.3.3.5.Rendement	42
IV.4.INTERPRETATION DES RESULTATS	43
IV.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	43
IV.4.2.Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement	44
V.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES	44
V EVALUATION DE L'ADAPTABILITE ET DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION SUR LA PRODUCTIVITE DU CHOU POMME (BRASSICA OLERACEA) DANS LES CONDITIONS AGROPEDOLOGIQUES DE BAMBEY	45
V.1. Introduction.....	46
V.2. Matériel et méthodes	47
V.2.1.Matériel végétal	47
V.2.2.Fertilisant	47
V.2.3.Méthodes	48
V.2.3.1. Conduite de l'essai	48

V.2.3.1.2.Mise en place de la Pépinière	49
V.2.3.1.3.Préparation du terrain	50
V.2.3.1.4.Repiquage	50
V.2.3.1.4.Irrigation.....	50
V.2.3.1.5.Entretien de la culture	51
V.2.3.1.6.Fertilisation des cultures.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
V.2.3.1.7.Plan de traitement phytosanitaire préventif	51
➤ II.3.1.8.La récolte	52
V.2.3.2.Paramètres étudiés et méthodes d'évaluation	52
V.2.3.2.1.Échantillon d'observation	52
V.2.3.2.2.Période d'observation.....	52
V.2.3.2.3.Variables observées :	52
V.3. Principaux résultats obtenus.....	55
V.3.1.Influence de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	55
V.3.1.1.Vigueur	55
V.3.1.2.Nombre de feuilles.....	55
V.3.1.3.Encombrement	56
V.3.2.Influence de la fertilisation sur les composantes de rendement	57
V.3.2.1.Calibre des pommes.....	57
V.3.2.2.Date à 50% de pomaison	58
V.3.2.3.Poids moyen des pommes	58
V.3.2.4.Teneur en matière sèche	59
V.3.2.4.Rendement brut.....	59
V.4.INTERPRETATION DES RESULTATS	60
V.4.1.Effet de la fertilisation sur les paramètres de croissance et de développement	60
V.4.2.Effet de la fertilisation sur les composantes de rendement	61
V.5.CONCLUSION ET PERSPECTIVES	61
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUES	64

Annexe

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Bambey, le 28 Novembre 2022

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'EQUIPEMENT RURAL

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA)

Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA)



Laboratoire Central d'Analyse des « Eaux, Sols et Plantes »

E-mail : cnralaboratoire@yahoo.fr

Le Chef du Laboratoire

			Matière organique			BASES ECHANGEABLES(ppm) + CEC (méq/100g)				
	Ph (eau)	CE (µS/cm)	Phosphore (ppm)	Azote(%)	Carbone(%)	Ca	Na	K	Mg	CEC
OiT0B1T0	7,490	116,700	5,248	0,041	0,566	6,000	0,404	0,124	5,250	13,494
OiT0B2T0	7,700	109,100	4,771	0,031	0,388	7,125	0,399	0,127	4,125	3,267
OiT0B3T0	7,920	115,800	25,047	0,031	1,063	6,750	0,373	0,120	4,125	3,267
OiT1B1T0	7,760	129,300	15,267	0,062	0,326	3,750	0,347	0,130	6,000	5,682
OiT1B2T0	7,780	125,900	12,643	0,086	0,768	6,750	0,404	0,148	4,125	1,563
OiT1B3T0	8,110	134,700	14,790	0,072	1,257	7,875	0,420	0,144	3,375	5,682
OiT2B1T0	7,950	149,600	42,699	0,056	1,078	8,250	0,425	0,117	3,375	4,688
OiT2B2T0	7,840	96,200	30,533	0,051	0,776	7,125	0,383	0,127	4,875	10,369
OiT2B3T0	8,020	92,530	17,175	0,041	0,458	6,000	0,431	0,137	3,750	13,920
OiT3B1T0	7,900	81,600	5,725	0,039	0,248	7,500	0,357	0,158	13,125	5,256
OiT3B2T0	7,830	106,500	7,395	0,079	0,209	6,750	0,362	0,134	2,625	10,085
OiT3B3T0	7,810	101,500	39,359	0,042	0,520	10,500	0,294	0,158	1,125	1,420
OiT4B1T0	7,590	80,090	44,130	0,066	0,256	7,125	0,462	0,134	3,000	4,261
OiT4B2T0	7,270	78,250	18,368	0,067	0,473	5,625	0,326	0,244	3,000	2,841
OiT4B3T0	8,160	121,300	15,744	0,021	0,559	6,000	0,394	0,130	2,625	14,347
OiT5B1T0	6,760	66,790	52,956	0,035	1,381	5,250	0,305	0,264	2,250	11,222
OiT5B2T0	7,850	83,320	16,698	0,041	1,078	6,750	0,357	0,120	1,125	6,818
OiT5B3T0	7,840	87,660	14,551	0,075	0,326	4,125	0,373	0,117	3,750	9,517

TOB1chT0	8,040	108,300	15,505	0,270	0,590	4,875	0,520	0,137	3,375	3,693
TOB2chT0	7,880	96,580	23,854	0,082	1,567	6,000	0,368	0,127	4,125	5,256
TOB3chT0	8,080	106,300	12,643	0,238	0,683	4,125	0,404	0,137	3,750	4,545
TOB4chT0	7,950	83,060	23,139	0,203	0,504	6,375	0,410	0,154	2,250	11,506
T1B1chT0	8,050	128,500	31,010	0,075	0,419	6,375	0,441	0,179	3,000	10,369
T1B2chT0	8,000	96,270	32,919	0,111	0,186	4,125	0,336	0,134	5,625	14,205
T1B3chT0	8,140	91,600	14,551	0,035	0,209	4,875	0,357	0,117	4,500	11,648
T1B4chT0	8,060	103,600	19,560	0,049	0,225	5,625	0,378	0,141	3,375	7,386
T2B1chT0	7,710	92,180	50,698	0,036	0,838	6,000	0,467	0,120	2,625	5,682
T2B2chT0	7,770	95,670	21,954	0,092	0,163	4,875	0,336	0,127	3,375	9,801
T2B3chT0	8,010	94,520	19,465	0,019	0,617	3,375	0,383	0,141	5,625	13,068
T2B4chT0	7,080	95,180	34,176	0,028	0,473	4,125	0,431	0,161	4,875	13,068
T3B1chT0	7,880	104,200	18,559	0,021	0,335	6,000	0,317	0,134	4,125	7,307
T3B2chT0	7,860	118,400	36,892	0,047	0,434	4,125	0,257	0,185	4,875	6,263
T3B3chT0	7,380	97,820	59,299	0,005	0,236	1,125	0,336	0,161	3,750	13,048
T3B4chT0	7,960	98,400	57,715	0,060	0,175	2,625	0,262	0,148	4,500	6,159
T4B1chT0	7,920	99,870	19,691	0,007	0,130	4,125	0,294	0,134	3,000	15,553
T4B2chT0	7,870	92,620	36,213	0,018	1,113	2,625	0,313	0,151	4,125	11,482
T4B3chT0	7,690	97,060	48,209	0,074	0,145	3,375	0,285	0,209	4,125	4,697
T4B4chT0	7,680	79,130	73,332	0,017	0,351	4,500	0,317	0,141	4,125	6,054
T5B1chT0	7,810	135,800	26,481	0,039	0,343	5,625	0,308	0,182	4,875	2,818

T5B2chT0	7,900	96,510	58,167	0,026	0,686	9,750	0,313	0,134	1,875	14,614
T5B3chT0	7,790	99,430	22,181	0,024	0,191	2,250	0,294	0,144	4,125	12,422
T5B4chT0	7,820	80,610	46,172	0,052	0,556	6,375	0,349	0,134	2,625	10,856
T0TTB1T0	7,620	95,950	14,712	0,076	0,495	6,375	0,299	0,151	1,125	11,169
T0TTB2T0	7,580	112,900	17,654	0,013	0,084	2,250	0,363	0,130	6,000	2,818
T0TTB3T0	7,860	117,400	19,238	0,042	0,236	1,875	0,377	0,137	5,250	8,977
T0TTB4T0	7,750	109,200	28,292	0,022	0,694	3,375	0,336	0,124	4,125	7,724
T1TTB1T0	7,880	98,230	120,635	0,034	0,297	1,500	0,326	0,134	4,875	4,280
T1TTB2T0	7,570	80,410	14,259	0,053	0,236	1,875	0,331	0,127	4,875	11,900
T1TTB3T0	7,170	124,600	43,003	0,038	0,229	4,125	0,317	0,148	3,750	10,021
T1TTB4T0	7,140	97,750	20,144	0,034	0,252	4,875	0,336	0,165	3,375	4,906
T2TTB1T0	7,650	87,120	13,354	0,016	0,587	1,500	0,262	0,130	5,250	6,785
T2TTB2T0	7,570	115,200	51,604	0,010	0,160	2,625	0,313	0,137	3,750	10,752
T2TTB3T0	7,510	99,400	22,633	0,055	0,358	2,724	0,349	0,130	2,924	10,334
T2TTB4T0	6,660	77,880	57,488	0,005	0,762	3,075	0,308	0,137	3,375	10,647
T3TTB1T0	7,270	123,500	16,157	0,021	0,259	7,125	0,372	0,124	3,000	9,290
T3TTB2T0	7,230	102,200	12,781	0,006	0,602	7,875	0,336	0,144	3,375	4,593
T3TTB3T0	6,490	105,500	5,064	0,029	0,335	4,875	0,331	0,168	5,250	8,142
T3TTB4T0	6,510	91,490	1,688	0,071	0,209	4,500	0,262	0,216	5,250	3,236
T4TTB1T0	7,330	120,200	12,057	0,106	0,142	7,875	0,326	0,165	2,250	12,944
T4TTB2T0	6,690	84,940	6,752	0,052	0,440	3,375	0,336	0,144	3,375	2,192

T4TTB3T0	6,550	91,040	43,647	0,025	0,477	2,625	0,271	0,216	4,125	6,472
T4TTB4T0	7,240	103,200	47,264	0,095	0,223	4,125	0,294	0,209	5,625	8,455
T5TTB1T0	7,020	90,660	16,398	0,012	0,142	4,500	0,423	0,161	4,875	7,724
T5TTB2T0	5,810	79,020	45,094	0,028	1,050	2,625	0,317	0,175	5,250	7,933
T5TTB3T0	5,050	60,520	21,944	0,016	0,201	4,500	0,331	0,179	4,125	4,175
T5TTB4T0	7,400	95,190	11,816	0,048	0,358	9,000	0,308	0,168	2,625	1,284
TC compost					3,084					
TCPC					1,490					
TFTO					2,041					
TOB1Rch	7,860	125,300	21,728	0,046	0,643	7,125	0,445	0,122	3,000	
TOB2Rch	7,990	86,090	28,758	0,054	0,452	3,000	0,392	0,149	4,125	
TOB3Rch	8,120	88,650	40,474	0,112	0,529	6,000	0,381	0,135	2,625	
T1B1Rch	7,900	162,200	48,995	0,065	0,872	4,875	0,397	0,108	4,500	
T1B2Rch	7,960	106,100	28,971	0,049	0,624	7,125	0,370	0,129	2,250	
T1B3Rch	8,190	132,300	38,344	0,057	1,255	1,875	0,515	0,125	4,500	
T2B1Rch	7,930	150,500	47,078	0,046	1,044	7,875	0,402	0,156	2,625	
T2B2Rch	8,060	128,400	46,439	0,054	0,701	9,000	0,435	0,146	2,250	
T2B3Rch	8,130	101,700	46,226	0,032	1,070	7,125	0,504	0,135	3,375	
T3B1Rch	8,090	120,500	34,936	0,033	1,121	8,625	0,365	0,122	1,500	
T3B2Rch	8,030	89,510	48,569	0,083	0,745	7,875	0,386	0,129	3,750	
T3B3Rch	8,160	102,200	89,470	0,052	0,790	7,875	0,354	0,115	3,375	

T4B1Rch	8,140	134,600	54,321	0,040	0,656	4,125	0,424	0,118	3,750	
T4B2Rch	8,140	84,750	20,237	0,037	0,567	5,625	0,343	0,125	1,500	
T4B3Rch	8,240	189,400	52,191	0,051	0,923	3,375	0,547	0,146	5,250	
T5B1Rch	8,020	124,900	37,279	0,028	0,637	4,125	0,386	0,118	4,500	
T5B2Rch	8,180	123,600	38,344	0,055	0,694	4,500	0,435	0,125	5,625	
T5B3Rch	7,980	121,600	70,724	0,076	0,841	4,875	0,381	0,135	4,500	
OiT0B1R	6,710	154,300	22,288	0,010	0,295	4,500	0,520	0,139	4,875	
OiT1B1R	6,880	246,800	23,574	0,040	0,505	5,250	0,719	0,159	3,375	
OiT2B1R	6,970	136,800	19,287	0,035	0,382	6,750	0,467	0,135	1,125	
OiT3B1R	7,060	237,900	32,360	0,043	0,689	4,875	0,692	0,173	2,250	
OiT4B1R	7,140	255,500	41,147	0,014	0,369	1,500	0,762	0,149	4,125	
OiT5B1R	7,210	180,400	21,859	0,012	0,560	3,375	0,708	0,135	1,125	
OiT0B2R	7,270	354,900	14,358	0,009	0,671	4,500	0,939	0,152	1,875	
OiT1B2R	7,330	388,900	21,645	0,012	0,320	2,625	0,987	0,237	1,875	
OiT2B2R	7,370	318,300	23,145	0,006	0,929	6,000	0,885	0,159	2,625	
OiT3B2R	7,350	400,500	29,360	0,023	0,554	2,625	0,960	0,176	4,500	
OiT4B2R	7,280	261,200	33,860	0,049	0,234	3,375	0,708	0,166	5,250	
OiT5B2R	7,380	266,700	44,361	0,026	0,837	5,250	0,799	0,152	3,375	
OiT0B3R	7,580	306,600	24,002	0,053	0,818	1,125	0,765	0,084	1,500	
OiT1B3R	7,530	605,700	26,574	0,014	0,658	6,375	1,084	0,210	1,125	
OiT2B3R	7,560	257,700	18,216	0,013	0,769	6,000	0,638	0,084	4,125	

OiT3B3R	7,500	468,900	30,431	0,012	0,609	5,625	0,829	0,168	2,250	
OiT4B3R	7,800	190,300	15,001	0,012	1,138	1,125	0,510	0,084	2,250	
OiT5B3R	7,700	225,200	24,431	0,021	0,461	6,375	0,638	0,084	1,500	
T0TTB1TR	7,480	112,900	27,431	0,016	0,849	10,500	0,383	0,084	3,375	
T0TTB2TR	7,780	328,700	21,002	0,023	0,572	6,750	0,829	0,084	1,875	
T0TTB3TR	7,610	101,100	11,144	0,014	0,905	4,125	0,255	0,084	2,625	
T0TTB4TR V1 Bambey vérification	7,690	284,000	38,146	0,019	0,375	1,875	0,701	0,126	1,125	
T0TTB4TR V2 Bambey vérification	7,660	134,600	7,715	0,023	0,597	1,125	0,319	0,084	4,875	
T1TTB1TR Bambey	7,570	391,700	57,005	0,026	0,388	1,500	0,765	0,168	4,875	
T1TTB2TR Bambey	7,590	226,300	29,788	0,044	0,598	3,587	0,510	0,168	2,587	
T1TTB3TR Bambey	4,850	25,750	31,500	0,013	0,415	5,547	0,255	0,126	3,587	
T1TTB4TR Bambey	6,890	117,200	62,577	0,028	0,176	5,657	0,255	0,126	3,568	
T2TTB1TR Bambey	7,300	274,900	40,802	0,051	0,584	7,254	0,701	0,126	3,201	
T2TTB2TR Bambey	7,240	114,100	39,745	0,040	0,527	3,255	0,319	0,126	3,021	
T2TTB3TR Bambey	7,530	160,000	36,151	0,042	0,520	5,214	0,574	0,168	3,254	
T3TTB1TR Bambey	7,300	359,300	48,412	0,013	0,112	3,214	0,701	0,126	2,014	
T3TTB2TR Bambey	7,420	149,400	45,664	0,052	0,464	4,214	0,319	0,168	4,012	
T3TTB3TR Bambey	7,490	419,500	57,503	0,042	0,281	10,254	0,893	0,126	5,214	
T3TTB4TR Bambey	7,500	360,200	29,809	0,080	0,169	7,215	0,574	1,848	3,214	
T4TTB1TR Bambey	7,570	304,700	25,158	0,054	0,851	4,214	0,701	0,168	3,215	

T4TTB2TR Bambey	7,540	329,000	42,916	0,035	0,780	6,321	0,765	0,168	3,214	
T4TTB3TR Bambey	7,040	161,700	43,339	0,044	0,394	7,214	0,383	0,168	3,216	
T4TTB4TR Bambey	7,110	517,800	18,815	0,025	0,471	3,256	1,084	0,210	3,012	
T5TTB1TR Bambey	7,600	387,100	10,570	0,067	0,619	4,021	0,957	0,210	3,254	
T5TTB2TR Bambey	7,570	91,530	39,956	0,056	0,204	3,214	0,255	0,126	2,874	
T5TTB3TR Bambey	7,620	119,600	17,124	0,040	0,401	4,856	0,191	0,126	2,654	
T5TTB4TR Bambey	7,550	275,200	46,087	0,062	0,858	6,325	0,574	0,168	2,211	