

PP AT&RD

PAPSEN PAIS ASSISTANCE TECHNIQUE ET RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Sous-Programme Fertilité du sol Rapport technique 1^{er} cycle

ÉTUDE COMPARATIVE DE DIFFERENTS PLANS DE FERTILISATION POUR UNE ADAPTATION AUX CONDITIONS AGROPEDOCLIMATIQUES DES PERIMETRES MARAICHERS DU PAPSEN DANS LA ZONE CENTRE DU SENEGAL



Novembre 2021

Dr Ndèye Hélène DIAGNE
Dr Djibril DJIGAL
M. Ahmadou Bamba NDIAYE
Dr Cyril Diatta
Dr Patrizio Vignaroli
M. Alioune Badara Fall
M. Mamadou KANE
M. Baye Youssou Diop



**CONSIGLIO NAZIONALE
DELLE RICERCHE**



**INSTITUT SÉNÉGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES**

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

- Dr Ndèye Hélène DIAGNE (ISRA CDH), Chargée de recherche, coordonnatrice du programme de recherche au CDH
 - Dr Djibril DJIGAL (ISRA CDH), Chargé de recherche et responsable de l'essai sur les nématodes
 - Dr Cyril Diatta (ISRA CNRA) Chargé de recherche, point focal du projet PPATRD zone centre
 - Dr Patrizio Vignaroli (IBE CNR) Chargé de recherche, responsable scientifique du projet
 - Ahmadou Bamba Ndiaye (ISRA CDH) Ingénieur d'étude, responsable du sous-programme variétal
 - Alioune Badara Fall (IBE CNR) Ingénieur agronome, superviseur des essais
 - M. Baye Youssou DIOP, Stagiaire
 - M. Mamadou KANE (ISFAR), Stagiaire
- et
- Dr Awa NDIAYE (ISRA/CDH) Directrice du CNRA
 - Dr. Ibrahima SARR (ISRA/CNRA) Directeur du CNRA
 - Andrea Di Vecchia (IBE-CNR) Coordinateur PP AT&RD
 - Les Ouvriers agricoles pour leur précieuse collaboration

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



SOMMAIRE

I INTRODUCTION GENERALE.....	1
II PRESENTATION DES SITES D'EXPERIMENTATION	3
II 1 Localisation des sites d'essais	3
II 2 Température.....	3
II 3 Humidité relative	4
II 4 Caractéristiques du sol	5
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.....	9
III 2 1 Matériel végétal	9
III 2 2 Le compost	9
III 2 3 Méthode d'expérimentation	10
III 2 4 Analyses statistiques	18
III 3 Résultats.....	19
III 3 1 Effets des traitements sur le nombre de feuilles des plantes	19
III 3 2 Effets des traitements sur l'encombrement.....	20
III 3 3 Effets des traitements sur la longueur des feuilles	21
III 3 4 Effets des traitements sur la vigueur.....	22
III 3 5 Effets des traitements sur le calibre des bulbes.....	23
III 3 5 Effets des traitements sur le poids moyen des bulbes.....	23
III 3 6 Effets des traitements sur le rendement.....	24
III 3 7 Effets des traitements sur le taux de matière sèche	24
III 3 8 Effets des traitements sur le taux de perte en bulbes	25
III 4 Interprétation des résultats	26
III 4 1 Effet des fertilisants sur les paramètres de croissance et le rendement	26
III 4 2 Effet des traitements sur les paramètres de la conservation	27
III 5 Conclusion	29
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	30
IV 1 Introduction.....	31
IV 2 Matériel et méthodes.....	32

IV 2 1 Matériel végétal	32
IV 2 2 Le compost	32
IV 2 3 Méthode d'expérimentation	33
IV 2 4 Analyses statistiques	39
IV 3 Résultats	40
IV 3 1 Effets des traitements sur le nombre de feuilles des plantes	40
IV 3 2 Effets des traitements sur l'encombrement	41
IV 3 3 Effets des traitements sur la hauteur des plants	42
IV 3 3 Effets des traitements sur la floraison et la nouaison	43
IV 3 4 Effets des traitements sur le calibre des fruits	43
IV 3 5 Effets des traitements sur le poids moyen d'un fruit	44
IV 3 6 Effets des traitements sur le rendement	45
IV 4 Interprétation des résultats	46
IV 4 1 Effets des traitements sur les paramètres de croissance	46
IV 4 2 Effets des traitements sur le rendement	46
IV 5 Conclusion	48
<i>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</i>	<i>49</i>
V 1 Introduction	50
V 2 Matériel et méthodes	50
V 2 1 Matériel végétal	50
V 2 2 Le compost	51
V 2 3 Méthode d'expérimentation	52
V 2 4 Analyses statistiques	57
V 3 Résultats	59
V 3 1 Effets des traitements sur la vigueur	59
V 3 2 Effets des traitements sur l'encombrement et le nombre de feuilles	59
V 3 3 Effets des traitements sur la pomaison	61
V 3 4 Effets des traitements sur le calibre des fruits	61
V 3 5 Effets des traitements sur le poids moyen d'un fruit	62
V 3 6 Effets des traitements sur le rendement	62
V 4 Interprétation des résultats	64
<i>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES</i>	<i>65</i>
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	<i>66</i>

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 termes, 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)** Proposer des formules de compostage appropriée utilisant les MO disponibles au niveau local pour la production d'un compost de qualité avec un rapport C/N convenable aux cultures maraichères dans les conditions agro-pédologique du Bassin arachidier ;
- (ii)** Valider un plan de fertilisation technico-économiquement adapté et efficient pour les cultures maraichères dans la zone d'intervention du PAPSEN ;
- (iii)** 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 première année d'expérimentation (campagne 1), il s'est agi d'évaluer les performances agronomiques du plan de fertilisation organo - minérale associant du compost amélioré et l'engrais minéral sur trois (3) cultures cibles (oignon, chou, gombo et tomate) au niveau du périmètre de recherche du CNRA de Bambey.

II PRESENTATION DES SITES D'EXPERIMENTATION

II 1 Localisation des sites d'essais

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.

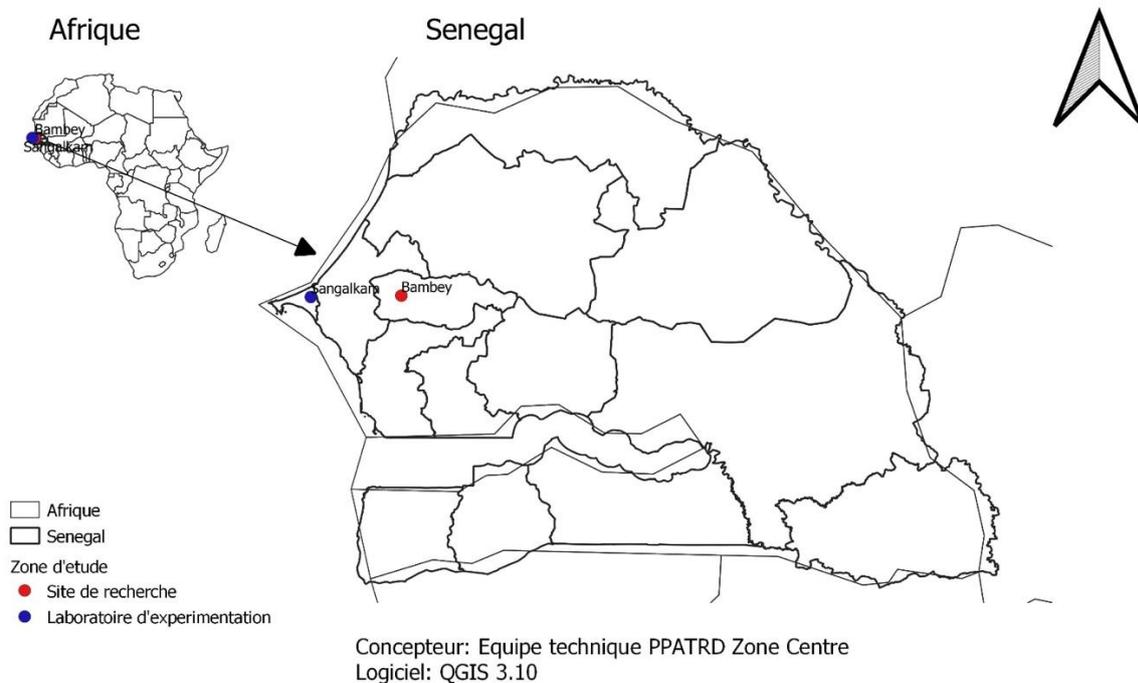


Figure 1 : Représentation du site expérimental

II 2 Température

Durant notre étude, les données de la station météorologiques de Bambey montrent que les températures moyennes maximales varient entre 35°C à 40°C, avec le mois d'avril qui reste le plus chaud. La commune de Bambey peut enregistrer des températures élevées qui peuvent atteindre 40°C surtout pendant la période chaude qui va généralement de mars à juin. Quant aux

températures moyennes minimales, elles ont connu une légère variation avec des minimums de température compris entre 18 °C et 20 °C. Ainsi, les moyennes températures varient entre 27 °C et 30 °C moyennes.

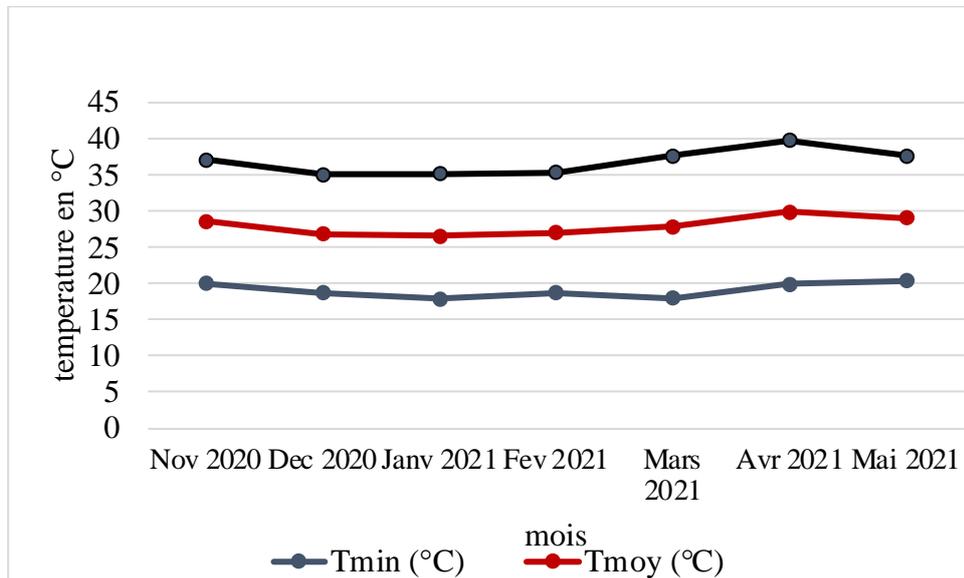


Figure 2 : Evolution des températures de la saison 2020-2021

II 3 Humidité relative

L'humidité relative s'exprime en pourcentage et se définit comme le rapport de la quantité d'eau effectivement contenue dans l'air et la capacité d'absorption à une température donnée. Les humidités relatives moyennes mensuelles à Bambey (Figure 11) varient entre 38% % (janvier) et 60 % (mai). L'humidité relative a atteint le taux le plus bas en janvier.

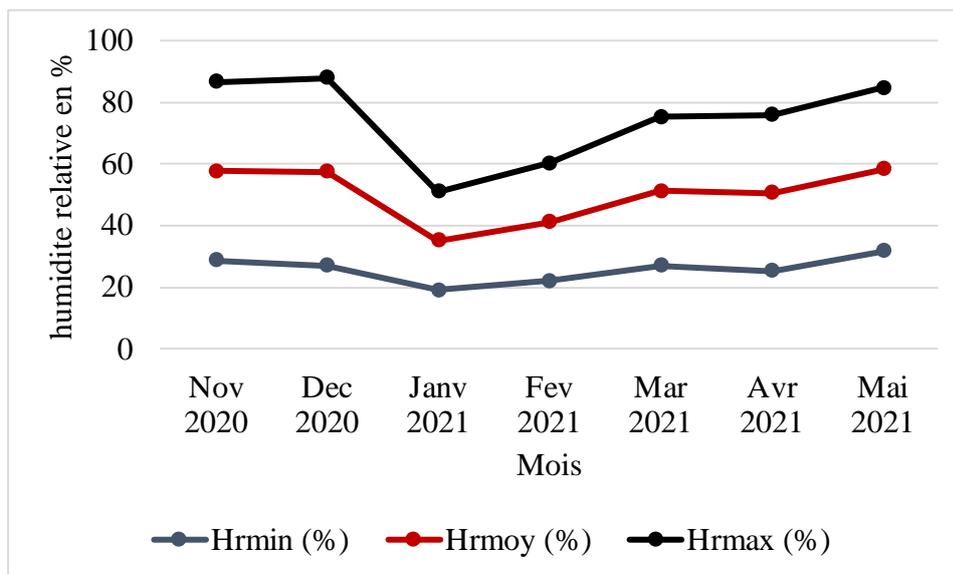


Figure 2 : Evolution de l'humidité relative au cours de la saison 2020-2021

II 4 Caractéristiques du sol

Ce sont des sols profonds et leurs profils pédologiques ne présentent aucun indice pouvant constituer un obstacle à l'enracinement des arbres et des cultures maraîchères. Cependant, leur caractère plus ou moins poreux nécessite la prise de mesures préventives à travers une bonne gestion de l'eau.

La synthèse de l'interprétation des résultats de l'analyse du sol (**Tableau 1**) indique que les sols se caractérisent par la prédominance de textures sableuse (S) dans les horizons superficiels et sablo - limoneuse (SL) à limono - sableuse (LS) en profondeur.

Leurs caractéristiques chimiques leur confèrent 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. Les teneurs en Azote (N) $< 0,1\%$ indiquent que les sols en sont faiblement pourvus. De même, les teneurs en MO $< 1\%$ caractérisent des sols pauvres en matière organique. Les valeurs de C/N indiquent une forte minéralisation susceptible d'entraîner des pertes en N. Avec des teneurs en phosphore généralement basse à moyenne et moyen dans les parties superficiels (0 à 40 cm) les sols ont une réponse très probable à probable aux engrais.

Tableau 1 : Caractéristiques chimiques du sol de Bambey

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 ($\mu S/cm$)	5,84 - 97,23	CE $< 500 \mu S/Cm$, 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

La filière oignon occupe une place importante dans la production et la consommation de légumes pour les populations. En effet, l'oignon est la deuxième spéculature horticole produite au monde après la tomate (Abdoulkhadri et al., 2019). Dans le portefeuille horticole du Sénégal, l'oignon est sans conteste une spéculature majeure. Selon David-Benz et Seck (2018), le volume record de production estimé par la Direction de l'Horticulture à 393 225 t pour la campagne 2015/2016 en fait la première culture maraîchère du pays, loin devant la patate douce (70 000 t), la tomate cerise (70 000 t) et la pomme de terre (67 485 t). Cette production atteint 444 871 tonnes en 2019 avec un rendement de 30,71t/ha. Cependant cette filière est aujourd'hui très menacée. Malgré une offre accrue, l'oignon local est en effet pénalisé par sa qualité, une impossibilité de le stocker dans la durée, des taux de pertes élevés, de la production groupée. De plus, cette production, bien qu'étant en nette augmentation depuis ces dernières années, reste insuffisante et le marché continue à être approvisionné une partie de l'année par des importations. En effet, le Sénégal importe chaque année entre 60 000 et 80 000 tonnes provenant principalement de la Hollande et de la Belgique (Mbengue, 2007). Cette situation d'insuffisance des productions est certes liée à la pauvreté des sols mais aussi à la réduction des surfaces cultivables. Les systèmes de production agricoles dont ceux de la zone centre du pays sont fortement dégradés sous les effets combinés des changements climatiques et de la surexploitation des ressources naturelles (Ngom et al., 2012 et 2017). 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. Dans ce contexte, les producteurs utilisent massivement les engrais chimiques pour espérer garder des niveaux de rendement élevé. Ceci a pour conséquence désastreuse, la pollution des nappes par les nitrates principalement, mais surtout la baisse considérable de la fertilité des terres.

Ainsi, il importe de trouver des solutions face à tous ces freins de la production horticole, par la rééquilibrage du bilan négatif des nutriments par l'utilisation de la matière organique. La valorisation des matières végétales et animales par compostage, représente une énorme source de matière organique des sols. Elle peut permettre d'apporter la fertilisation appropriée dans le respect d'une agriculture saine et respectueuse de l'environnement.

Notre étude s'appuiera donc sur des pratiques agroécologiques avec comme objectif général de contribuer à l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité de l'oignon par gestion durable des agroécosystèmes horticoles. Spécifiquement, il s'agit de :

- évaluer l'effet d'un plan de fertilisation à base de compost enrichi sur les paramètres de croissance et le développement de l'oignon ;
- évaluer l'effet d'un plan de fertilisation à base de compost enrichi sur le rendement et ses composantes ;
- déterminer l'effet d'un plan de fertilisation à base de compost enrichi sur la qualité des bulbes d'oignon et leur aptitude à la conservation.

III 2 Matériel et méthodes

III 2 1 Matériel végétal

La variété choisie est le Violet de Galmi (VDG). C'est un oignon de zone tropicale connu dans toute l'Afrique de l'Ouest. Elle est d'une excellente uniformité. Les caractéristiques de la variété sont consignées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques agromorphologiques du matériel végétal

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., 2014

III 2 2 Le compost

Le compost utilisé a été fabriqué à partir de matières végétales et animales. Le processus de fabrication du compost consiste à poser sur une partie de la dalle en ciment, 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 (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 2 mm. et enrichi avec 5 % de phosphate naturel et 5 % de cendre pour respectivement augmenter ses teneurs en phosphore et en potassium.



Figure 2 : Aspect physique du compost utilisé

Tableau 3 : Composition chimique du compost enrichi

Éléments	Teneur (%)
Azote total	1,41
Phosphore total	1,39
Potassium total	1,92
Matière organique	26,51
Calcium	1,56
Magnésium	0,43
C/N	11,03

III 2 3 Méthode d'expérimentation

III 2 3 1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est en blocs complets randomisés ou blocs de Fisher avec 6 traitements et 3 répétitions. Le principe consistait à affecter au hasard les traitements aux unités expérimentales bloc par bloc par un tirage au sort intégral sans remise. Dans chaque bloc, 6 traitements (T0, T1, T2, T3, T4 et T5) correspondant aux différentes doses de fertilisation. Les blocs sont séparés par 1m et les parcelles élémentaires (PE) d'un même bloc sont espacées d'aussi d'1 m aussi. La surface totale du dispositif a été de 298 m² avec 18 parcelles élémentaire. L'unité expérimentale mesure 6m de long et 1,65m de large soit une superficie de 6 m². Quatre lignes de goutteurs sont installées et 16lignes d'oignons repiquées de façon jumelée deux à deux de part et d'autre de la ligne suivant un écartement de 10 cm entre la ligne et 15 cm sur la ligne sur une densité de 640 plants par parcelle élémentaire



Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

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

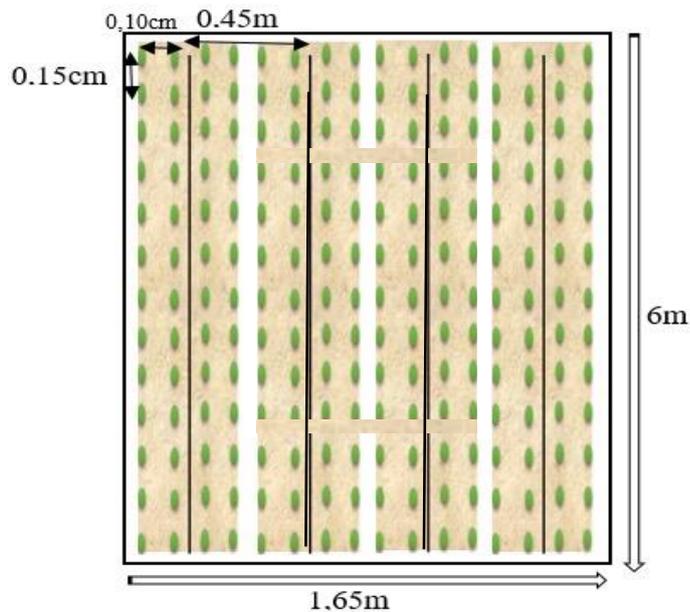


Figure 4 : Schéma de l'unité expérimentale

III 2 3 2 Itinéraire technique

a) Semis en pépinière

La pépinière a été installée à la station de recherche de l'ISRA-CDH à Sangalkam, le 4 décembre 2020. Sur une superficie de 12 m², du fumier de cheval a été épandu et enfoui à la dose 25t/ha. De l'engrais minéral NPK (10-10-20) a été incorporé à la dose 400kg/ha. Un traitement insecticide et nématicide du sol a été effectué au semis. Son développement est suivi durant 45 jours avant repiquage (photo 1).



Photo 1 : Pépinière d'oignon installée à l'ISRA-CDH

b) Installation du système d'irrigation

Après un labour profond (30 cm) de la parcelle d'expérimentation, les parcelles élémentaires ont ensuite été bien nivelées pour arriver à une irrigation homogène et éviter l'accumulation de l'eau qui pourrait asphyxier les jeunes plantes. Le système d'irrigation utilisé pour notre essai

est le système goutte à goutte. L'apport d'eau a été régulier pour toutes les parcelles élémentaires surtout pendant les moments critiques (formation des bulbes, et grossissement des bulbes). L'irrigation a été définitivement arrêtée quand 1/3 des plantes ont eu leur collet ramolli.

c) Repiquage

La photo 2 présente le repiquage de l'essai. Le repiquage a été effectué le 21 janvier 2021 suivant l'écartement : 10cm entre les lignes et 15 cm sur la ligne. Les plantes étaient au stade 3 vraies feuilles et sans aucun symptôme pathogène. Après plantation, un arrosage modéré a été appliqué.



Photo 2 : Dispositif expérimental repiqué avec des plants d'oignon

d) Désherbage

Des séries de désherbage et de binage ont été effectuées en fonction de leur nécessité durant le cycle de développement de la culture. Le désherbage se faisait de façon manuelle et de mécanique à l'aide d'une binette aux 14, 28 et 81^{ème} jours après repiquage (JAR).

e) Fertilisation

Le facteur étudié dans cette expérimentation est la fertilisation. Le calcul de la fertilisation est basé sur l'azote (N) en tenant compte de la valeur fertilisante en N du compost et de son coefficient équivalence engrais. Le sol est pauvre en azote. L'azote est l'élément qui pose potentiellement le plus de problèmes de déficiences ou de pollution. La fertilisation a été apportée sous deux types (tableau 4) :

- Type 1 : fumure de fond avant repiquage ;
- Type 2 : Fumure de couverture à :
 - 20JAR : Début Croissance et développement des plantes

- 40JAR : Début de formation des bulbes
- 60JAR : Début de grossissement des bulbes

Tableau 4 : Nature et composition des traitements

Traitements	Fumure de fond (t/ha)		Fumure de couverture (t/ha)	
	Dose	Nature	Dose	Nature
T1 (recommandation CDH)	20 0,4	Fumier ovin 10-10-20	0,6	10-10-20
T2 (Dose compost calculé)	20 2,847	Compost	4,285	Compost
T3 (Dose compost + 100 %dose engrais minéral)	20 0,4	Fumier ovin 10-10-20	4,285 0,6	Compost 10-10-20
T4 (Dose compost + 50% Dose engrais minéral)	20 0,2	Fumier ovin 10-10-20	4,285 0,3	Compost 10-10-20
T5 ((Dose compost +25% Dose engrais minéral)	20 0,1	Fumier ovin 10-10-20	4,285 0,15	Compost 10-10-20
T0 (Témoin sans apport)	Néant			

f) Traitements phytosanitaires

Les traitements phytosanitaires ont été effectués de façon préventive contre les bioagresseurs de la culture. Ils ont été effectués de façon curative à certaines périodes. Le tableau 5 est un récapitulatif des différents produits utilisés avec leur dose et leur période d'application.

Tableau 5 : Les traitements phytosanitaires appliqués pour l'oignon

Nature	Type de pesticide	Nom commercial du produit	Matière Active	Dose/ha	Période d'application (Jour)
Préventive	Insecticide (traitement du sol)	TRABAN10%GR	Clorpirifos 10% GR	18-22,5 Kg/ha	Avant repiquage Après arrêt de l'irrigation
	Insecticide (contre Thrips)	TAMEGA	Deltaméthrine 25g/LEC	0,5L/ha	15 JAR, 30 JAR et 45 JAR
	Fongicide (contre Alternariose)	IVOPLUS80WP	Mancozèbe 800g/Kg WP	2,5 Kg/Ha	20 JAR, 60JAR
Curative	Fongicide (contre Alternariose)	IVOPLUS80WP	Mancozèbe 800g/Kg WP	2,5 Kg/Ha	60JAR
	Insecticide	SOUMTRA80%	Souffre 80% WDG	3500- 4000g/H	

g) La récolte

L'essai a été récolté manuellement le 6 mai 2021 à la 16^{ème} semaine après repiquage soit un cycle de 116 jours. À cette date, les plantes ont été à 100% ramollies après 28 jours d'arrêt de l'irrigation. La récolte se faisait sur l'ensemble des six (6) traitements à l'aide de binette pour déterrer complètement les bulbes. Sur chaque traitement les bulbes récoltés ont été laissés sur place, le rendement brut global de chaque traitement sera ainsi déterminé après la récolte (photos 3 et 4).



Photo 3 : Arrachage des bulbes d'oignon



Photo 4 : Tas d'oignons récoltés par parcelle

III 2 3 3 Paramètres agronomiques

a) Echantillons et fréquences d'observation

Les observations au niveau de chaque parcelle élémentaire ont porté sur 12 plants (échantillons). En effet, chaque parcelle élémentaire est constituée de 4 lignes de goutteurs dont les deux extrêmes ont été laissés pour maîtriser l'effet de bordure et les 2 autres lignes de goutteurs centrales constituent la zone d'observation. Au niveau de ces lignes centrales, les données ont été prises en évitant les extrémités du stade plantule jusqu'avant la récolte. La collecte de données s'est effectuée aux 30^e, 45^e et 60^e jours après repiquage (figure 6)

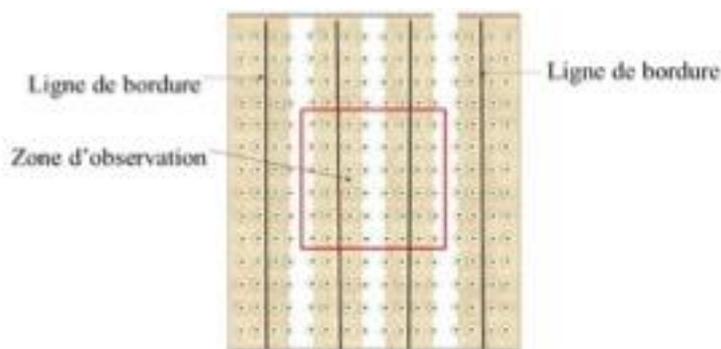


Figure 6 : Zone d'observation des paramètres agronomiques pour l'oignon

b) Paramètres de croissance

- Le nombre de feuilles : cette variable est obtenue par comptage du nombre de feuilles de 12 plants centraux échantillons par parcelle élémentaire.
- La vigueur : elle renseigne sur la capacité photosynthétique de la plante. Elle a été déterminée au niveau des plantes de la zone d'observation. L'appareil utilisé est le GreenSeeker. Il permet de déterminer l'indice de la réflectance photosynthétique de l'azote. Il s'agit d'un appui long sur

la console et de maintenir stable l'appareil à une hauteur d'au moins 50 cm et la vigueur de la plante sera ainsi déterminée par une valeur qui s'affiche sur l'appareil.

- L'encombrement : il correspond au diamètre du houppier de la plante. Il est obtenu par mesure de la distance des deux feuilles extrêmes de la plante par le ruban-mètre.

- La hauteur : elle correspond à la distance du sol au sommet de la plante, apex de la dernière feuille. Elle a été mesurée à l'aide d'un ruban-mètre.

c) Paramètres du rendement

Le calibre des bulbes : il est obtenu en mesurant les diamètres équatorial et polaire de 12 bulbes sains au niveau de chaque traitement. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse (photo 5 et 6).



Photo 5 : Mensuration du diamètre équatorial



Photo 6 : Mensuration du diamètre polaire

Le poids moyen des bulbes : Il s'agit d'évaluer à partir des échantillons de bulbes sains récoltés, le poids individuel de chaque bulbe pour tous les traitements à partir d'une balance électronique de laboratoire. La variable est déterminée en faisant la moyenne des observations individuelles sur chaque traitement.

Le rendement agronomique : La production est déterminée par pesage juste après la récolte pour chaque parcelle élémentaire. Le rendement agronomique est obtenu par le rapport entre la production brute de chaque parcelle d'échantillonnage et est exprimé en t/ha.

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 (bulbes blancs, et les bulbes de très petit calibre).

d) paramètres de conservation

Le taux de matière sèche : cette variable nous renseigne sur le niveau de la teneur en eau des bulbes étudiés. Les échantillons sont séchés à l'étuve pendant 48 h et pesés sur une balance électronique de laboratoire. Les poids sec (après étuvage) et frais (avant étuvage) des 12 bulbes étuvés au niveau des différents traitements sont déterminés.

Le taux de pourriture : Il consiste à faire des tris hebdomadaires pour écarter les bulbes qui ne sont plus en état de consommation. Le poids perdu en bulbe pour chaque traitement a été déterminé hebdomadairement à l'aide d'une balance.

III 2 4 Analyses statistiques

Les données collectées ont été enregistrées et traitées à l'aide du tableur Microsoft office Excel2013, qui a permis leurs organisations et les calculs élémentaires (sommés et moyennes). Les analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées par le logiciel Gentstat Release édition II.1. La séparation des moyennes a été faite par 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

III 3 1 Effets des traitements sur le nombre de feuilles des plantes

Au 30^e jour, le traitement T3 à base d'organo-minéral comprend le nombre moyen de feuilles le plus élevé avec (5,75) suivi de T2 à base de compost seul (5,53). Le témoin sans apport (T0) a donné moins de feuilles (5,22). Seul le traitement T3 enregistre un nombre de feuilles significativement ($p < 0,05$) plus élevé comparé au T0 (tableau 6).

Au 45^e jour, l'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements ($P = 0,003$). Les traitements T2, T1 et T3 sont similaires. Ils enregistrent un plus grand nombre de feuilles sont significativement plus élevé que celui des autres traitements (T0, T4 et T5).

A 60 JAR, le traitement T0 enregistre le plus petit nombre de feuilles. Le traitement T2 à base de compost donne un nombre de feuilles (11,08) significativement plus élevé ($p < 0,001$) que celui du traitement T1 (engrais minéral seul). Il est suivi par les traitements T3 et T5 qui sont significativement différents du T0.

Tableau 6 : Effets des traitements sur le nombre de feuilles des plantes

Traitements	Nombre de feuilles		
	30 JAR	45 JAR	60 JAR
T0	5,22 ± 0,106 ^b	8,03 ± 0,19 ^b	8,92 ± 0,22 ^c
T1	5,36 ± 0,127 ^{ab}	8,97 ± 0,19 ^a	9,47 ± 0,28 ^{bc}
T2	5,53 ± 0,157 ^{ab}	9,00 ± 0,25 ^a	11,08 ± 0,22 ^a
T3	5,75 ± 0,122 ^a	9,06 ± 0,25 ^a	10,08 ± 0,22 ^{ab}
T4	5,33 ± 0,120 ^{ab}	8,50 ± 0,26 ^b	9,50 ± 0,26 ^{bc}
T5	5,31 ± 0,131 ^{ab}	8,83 ± 0,16 ^b	10,08 ± 0,31 ^{ab}
Moyenne + Ecart-type	5,42 ± 0,13	8,74 ± 0,20	9,86 ± 0,25
Coefficient de variation (%)	14,1	14,0	15,4
Probabilité et signification	0,050 [*]	0,003 ^{**}	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

III 3 2 Effets des traitements sur l'encombrement

Le tableau 7 est une représentation de l'encombrement à 30, 45 et 60 JAR. L'analyse de la variance de l'encombrement au 30^e jour après repiquage montre une différence significative en fonction des différents traitements ($p < 0,001$). Les plantes les plus encombrantes ont été données par les traitements T3 (6,83 cm), T1 (6,72 cm) et T2 (6,51 cm), tous du même (groupe a). Les plantes les moins encombrantes sont données par T0, T4 et T5.

Au 45^e jour, l'analyse de la variance ne montre aucune différence significative entre les traitements. La comparaison des moyennes a placé tous les traitements dans le même groupe. Les traitements ont des encombrements similaires.

L'analyse de la variance montre une différence significative au 60^e jour. Les plantes qui ont reçu le traitement T2 sont significativement plus encombrantes. Il est suivi par le traitement T3. Les autres traitements T1, T4 et T5 sont moins encombrantes et similaires à T0.

Tableau 7 : Effets des traitements sur l'encombrement de

Traitements	Encombrement des feuilles		
	30 JAR	45 JAR	60 JAR
T0	4,97 ± 0,15 ^{bc}	14,72 ± 0,73 ^a	18,07 ± 0,45 ^c
T1	6,72 ± 0,36 ^a	15,18 ± 0,64 ^a	19,82 ± 0,46 ^{bc}
T2	6,51 ± 0,56 ^{ab}	14,82 ± 0,88 ^a	23,26 ± 0,48 ^a
T3	6,83 ± 0,62 ^a	14,20 ± 0,61 ^a	20,72 ± 0,60 ^b
T4	4,75 ± 0,22 ^c	15,90 ± 0,66 ^a	19,46 ± 0,29 ^{bc}
T5	5,47 ± 0,29 ^{abc}	14,18 ± 0,56 ^a	19,81 ± 0,24 ^{bc}
Moyenne + Ecart-type	5,88 ± 0,39	14,97 ± 0,67	20,19 ± 0,44
Coef de variation (%)	39,9	26,8	13,0
Probabilité et signification	< 0,001 ^{***}	0,707 ^{ns}	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

III 3 3 Effets des traitements sur la longueur des feuilles

Le tableau 8 présente l'effet des traitements sur la longueur des plantes. L'analyse de variance au 30^e jour permet de voir que les traitements montrent une différence hautement significative ($p < 0,0001$). Les feuilles les plus courtes (24,319cm) ont été données par T0. Les plantes qui ont reçu les traitements de compost T2 et d'organo-minéral T3 ont donné les feuilles les plus longues avec respectivement 29,68 cm et 30,11 cm et sont significativement différents des traitements T0, T4 et T5.

Au 45^e jour, tous les traitements avec fertilisation permettent d'avoir pratiquement des feuilles de longueur similaire et qui sont significativement ($p < 0,001$) plus élevées que celles de T0 (43,01) cm.

A 60 JAR, l'analyse de la variance de la longueur des plantes en fonction des différents traitements reste hautement significative ($p < 0,001$). Les traitements à compost seul T2 (61,989cm) et T3 présente des longueurs de feuilles similaires. Ils sont suivis par T1, T5 et T4. Le traitement T0 donne les feuilles les plus significativement ($p < 0,001$) courtes.

Tableau 8 : Effets des traitements sur la longueur des feuilles

Traitements	Longueur des feuilles (cm)		
	30 JAR	45 JAR	60 JAR
T0	24,32 ± 0,64 ^c	43,01 ± 0,97 ^b	50,91 ± 0,96 ^c
T1	27,78 ± 0,99 ^{ab}	51,68 ± 1,62 ^a	59,25 ± 0,88 ^{ab}
T2	29,68 ± 1,09 ^a	53,39 ± 1,46 ^a	61,99 ± 1,39 ^a
T3	30,11 ± 0,84 ^a	52,13 ± 1,20 ^a	59,74 ± 0,94 ^a
T4	26,14 ± 0,79 ^{bc}	49,49 ± 1,23 ^a	55,70 ± 0,86 ^b
T5	25,48 ± 0,83 ^{bc}	50,79 ± 1,27 ^a	58,41 ± 1,16 ^{ab}
Moyenne + Ecart-type	27,25 ± 0,77	50,08 ± 1,08	57,67 ± 0,99
Coef de variation (%)	16,8	12,9	10,3
Probabilité et signification	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

III 3 4 Effets des traitements sur la vigueur

Le tableau 9 représente l'effet des traitements sur la vigueur des plants. A 30 JAR, l'indice de réflectance photosynthétique obtenu avec l'organo-minéral T3 (0,295) a été significativement plus élevé qu'avec les autres traitements. Le compost T2 (0,263) et l'engrais minéral T1(0,266) permettent d'obtenir des vigueurs pratiquement similaires. T5, T4 et T0 ont donné pratiquement les mêmes et plus faibles vigueurs (groupe c) avec la plus petite vigueur notée avec T0 (0,218).

Au 45^e jour, les vigueurs les plus élevées sont obtenues avec les plantes ayant reçu les traitements T3 et T1. Ces derniers sont significativement différents des traitements T2, T5, T4 et T0.

A 60 JAR, les traitements T1, T2 et T3 donnent les vigueurs les plus importantes. Les traitements à base de compost seul (0,548) et à base de compost + 100% engrais minéral (0,544) ont eu des vigueurs plus élevées que le traitement à l'engrais minéral (0,543). T4 (0,487), T5 (0,497) et T0 (0,475) permettent d'enregistrer les indices de réflectances photosynthétiques significativement plus faibles.

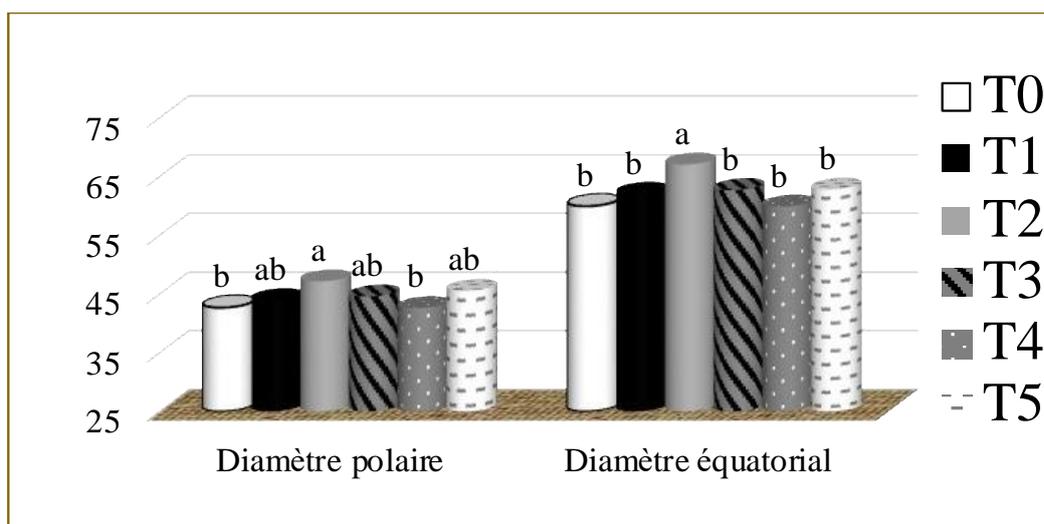
Tableau 9 : Effets des traitements sur la longueur des feuilles

Traitements	Vigueur des plantes		
	30 Jour	45 Jour	60 Jour
T0	0,218 ± 0,006 ^d	0,307 ± 0,004 ^b	0,475 ± 0,005 ^b
T1	0,266 ± 0,007 ^{ab}	0,360 ± 0,008 ^a	0,542 ± 0,006 ^a
T2	0,263 ± 0,011 ^{bc}	0,323 ± 0,006 ^b	0,548 ± 0,006 ^a
T3	0,295 ± 0,009 ^a	0,359 ± 0,005 ^a	0,554 ± 0,004 ^a
T4	0,214 ± 0,005 ^d	0,313 ± 0,006 ^b	0,487 ± 0,007 ^b
T5	0,232 ± 0,007 ^{cd}	0,307 ± 0,007 ^b	0,497 ± 0,008 ^b
Moyenne + Ecart-type	0,248 ± 0,008	0,328 ± 0,006	0,517 ± 0,006
Coefficient de variation (%)	19,0	10,7	6,8
Probabilité et signification	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

III 3 5 Effets des traitements sur le calibre des bulbes

La figure 7 montre que le traitement T2 à base de compost seul donne un diamètre significativement plus grand (47,122mm) que ceux des traitements T0 (42,67 mm) et T4 (42,58 mm). Les traitements T0, T1, T3, T4 et T5 ont des diamètres similaires. Concernant le diamètre équatorial T2 (67,02 mm) donne toujours un diamètre moyen significativement plus élevé que ceux des traitements T0, T1, T3, T4 et T5 qui ont des diamètres similaires.

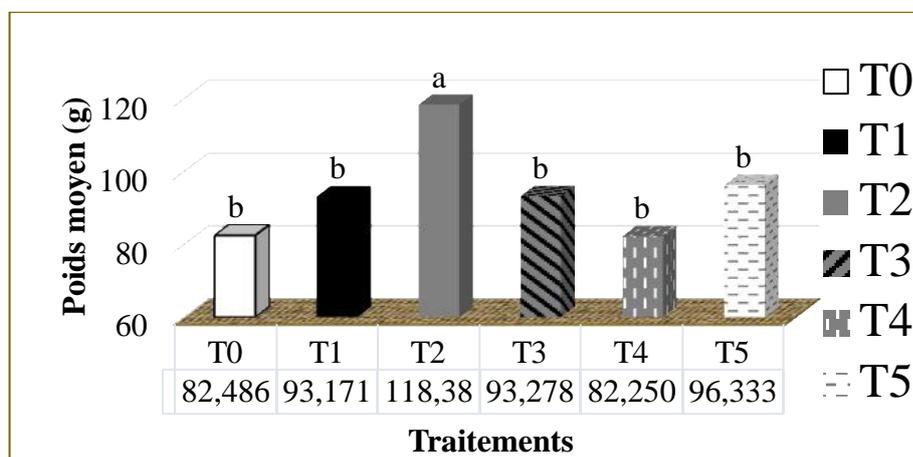


T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 7 : Effets des traitements sur le calibre des bulbes

III 3 5 Effets des traitements sur le poids moyen des bulbes

Les résultats sur la **figure 10** renseignent sur le poids moyen des bulbes récoltés. Le groupe supérieur, formé par le traitement T2 avec une moyenne de 118, 38g, présente une différence significative ($p < 0,001$) par rapport au groupe inférieur constitué des T0, T1, T3, T4 et T5 avec des moyennes variant entre 82,250 à 96,333g.

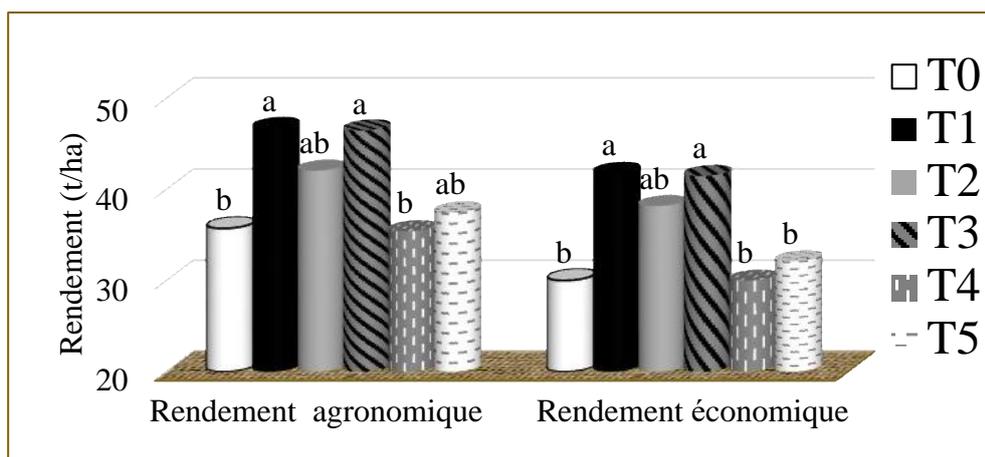


T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 8 : Effets des traitements sur le poids moyen des bulbes

III 3 6 Effets des traitements sur le rendement

La figure 9 présente l'effet des différents traitements sur les rendements agronomiques et économiques. Le meilleur rendement agronomique a été obtenu avec le témoin de référence à l'engrais minérale (T1) avec une moyenne de 46,734t/ha sans différence significative (groupe a) avec le traitement à base de compost + 100% engrais minéral (T3) qui donne 45,993t/ha. Ces deux traitements ne sont pas statistiquement différents du traitement T2 à base de compost seul qui donne un rendement de 42,054t/ha. La dose compost + 50% engrais minérale (T4) constitue avec le témoin de référence (T0) le groupe inférieur avec un rendement de 35,723t/ha. Les mêmes tendances sont observées pour le rendement économique

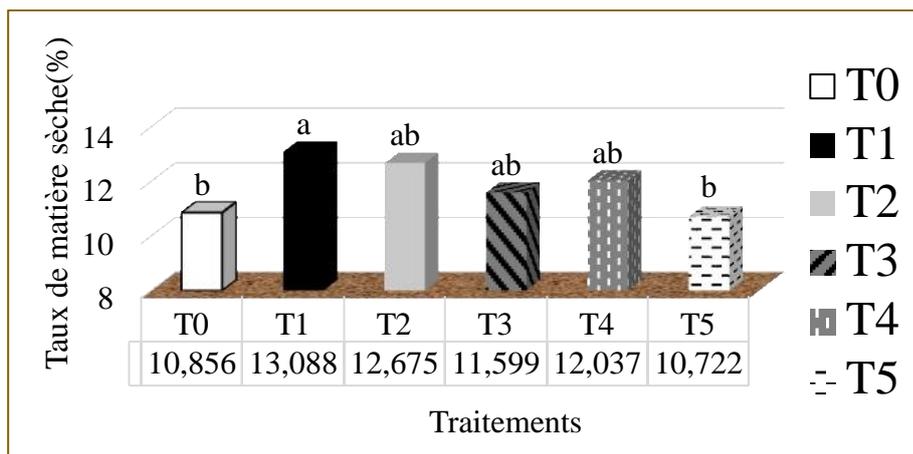


T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 9 : Effets des traitements sur le rendement

III 3 7 Effets des traitements sur le taux de matière sèche

La figure 10 montre que le traitement à l'engrais minéral (T1) est distingué par le taux de matière sèche le plus élevé (13,09%) non statistiquement différent des traitements (T2, T3 et T4) qui donnent un taux au moins égal à 11,60%. Le témoin absolu (T0) et le traitement T5 donnent les plus faibles taux au moins égaux à 10,72%.

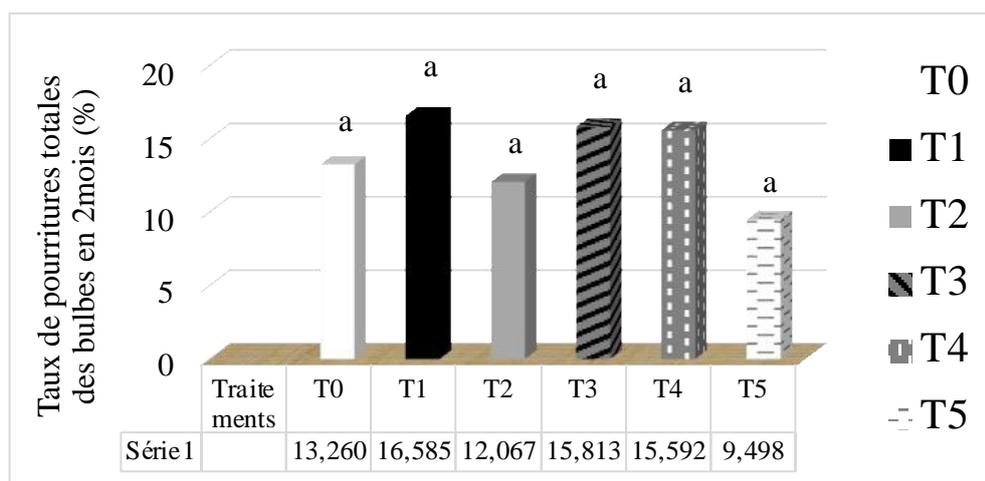


T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 10 : Effets des traitements sur le taux de matière sèche

III 3 8 Effets des traitements sur le taux de perte en bulbes

La figure 11 montre le taux de pourritures des bulbes en fonction des traitements après deux (2) mois de conservation. Le taux de perte le plus élevé est noté avec le traitement à l'engrais minéral (T1) avec 16,59 % suivi du traitement T3 (compost + 100% engrais minéral) avec 15,81%. Les traitements T2 (compost seul) et T5 (compost + dose minimal engrais minéral) donnent les taux de pertes les plus faibles 12,067% et 9,498%. Aucune différence significative n'est montrée par l'analyse statistique.



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 valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 11 : Effets des traitements sur le taux de pourriture des bulbes

III 4 Interprétation des résultats

III 4 1 Effet des fertilisants sur les paramètres de croissance et le rendement

Bien que les différences observées entre l'amendement organique (compost seul) et engrais chimique ne soient significatives aux 45 premiers jours, la croissance des plantes en encombrement et en vigueur a été plus rapide dans les parcelles à fumure minérale que dans celles à compost seul. Cela s'explique par le fait que l'engrais minéral, disposant d'éléments minéraux (NPK) à forte concentration directement assimilables, avec l'azote qui aurait favorisé la croissance rapide des plantes. Mais à deux mois après repiquage, le développement ainsi que la croissance foliaire et l'encombrement des plantes ont été significativement meilleurs avec le compost seul ou combiné à 100% minéral qu'avec l'engrais minéral. Et la longueur des feuilles a été légèrement supérieure avec le compost seul ou combiné à 100% minéral qu'avec l'engrais minéral durant toute la durée de prise des mesures. Ces résultats corroborent ceux de Bouzou, (2009) qui stipulent que l'apport de compost induit significativement une augmentation sur les paramètres de croissance et de développement. Cela se justifierait d'une part par la fonction d'engrais organique du compost (rôle de fertilisant chimique avec apport de NPK et d'oligo-éléments pour les plantes), dont l'azote et des microéléments immédiatement disponibles pour les plantes. D'autre part, par sa fonction d'amendement du sol, le compost améliore la structure du sol par une bonne aération facilitant le développement racinaire des plantes, favorise la formation de mottes (particules minérales du sol cimenté) et donc plus d'eau et d'éléments minéraux à la disposition des plantes pendant longtemps. De plus, la matière organique apportée par les composts augmente la capacité de rétention en eau du sol (**Tittarelli et al., 2007 ; Bünemann et al., 2018**) ce que l'engrais minéral n'a pu faire. Le compost augmente la CEC des sols donc augmente leur capacité à retenir les éléments nutritifs. Ainsi, l'intégration de compost en remplacement des produits fertilisants ou en combinaison avec ceux-ci est un moyen à considérer pour relever la qualité de nos sols pauvres en matière organique et répondre correctement aux besoins de la culture. Ceci est conforté dans nos résultats par le traitement avec l'organo-minéral à la dose 100 % où la croissance obtenue a été supérieure au traitement à l'engrais minéral durant toutes les périodes de la durée des mesures. Cette augmentation peut s'expliquer par le fait que l'application des amendements organiques et des engrais minéraux rend plus disponibles les éléments de croissance des plantes tels que le phosphore comme l'indiquent **Somda et al., (2017)**. Cela pourrait aussi s'expliquer par la combinaison de ces deux actions, qui stimulerait la croissance des plantes, en créant un environnement racinaire favorable à l'assimilation des nutriments par les plantes.

Les résultats ont montré que l'application de doses de compost seul a eu un effet positif sur les composantes du rendement de l'oignon Violet de Galmi. En effet, le calibre (diamètre équatorial, diamètre polaire) et le poids moyen des bulbes ont été influencés positivement par le compost avec des moyennes supérieures comparativement au témoin de référence à l'engrais minéral. Ces résultats sont en phase avec ceux de **Ngom et al., (2017)** obtenus sur la tomate et l'oignon et qui stipulent que les paramètres agronomiques mesurés sont influencés positivement par le compost enrichi. Ces résultats pourraient être dus aux suppléments de phosphore et de potassium contenu dans la cendre et le phosphate naturel combinés aux éléments minéraux du compost initial (NPK, microéléments). Ces éléments permettraient un bon développement racinaire, un grossissement des bulbes et donc une augmentation du poids moyen des bulbes.

L'application d'engrais minéral a permis d'avoir un meilleur rendement suivi de la combinaison du compost et de la dose 100% de l'engrais minérale. Le compost seul a donné un rendement similaire à ces traitements à la dose 100% engrais minéral. Ceci pourrait s'expliquer aux bonnes performances uniformes du compost enrichi sur l'ensemble des composantes de rendement. L'ajout de dose réduite d'engrais minéral (25%, 50%) sur le compost seul n'a pas eu d'effets sur celui-ci. Ceci montre que les apports de fertilisants doivent être en réponse aux besoins de la culture. S'ils ne sont pas atteints ou pas couverts, on peut enregistrer une réduction de l'efficacité.

III 4 2 Effet des traitements sur les paramètres de la conservation

Après deux (2) mois de conservation, les pertes les plus importantes ont été observées chez les bulbes fertilisés avec l'engrais chimique exclusive comparativement au compost seul ou combiné à 25% minéral. Les pourritures des bulbes observées peuvent être liées à la dose azotée. Selon **Kurtz et al., (2013)**, la conservation des bulbes d'oignon peut se trouver affectée par les excès d'azote du fait d'une entrée en germination plus précoce, d'une augmentation des pourritures en conservation et d'une baisse de fermeté des bulbes. 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 (**Moumouni, 2006**). L'absence d'autres types de pertes outre celles engendrées par les moisissures pourrait être expliquée par le séchage effectué au champ avec un arrêt de plus de trois semaines d'irrigation avant la récolte. Cette situation diminuerait la teneur en eau des bulbes récoltés et donc les pertes durant la conservation. Les résultats obtenus avec le compost seul peuvent aussi être expliqués par leur 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

La valorisation des déchets organiques par compostage et leur intégration dans un plan de fertilisation s'inscrit dans une gestion durable des sols. 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 la dose d'engrais minéral recommandé a favorisé une croissance plus rapide des plantes en début du cycle de développement. Cependant, il est rejoint par le compost seul. L'organo-minéral à base de compost associé à la dose 100% engrais minéral a entraîné une augmentation de la croissance des plantes. Sur les composantes de la production, le compost seul a permis d'avoir les plus gros calibres et les poids moyens des bulbes les plus élevés. Ce qui a fait que malgré le rendement agronomique le plus élevé obtenu par le l'engrais minéral NPK suivis de la combinaison du compost et de l'engrais minéral à la dose 100% par rapport au compost seul, la différence n'a pas été significative. L'apport de la fertilisation mixte compost + 50% et 25% de NPK n'a pas permis un bon développement de la culture. On en déduit que ces apports ne permettent pas de couvrir les besoins de la culture. L'engrais chimique (T1) a révélé le plus grand taux de pourriture des bulbes à 2 mois de conservation. 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 assimilabilité des éléments nutritifs par la plante de l'oignon dans les conditions pédologiques de Bambey. Il faut aussi noter que même si le compost seul peut se révéler efficace, la dose à apporter peut-être confrontée à la disponibilité de la matière organique dans une politique de vulgarisation.

Ainsi, nous pouvons émettre les perspectives suivantes :

- répéter l'expérimentation dans les mêmes conditions expérimentales pour la confirmation des résultats.
- 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

La tomate est, juste après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde soit frais soit après transformation. Elle est cultivée sous toutes les latitudes dans les conditions très variées (climats, modes de production...). Ceci démontre une grande plasticité originelle des variétés. Sa production au niveau mondial a progressé régulièrement et s'est accrue considérablement durant les trois dernières décennies. Sa production au Sénégal est passée de 168 000 tonnes en 2017 à 194 000 tonnes en 2020 selon la direction de l'horticulture.

Le Sénégal a produit 189 639 tonnes de tomates en 2013 soit 9 639 tonnes de plus que l'année précédente. En effet, sur une production nationale de 845 535 tonnes de légumes en 2013, la tomate occupe la deuxième place après l'oignon (FAOSTAT, 2016). C'est une plante très importante qui figure parmi les principales cultures maraichères des dix pays du réseau africain pour le développement de l'horticulture (RADHORT) dont le Sénégal est membre. C'est une source importante de vitamines, une culture de rente qui contribue à l'équilibre du régime alimentaire. Cependant, les systèmes de production agricoles dont ceux de la zone centre du pays 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 ; Ndour, 2001 ; 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. Ceci justifie l'importance de cette étude ayant pour thème : Évaluation de l'efficacité biologique d'un compost enrichi, sur la productivité et la qualité de la tomate (*Solanum lycopersicum*) dans les conditions agropédologiques de Bambey.

L'objectif général est de contribuer à l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité de tomate par gestion durables des agroécosystèmes horticoles. De façon spécifique, il s'agit de :

Évaluer l'effet d'un plan de fertilisation à base de compost enrichi sur les paramètres de croissance, de développement et de production de la tomate ;

Évaluer l'effet combiné du compost enrichi et de l'engrais minéral sur les mêmes paramètres.

IV 2 Matériel et méthodes

IV 2 1 Matériel végétal

La variété choisie est la F1 Mongal. C'est un hybride sélectionné au Sénégal par Technisem/Tropicasem. La plante est à croissance déterminée, port érigé, couleur des fleurs jaunes. La maturité a lieu environ 65 jours après repiquage. Elle est également caractérisée par une production de fruits moyens (90 à 120g), ronds et aplatis. C'est une variété qui peut se cultiver toute l'année. La couleur des fruits est rouge vif à maturité avec une fermeté molle. De plus, F1 Mongal possède une résistance à *Ralstonia solanacearum*, *Meloidogyne incognita*, au Tomato Yellow Leaf Curl Virus entre autres.

IV 2 2 Le compost

Le compost utilisé a été fabriqué à partir de matières végétales et animales. Le processus de fabrication du compost consiste à poser sur une partie de la dalle en ciment, 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 (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 2 mm. et enrichi avec 5 % de phosphate naturel et 5 % de cendre pour respectivement augmenter ses teneurs en phosphore et en potassium.



Figure 12 : Aspect physique du compost utilisé

Tableau 10 : Composition chimique du compost enrichi

Éléments	Teneur (%)
Azote total	1,41
Phosphore total	1,39
Potassium total	1,92
Matière organique	26,51
Calcium	1,56
Magnésium	0,43
C/N	11,03

IV 2 3 Méthode d'expérimentation

IV 2 3 1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est en bloc aléatoire complet ou bloc de FISHER avec 06 traitements et 04 répétitions (Figure 13). Les blocs sont disposés dans le sens de la longueur des gaines de goutte à goutte. Les blocs sont distants de 2m tandis que l'espace entre parcelles élémentaires d'un même bloc est de 1m. L'unité expérimentale est une parcelle de 4m de longueur sur 2 m de largeur, comportant 5 lignes de goutte à goutte distantes de 45cm. Chaque parcelle élémentaire contient 40 plants de tomate en raison de 8 plants par ligne avec un écartement entre 02 plants égal à 50cm. La superficie totale du champ expérimental est de 307,7 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

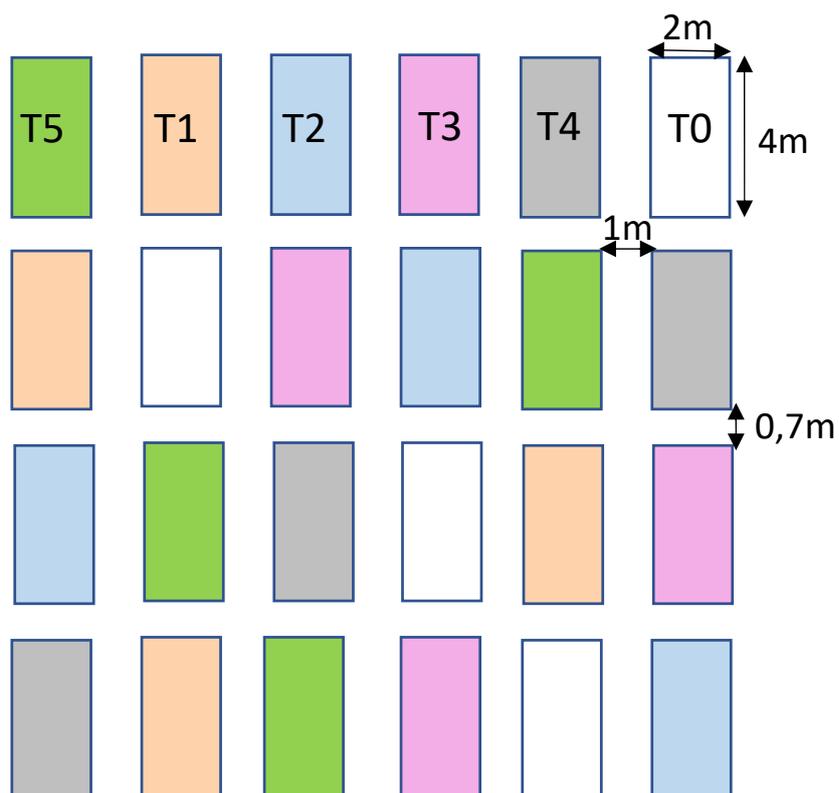


Figure 13 : Schéma du dispositif expérimental

IV 2 3 2 Itinéraire technique

a) Semis en pépinière

La pépinière a été installée à la station de recherche de Bambey, le 12 février 2021. Elle est faite sur des alvéoles avec du terreau conditionné pour un nombre total de 11 alvéoles (photo 7).



Photo 7 : Pépinière de tomate

b) Installation du système d'irrigation

Le système d'irrigation utilisé pour notre essai est le système goutte à goutte. Après un labour profond (30 cm) de la parcelle d'expérimentation, les parcelles élémentaires ont été bien nivelées pour arriver à une irrigation homogène et éviter l'accumulation de l'eau qui pourrait asphyxier les jeunes plantes. L'apport d'eau pour toute la parcelle expérimentale se fera en fonction des besoins estimatifs en eau de la tomate et de la capacité au champ du sol.

c) Repiquage

Le repiquage de la tomate a été effectué le 17 mars janvier 2021. Les poquets ont été matérialisés suivant un écartement de 50cm Soit 35 poquets par parcelle élémentaire. Ce qui fait un total de 840 plants de tomates.



Photo 8 : Repiquage de la tomate

d) Désherbage

Des séries de sarclage et de binage ont été effectuées tous les 15 jours et après chaque apport de fertilisant.

e) Fertilisation

Le facteur étudié dans cette expérimentation est la fertilisation. Le calcul de la fertilisation est basé sur l'azote (N) en tenant compte de la valeur fertilisant en N du compost et de son coefficient équivalence engrais. Le sol est pauvre en azote. L'azote est l'élément qui pose potentiellement le plus de problèmes de déficiences ou de pollution. La dose de fertilisation retenue est celle permettant de couvrir les besoins de l'oignon. La fertilisation a été apportée sous deux types (tableau 11) :

- Type 1 : fumure de fond avant repiquage ;
- Type 2 : Fumure de couverture à 15 JAR, 30 JAR, 60 JAR et 80 JAR

Tableau 11 : Nature et composition des traitements

Traitements	Fumure de fond (t/ha)		Fumure de couverture (t/ha)	
	Dose	Nature	Dose	Nature
T1 (recommandation CDH)	20	Fumier ovin	0,96	10-10-20
	0,24	10-10-20		
T2 (Dose compost calculé)	20	Compost	11,43	Compost
	2,857			
T3 (Dose compost + 100 %dose engrais minéral)	20	Fumier ovin	11, 43	Compost
	0,24	10-10-20	0,96	10-10-20
T4 (Dose compost + 50% Dose engrais minéral)	20	Fumier ovin	11,43	Compost
	0,12	10-10-20	0,48	10-10-20
T5 ((Dose compost +25% Dose engrais minéral)	20	Fumier ovin	11,43	Compost
	0,06	10-10-20	0,24	10-10-20
T0 (Témoin sans apport)	Néant			

f) Traitements phytosanitaires

Les traitements phytosanitaires sont effectués de façon préventive contre les bioagresseurs de la culture. Il s'agissait de pulvériser les plantes en utilisant un pulvérisateur de 16 litres avec des produits pour prévenir les attaques. Le tableau 12 est un récapitulatif des différents produits utilisés avec leur dose et leur période d'application.

Tableau 12 : Les traitements phytosanitaires appliqués

Pathogènes et ravageurs cibles	Matière active	Période d'application
Tuta absoluta et Lyriomisa	Amamectine	10 JAR
Helicoverpa armigera	Lambda-cyhalothrine	30 JAR
Alternariose	Soufre	35 JAR
Fusariose	Azoxystrobine	15 JAR
Bemisia tabaci	Cypermethrine	20 JAR
Antrachnose	Oxychlorure de cuivre	25 JAR

g) La récolte

La première récolte a eu lieu le 26 mai 2021 soit 69 jours après repiquage. Au niveau de chaque parcelle élémentaire, tous les pieds ayant des fruits mûrs ont été récoltés. Un nombre total de 5 récoltes a été effectué.

IV 2 3 3 Paramètres et variables étudiés

h) Echantillons et fréquences d'observations

Les observations au niveau de chaque parcelle élémentaire ont porté sur 12 plants (échantillons). En effet chaque parcelle élémentaire est constituée de 5 lignes de goutteurs dont les deux extrêmes ont été laissés pour effet de bordure et les 3 autres lignes de goutteurs centrales constituent la zone d'observation. Au niveau de ces lignes centrales, les données ont été prises en évitant les extrémités du stade plantule jusqu'avant la récolte. La collecte de données s'est effectuée aux 15^e, 30^e et 45^e jours après repiquage.

i) Paramètres de croissance

- Le nombre de feuilles : cette variable est obtenue par comptage du nombre de feuilles de 12 plants centraux échantillons par parcelle élémentaire.

- La vigueur : elle renseigne sur la capacité photosynthétique de la plante. Elle a été déterminée au niveau des plantes de la zone d'observation. L'appareil utilisé est le GreenSeeker. Il permet de déterminer l'indice de la réflectance photosynthétique de l'azote. Il s'agit d'un appui long sur la console et de maintenir stable l'appareil à une hauteur d'au moins 50 cm et la vigueur de la plante sera ainsi déterminée par une valeur qui s'affiche sur l'appareil.

- L'encombrement : il correspond au diamètre du houppier de la plante. Il est obtenu par mesure de la distance des deux feuilles extrêmes de la plante par le ruban-mètre.

- La hauteur : elle correspond à la distance du sol au sommet de la plante, apex de la dernière feuille. Elle a été mesurée à l'aide d'un ruban-mètre.

c) Paramètres du rendement

Le calibre des bulbes : il est obtenu en mesurant les diamètres équatorial et polaire des fruits. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse sur un échantillon de 10 fruits par parcelle élémentaire (photo 9).



Photo 9 : Mesure du diamètre équatorial et polaire d'un fruit

Le poids moyen des bulbes : Il s'agit d'évaluer à partir des échantillons de bulbes sains récoltés, le poids individuel de chaque bulbe pour tous les traitements à partir d'une balance électronique de laboratoire. La variable est déterminée en faisant la moyenne des observations individuelles sur chaque traitement (photo 10).



Photo 10 : Détermination du poids d'un fruit

Le rendement agronomique : La production est déterminée par pesage juste après la récolte pour chaque parcelle élémentaire. Le rendement agronomique est obtenu par le rapport entre la production brute de chaque parcelle d'échantillonnage et est exprimé en t/ha.

IV 2 4 Analyses statistiques

Les données collectées ont été enregistrées et traitées à l'aide du tableur Microsoft office Excel2013, qui a permis leurs organisations et les calculs élémentaires (sommés et moyennes). Les analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées par le logiciel Gentstat Release édition II.1. La séparation des moyennes a été faite par le test de Tukey lorsque l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%.

IV 3 Résultats

IV 3 1 Effets des traitements sur le nombre de feuilles des plantes

Au 15^e jour, le traitement T4 à base d'organo-minéral (+50% engrais recommandé) comprend le nombre moyen de feuilles le plus élevé avec (5,31) suivi de T1 (5,03). Le témoin sans apport (T0) a donné moins de feuilles (3,89). Seul le traitement T5 n'enregistre pas un nombre de feuilles significativement ($p < 0,05$) plus élevé que T0 (tableau 13).

Au 30^e jour et 45^e jour, l'analyse de la variance a montré une différence significative entre les traitements ($P < 0,001$) et confirme les mêmes tendances qu'au 15^e jour. Les traitements T2, T1, T3 et T4 sont similaires. Ils enregistrent un nombre de feuilles significativement plus élevé que celui de T0.

Tableau 13 : Effets des traitements sur le nombre de feuilles des plantes

Traitements	Nombre de feuilles		
	15 JAR	30 JAR	45 JAR
T0	3,89 ± 0,14 ^c	5,14 ± 0,20 ^c	8,06 ± 0,28 ^c
T1	5,03 ± 0,18 ^{ab}	6,08 ± 0,25 ^{ab}	10,47 ± 0,36 ^a
T2	4,61 ± 0,18 ^{ab}	5,81 ± 0,17 ^{ab}	10,17 ± 0,36 ^{ab}
T3	4,97 ± 0,14 ^{ab}	6,25 ± 0,17 ^{ab}	10,08 ± 0,31 ^{ab}
T4	5,31 ± 0,26 ^a	7,42 ± 0,62 ^{ab}	10,03 ± 0,36 ^{ab}
T5	4,33 ± 0,14 ^{bc}	5,64 ± 0,17 ^{bc}	9,00 ± 0,33 ^{bc}
Moyenne + Ecart-type	4,69 ± 0,17	6,06 ± 0,27	9,63 ± 0,33
Coefficient de variation (%)	22,0	27,0	20,6
Probabilité et signification	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

IV 3 2 Effets des traitements sur l'encombrement

Le tableau 14 représente l'encombrement à 15, 30 et 45 JAR. L'analyse de la variance de l'encombrement au 15^e jour après repiquage montre une différence significative en fonction des différents traitements ($p < 0,001$). Les plantes les plus encombrantes ont été données par les traitements T1 (17,92 cm) et T4 (17,07cm) qui sont significativement différents de T0, T3 et T5 et similaires à T2.

Au 30 jour, les traitements avec fertilisation ont des encombrements similaires mais seuls T1, T2 et T4 sont significativement différents de T0.

Au 45^e jour, les plantes qui ont reçu les traitements T1 et T2 sont significativement ($p < 0,05$) plus encombrantes. Ils sont suivis par le traitement T3, T4 et T5. T0 est significativement le moins encombrant.

Tableau 14 : Effets des traitements sur l'encombrement

Traitements	Encombrement		
	15 JAR	30 JAR	45 JAR
T0	11,81 ± 0,62 ^c	18,89 ± 0,73 ^b	26,51 ± 0,84 ^c
T1	17,92 ± 0,87 ^a	24,94 ± 0,92 ^a	39,33 ± 1,65 ^a
T2	16,06 ± 0,92 ^{ab}	23,25 ± 0,96 ^a	41,97 ± 1,37 ^a
T3	14,14 ± 0,94 ^{bc}	21,14 ± 1,10 ^{ab}	33,47 ± 1,36 ^b
T4	17,07 ± 0,86 ^a	24,55 ± 1,63 ^a	34,83 ± 1,47 ^b
T5	13,40 ± 0,95 ^{bc}	23,11 ± 0,98 ^{ab}	31,58 ± 0,96 ^b
Moyenne + Ecart-type	15,06 ± 0,71	22,65 ± 1,05	34,62 ± 0,94
Coefficient de variation (%)	28,2	27,7	16,3
Probabilité et signification	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

IV 3 3 Effets des traitements sur la hauteur des plants

Le tableau 15 présente l'effet des traitements sur la hauteur des plantes. L'analyse de variance au 15^e jour permet de voir que les traitements montrent des différences significatives ($p < 0,0001$). Les hauteurs les plus courtes (17,35 cm) ont été données par T0. Les plantes qui ont reçu les traitements de compost T2 et de minéral T1 (100% engrais recommandé) et T5 (compost+25% engrais recommandé) ont donné les valeurs les plus élevées pour la hauteur du plant avec respectivement 27,15 cm, 25,99 cm et 27,28 cm. Tous les traitements avec fertilisation enregistrent des hauteurs significativement plus élevées que T0.

Au 30^e jour, tous les traitements avec fertilisation permettent d'avoir pratiquement des hauteurs similaires et qui sont significativement ($p < 0,001$) plus élevées que celles de T0 (28,44) cm.

A 45^e JAR, l'analyse de la variance de la longueur des plantes en fonction des différents traitements reste significative ($p < 0,001$). Les traitements T1, T2, T5 et T4 présentent des hauteurs similaires. Ils sont suivis par T3. Le traitement T0 donne les hauteurs de plants les plus significativement ($p < 0,001$) courtes.

Tableau 15 : Effets des traitements sur la longueur des feuilles

Traitements	Hauteur (cm)		
	15 JAR	30 JAR	45 JAR
T0	17,35 ± 0,87 ^c	28,44 ± 1,03 ^b	35,83 ± 1,18 ^c
T1	25,99 ± 0,87 ^a	35,22 ± 1,00 ^a	50,68 ± 1,00 ^a
T2	27,15 ± 0,78 ^a	32,17 ± 1,07 ^{ab}	47,90 ± 0,90 ^{ab}
T3	22,26 ± 0,78 ^b	31,39 ± 1,01 ^{ab}	45,29 ± 1,13 ^b
T4	25,40 ± 1,27 ^{ab}	33,63 ± 1,52 ^a	49,24 ± 1,38 ^{ab}
T5	27,28 ± 0,87 ^a	33,28 ± 1,07 ^a	46,78 ± 0,95 ^{ab}
Moyenne + Ecart-type	24,24 ± 0,85	32,36 ± 1,13	45,95 ± 1,02
Coefficient de variation (%)	21,1	20,9	13,3
Probabilité et signification	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

IV 3 3 Effets des traitements sur la floraison et la nouaison

Le tableau 16 représente l'effet des traitements sur la floraison et la nouaison. Ces deux variables montrent les mêmes tendances avec une floraison et une nouaison tardive (respectivement 34,5 jours et 42,5 jours) pour le traitement T0. Les traitements T1, T2, T3, T4 et T5 affichent des similaires pour ces caractéristiques.

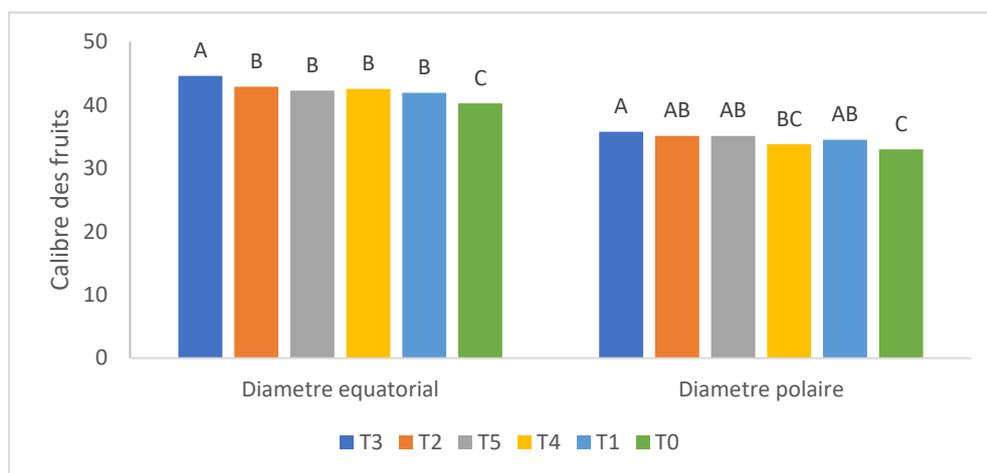
Tableau 16 : Effets des traitements sur la floraison et la nouaison

Traitements	50 % floraison (JAR)	50% nouaison (JAR)
T0	34,5 ± 0,3 ^a	42,5 ± 0,7 ^a
T1	30,5 ± 1,0 ^b	38,5 ± 0,7 ^b
T2	31,8 ± 0,5 ^{ab}	38,8 ± 1,1 ^b
T3	28,8 ± 1,0 ^b	37,0 ± 1,1 ^b
T4	30,3 ± 1,0 ^b	37,8 ± 0,6 ^b
T5	31,0 ± 1,1 ^b	39,0 ± 0,9 ^b
Moyenne + Ecart-type	31,1 ± 0,7	38,9 ± 0,7
Coefficient de variation (%)	4,5	3,4
Probabilité et signification	< 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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

IV 3 4 Effets des traitements sur le calibre des fruits

La figure 14 montre que le traitement T3 donne un diamètre significativement plus grand (44,63 mm) que ceux des autres traitements. Les traitements T1, T2, T4 et T5 ont des diamètres équatoriaux similaires. Concernant le diamètre polaire, les tendances sont les mêmes et tous les traitements à fertilisation sont à valeurs significativement plus élevées que celles du T0.

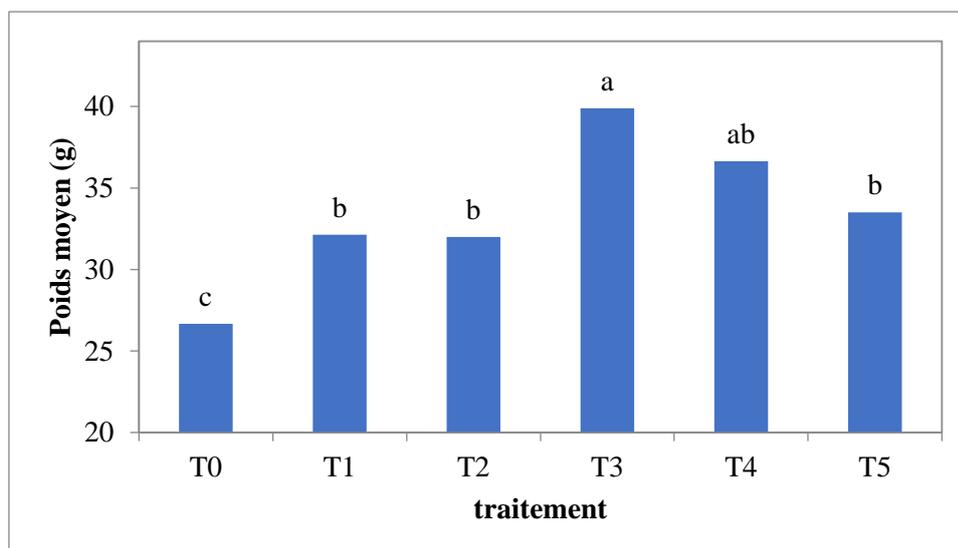


T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 14 : Effets des traitements sur le calibre des fruits

IV 3 5 Effets des traitements sur le poids moyen d'un fruit

Les résultats sur la figure 15 renseignent sur le poids moyen des fruits récoltés. Le groupe supérieur, formé par le traitement T3 avec une moyenne de 39, 89 g significativement supérieure aux poids moyens d'un fruit pour les traitements T1, T2 et T5. Le traitement T0 a les fruits les plus petites avec un poids moyen à 26,67 g.

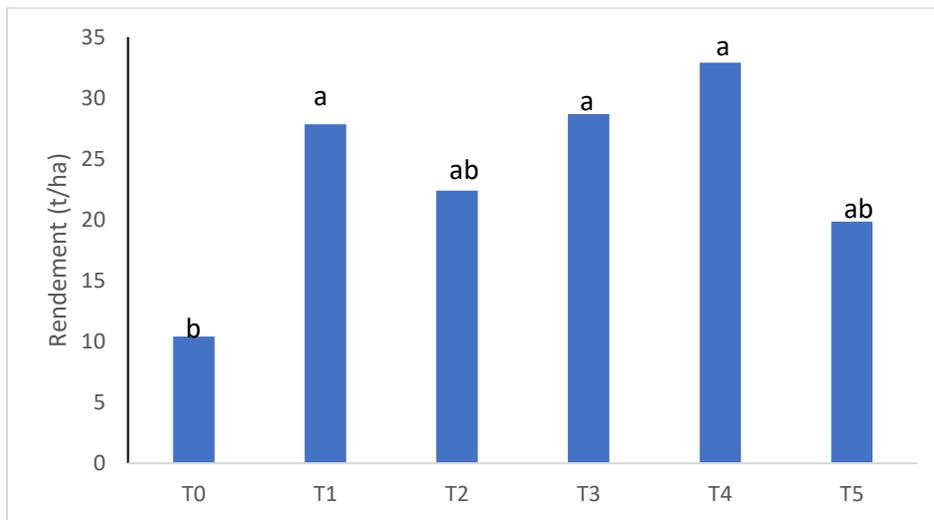


T0= Témoin absolu (sans fertilisation) ; T1= Témoin de référence (dose recommandée 10-10-20) ; T2=Dose normale de compost ; T3= (T2+T1) ; T4= (T2+50%T1) ; T5= (T2+25%T1). Les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 15 : Effets des traitements sur le poids moyen des fruits

IV 3 6 Effets des traitements sur le rendement

La figure 16 présente l'effet des différents traitements sur le rendement. Le traitement T4 enregistre le plus important rendement (23,50 t/ha) suivi de T3 (20,48 t/ha), puis T1 avec un rendement de 19,89. Le traitement T2 a un rendement de 15,99 t/ha plus important que celui de T5 et T0 qui sont respectivement 14,174 et 7,433 t/ha. L'analyse statistique révèle que les traitements avec fertilisation ont des rendements similaires mais seuls T1, T3 et T4 sont significativement ($p < 0,05$) plus élevés que celui de T0.



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 valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 16 : Effets des traitements sur le rendement

IV 4 Interprétation des résultats

IV 4 1 Effets des traitements sur les paramètres de croissance

Les paramètres de croissance et de développement sont constitués essentiellement de la vigueur des plantes, la hauteur, le nombre de feuilles des plantes et de l'encombrement. Leur analyse a globalement révélé que pour tous les paramètres, le traitement T0 affiche les valeurs significativement plus faibles. Ceci montre que la fertilisation est indispensable pour la culture de la tomate. Les traitements T4, T3 qui sont des traitements à base 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 les auteurs soutiennent que la fumure organique améliore l'efficacité de la fumure minérale (Akanza et al 2014 ; Sarwar *et al.*, 2003). En d'autres termes, les apports organo minéraux montrent une fois de plus le rôle primordial des engrais minéraux et les engrais organiques dont leur combinaison permet à la plante de mieux bénéficier de l'engrais chimique car permet tout simplement de diminuer le lessivage de ces éléments nutritifs. En effet, l'azote étant un élément nutritif très important pour la croissance et la vigueur des feuilles mais se volatilise vite d'où la présence de compost favorise son utilité (Francou, 2003). Ainsi, les matières fertilisantes que sont les engrais et les amendements sont apportés pour non seulement assurer, compléter et favoriser la disponibilité des nutriments pour les végétaux mais aussi pour améliorer les propriétés et la vie du sol. Toutefois, le traitement T1 constitué d'engrais minéral en fumure de couverture donne d'important résultats 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. Les traitements T5, contrairement aux autres traitements à base organo-minérale donne les plus faibles résultats devant T0 ceci pourrait s'expliquer par la dose en engrais minéral est faible pour couvrir les besoins de la tomate et l'élément nutritif de la matière organique ne se libère pas de façon rapide.

IV 4 2 Effets des traitements sur le rendement

Les diamètres équatorial et polaire, le poids moyen d'un fruit sont plus importants au niveau des traitements T3. Cela pourrait s'expliquer du fait que la teneur importante en engrais minéral combiné à l'engrais organique aux autres traitements permet aux fruits de bien utiliser les

éléments nutritifs mis à leur disposition. Les macro-éléments comme le potassium qui joue un rôle primordial sur la croissance des fruits.

Les traitements T4, T3 recevant du compost et de l'engrais minéral ont respectivement donné le meilleur rendement comparé aux autres traitements. Cela pourrait s'expliquer par la capacité de pouvoir retenir de l'engrais minéral grâce au complexe argilo humique tout en sachant que ces deux traitements comportent les plus importantes doses d'engrais minéral. Nos résultats sont comparables à ceux de (Dudkowski, 2000) qui montrent l'augmentation des rendements avec l'épandage des boues compostées sur les cultures. Après, ces deux traitements, le traitement T1 composé uniquement d'engrais minéral donne un rendement meilleur que T2 (comportant que du compost). Cela pourrait être due par l'utilisation immédiate des éléments nutritifs que contient l'engrais minéral contrairement à la matière organique qui libère lentement ces éléments nutritifs. Le traitement T5 étant composé de compost et une faible dose d'engrais minéral a le plus faible rendement excepté T0 (témoin blanc sans apport d'engrais).

IV 5 Conclusion

Face à la dégradation des sols, la valorisation des déchets organiques par compostage et leur intégration dans un plan de fertilisation est une solution prometteuse pour une gestion durable des sols et une meilleure productivité de nos systèmes de culture. Notre étude s'inscrit dans ce contexte et a permis d'évaluer les effets de différents plans de fertilisation à base de compost enrichi sur les paramètres de croissance et le rendement de la tomate. Les résultats nous montrent que les traitements à combinaison engrais minéral (100% et 50%) -fumure organique (c'est-à-dire T3 et T4) et l'engrais minéral exclusive ont enregistré un meilleur développement et rendement. Le traitement à compost seul est intéressant mais vu la quantité à appliquer, il peut poser un problème de disponibilité de la matière organique dans une politique de vulgarisation. L'apport de la fertilisation organo-minéral + 25% de NPK (T5) n'a pas permis un bon développement de la culture. On en déduit que ces apports ne permettent pas de couvrir les besoins de la culture.

Ainsi, nous pouvons émettre les perspectives suivantes :

- répéter l'expérimentation dans les mêmes conditions expérimentales pour la confirmation des résultats.
- Suivre l'évolution des caractéristiques physico-chimique du sol pour mieux appréhender l'effet des différents traitements
- 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 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**

V 1 Introduction

Le secteur horticole constituer un levier majeur de la croissance de l'économie du Sénégal avec une politique gouvernementale qui vise à développer les filières fruits et légumes avec une augmentation considérable du volume d'exportation. Cet objectif ne peut être atteint que par une amélioration de la production en quantité et qualité pour occuper la place ciblée dans le marché international et assurer l'autosuffisance alimentaire. Les cultures horticoles sont pratiquées dans toutes les régions du pays, mais essentiellement dans la zone des Niayes, zone agro-écologique à vocation horticole par excellence où des enquêtes révèlent que la production du chou revêt une grande importance (Sakho, 2013). En effet, le chou pommé est un produit maraîcher important en raison de sa contribution à l'alimentation des ménages et aux revenus des exploitations horticoles. C'est l'une des spéculations principales de la zone des Niayes et les statistiques au plan national révèlent qu'elle occupe la cinquième place parmi les productions maraîchères au Sénégal (Sakho, 2013). C'est un légume-feuille dont la production est essentiellement concentrée en contre-saison (novembre à mars) étant donné le fort taux de parasitisme affectant les rendements durant l'hivernage. Aussi, elle est confrontée à la dégradation des sols et la faible teneur des sols en éléments nutritifs qui est l'une des contraintes majeures de la production agricole en Afrique subsaharienne (Lahmar et al., 2011). Les systèmes de culture subissent les phénomènes naturels et anthropiques les appauvrissant davantage. Face à cette situation, des plans de fertilisation accessibles et susceptibles d'accroître les rendements tout en maintenant la fertilité des sols à long terme doivent être développés. La présente étude vise à contribuer à l'augmentation de la productivité et l'amélioration de la qualité du chou pommé par une gestion durable des agroécosystèmes horticoles. Il s'agit spécifiquement d'évaluer les effets de différents plans de fertilisation à base de compost enrichi sur les paramètres de croissance et de rendement du chou pommé la tomate

V 2 Matériel et méthodes

V 2 1 Matériel végétal

Le chou pommé (*Brassica oleracea*) est une plante herbacée bisannuelle. La plante est à croissance déterminée et port érigé. Les feuilles sont lisses, sessiles et s'insèrent les unes aux autres constituant une pomme. Sa production au Sénégal est concentrée en contre-saison (novembre à mars) du fait du fort taux de parasitisme en hivernage pouvant affecter le rendement. La variété choisie est la Marche de Copenhague (*Brassica oleracea L. var Capitata*). Il s'agit d'une variété hâtive (60 à 90 jours), de couleur verte et produisant des

feuilles lisses et tendres. Elle est également caractérisée par une production de pommes rondes ou légèrement aplaties, compactes et très grosses d'environ 1 à 1,5 kg.

V 2 2 Le compost

Le compost utilisé a été fabriqué à partir de matières végétales et animales (figure 17). Le processus de fabrication du compost consiste à poser sur une partie de la dalle en ciment, 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 (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 2 mm. et enrichi avec 5 % de phosphate naturel et 5 % de cendre pour respectivement augmenter ses teneurs en phosphore et en potassium.



Photo 11 : Aspect physique du compost utilisé

Tableau 17 : Composition chimique du compost enrichi

Éléments	Teneur (%)
Azote total	1,41
Phosphore total	1,39
Potassium total	1,92
Matière organique	26,51
Calcium	1,56
Magnésium	0,43
C/N	11,03

V 2 3 Méthode d'expérimentation

V 2 3 1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est en bloc aléatoire complet ou bloc de FISHER avec 06 traitements et 04 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 1m. L'unité expérimentale est une parcelle de 4m de longueur sur 2 m de largeur, comportant 5 lignes de goutte à goutte distantes de 45 cm. Chaque parcelle élémentaire contient alors 45 plants de tomate en raison de 9 plants par ligne avec un écartement entre 02 plants égal à 40cm. 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

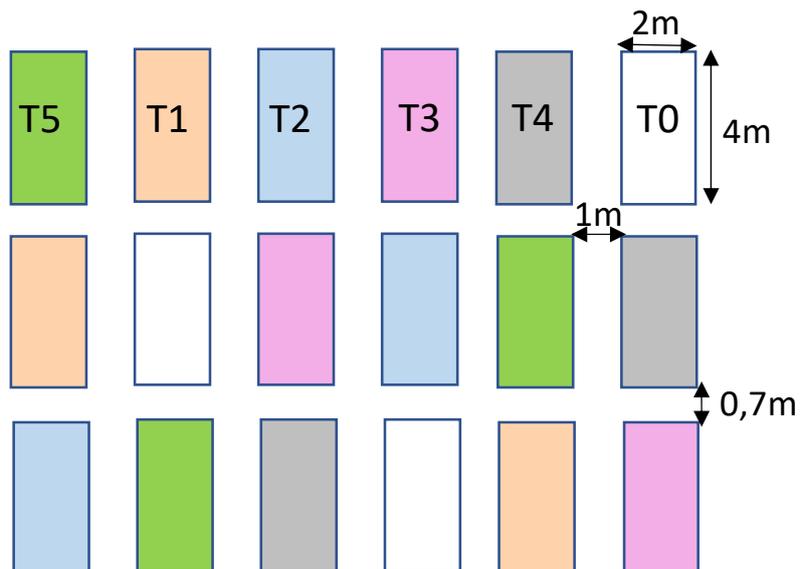


Figure 18 : Schéma du dispositif expérimental

V 2 3 2 Conduite de l'essai

j) Semis en pépinière

La pépinière a été mise en place le 05 février 2021. 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 12 : Pépinière du chou pommé au semis et au 30^e jour

k) Installation du système d'irrigation

Le système d'irrigation utilisé pour notre essai est le système goutte à goutte. Après un labour profond (30 cm) de la parcelle d'expérimentation, les parcelles élémentaires ont été bien nivelées pour arriver à une irrigation homogène et éviter l'accumulation de l'eau qui pourrait asphyxier les jeunes plantes. L'apport d'eau pour toute la parcelle expérimentale se fera en fonction des besoins estimatifs en eau de la tomate et de la capacité au champ du sol.

l) Repiquage

Le repiquage a été effectué 35 jours après la mise en place de la pépinière plus précisément le 09 mars 2021 en prenant bien soin de prendre les plants sains et à bourgeon terminal. Les poquets sont matérialisés suivant les écartements recommandés. Ainsi, 45 plants ont été repiqués par parcelle élémentaire.



Photo 13 : poquets matérialisés et repiquage sur la parcelle élémentaire pour le chou pommé

m) Désherbage

Des séries de sarclage et de binage ont été effectuées tous les 15^e jours et 30^e après repiquage.

n) Fertilisation

Le facteur étudié dans cette expérimentation est la fertilisation. Le calcul de la fertilisation est basé sur l'azote (N) en tenant compte de la valeur fertilisant en N du compost et de son

coefficient équivalence engrais. Le sol est pauvre en azote. L'azote est l'élément qui pose potentiellement le plus de problèmes de déficiences ou de pollution. La dose de fertilisation retenue est celle permettant de couvrir les besoins de l'oignon. La fertilisation a été apportée sous deux types (tableau 11) :

- Type 1 : fumure de fond avant repiquage ;
- Type 2 : Fumure de couverture à 20 JAR, 35 JAR

Tableau 18 : Nature et composition des traitements

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

o) Traitements phytosanitaires

Les traitements phytosanitaires sont effectués de façon préventive contre les bioagresseurs de la culture. Il s'agissait de pulvériser les plantes en utilisant un pulvérisateur de 16 litres avec des produits pour prévenir les attaques. Le tableau 19 est un récapitulatif des différents produits utilisés avec leur dose et leur période d'application.

Tableau 19 : Les traitements phytosanitaires appliqués

	Pathogènes et ravageurs cibles	Matière active	Période d'application
Préventif	Hellula	Profenofos	10 JAR
	Plutella	Lambda-cyhalothrine+acétamipride	20 JAR
	Pucerons	Profenofos	30 JAR
Curatif	Hellula et Plutella	Abamectine	25 JAR
	Hellula et Plutella	Dimethoate+Abamectine	40 JAR

p) La récolte

La récolte est effectuée lorsque les pommes arrivent à maturité et avant leur éclatement. La première récolte a eu lieu le 08 mai 2021. A la fin de la récolte, le rendement global pour chaque traitement est déterminé.

V 2 3 3 Paramètres et variables étudiés

Dans chaque parcelle élémentaire, un échantillon de 10 plantes a été choisi et suivi sur les 3 lignes centrales en excluant les bordures. Les observations menées pour évaluer l'impact des différents traitements sur les composantes du rendement sont détaillées ci de suite.

V 2 3 3 1 Vigueur ou indice de réflectance photosynthétique

Elle renseigne sur l'état végétatif de la plante c'est à dire sur la teneur en chlorophylle de la plante et par conséquent sur sa teneur en azote. Elle est déterminée grâce à un appareil appelé

GreenSeeker (photo 14). La capacité photosynthétique de la plante est mesurée en situant l'appareil à la hauteur d'au moins 50 cm de la plante. Les mesures sont effectuées aux 15^e et 45^e jour après repiquage et sa valeur est comprise entre 0 et 1.



Photo 14 : Appareil Green Seeker

V 2 3 3 2 Encombrement

Il Correspondant au diamètre du houppier de la plante, Il est le principal support des organes photosynthétiques et donne ainsi une première impression sur l'importance de la vigueur. Le diamètre moyen du houppier est mesuré en faisant la projection horizontale des deux diamètres orthogonaux à l'aide d'un décimètre.

V 2 3 3 3 Nombre de feuilles

Le nombre de feuilles de chaque plant marqué est compté aux 15^e et 45^e jour après repiquage.

V 2 3 3 4 Paramètres sur la pomme

Après récolte les caractéristiques de la production et de la pomme ont été déterminées pour chaque parcelle élémentaire. Ainsi, le poids total et le poids moyen de 10 pommes sont déterminés à l'aide d'une balance de précision. Le calibre des pommes est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse sur un échantillon de 10 pommes.

V 2 4 Analyses statistiques

Les données collectées sont enregistrées et traitées à l'aide du tableur Microsoft office Excel2013, qui a permis leurs organisations et les calculs élémentaires (sommés et moyennes). Les analyses de variance (ANOVA) ont été réalisées par le logiciel Gentstat Release édition

II.1. La séparation des moyennes a été faite par le test de Tukey lorsque l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les traitements au seuil de 5%.

V 3 Résultats

V 3 1 Effets des traitements sur la vigueur

Le tableau 20 révèle l'effet des traitements sur la vigueur des plants. Les résultats montrent qu'aucune différence significative n'est notée pour la vigueur des plants en fonction des traitements à 15 jours après repiquage. Au bout de 45 jours après repiquage, le traitement T2 présente les plants les plus vigoureux (0,722) mais la différence n'est significative qu'avec le traitement T4.

Tableau 20 : Effets des traitements sur la vigueur

Traitements	Vigueur	
	15 JAR	45 JAR
T0	0,570 ± 0,011 ^a	0,709 ± 0,009 ^{ab}
T1	0,546 ± 0,016 ^a	0,711 ± 0,008 ^{ab}
T2	0,539 ± 0,017 ^a	0,722 ± 0,005 ^a
T3	0,550 ± 0,016 ^a	0,707 ± 0,004 ^{ab}
T4	0,565 ± 0,012 ^a	0,689 ± 0,008 ^b
T5	0,548 ± 0,012 ^a	0,702 ± 0,007 ^{ab}
Moyenne + Ecart-type	0,55 ± 0,01	0,707 ± 0,006
Coefficient de variation (%)	11,5	4,5
Probabilité et signification	0,406 ^{ns}	0,003 ^{**}

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). Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

V 3 2 Effets des traitements sur l'encombrement et le nombre de feuilles

Les résultats du tableau 21 montrent qu'au bout de 15 jours après repiquage (15JAR) la variation de l'encombrement entre les traitements n'est pas significative avec une moyenne de 32,45 ± 0,80. Par contre, à 45 jours après repiquage (45 JAR), T2 enregistre l'encombrement le plus élevé (59,77) avec une différence significative ($p < 0,001$) uniquement avec les traitements T4 et T1.

Concernant le nombre de feuilles (tableau 22), aucune différence significative n'est observée non seulement à 15JAR mais aussi à 45JAR. Le nombre de feuille est équivalent à 15 JAR et à 45 JAR avec des moyennes respectives de $10,4 \pm 0,2$ et $20,1 \pm 0,4$.

Tableau 21 : Effets des traitements sur l'encombrement

Traitements	Encombrement	
	15 JAR	45 JAR
T0	$33,30 \pm 0,72^a$	$56,34 \pm 1,03^{ab}$
T1	$32,09 \pm 1,08^a$	$53,80 \pm 1,36^{bc}$
T2	$32,78 \pm 1,40^a$	$59,77 \pm 1,49^a$
T3	$31,56 \pm 1,38^a$	$53,18 \pm 1,38^{bc}$
T4	$33,35 \pm 1,10^a$	$51,35 \pm 1,39^c$
T5	$31,45 \pm 1,25^a$	$55,64 \pm 1,36^{abc}$
Moyenne + Ecart-type	$32,42 \pm 0,80$	$55,01 \pm 1,15$
Coefficient de variation (%)	13,4	11,4
Probabilité et signification	0,348 ^{ns}	<,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= $(T2+25\%T1)$. Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Tableau 22 : Effets des traitements sur le nombre de feuilles

Traitements	Nombre de feuilles	
	15 JAR	45 JAR
T0	$10,5 \pm 0,3^a$	$21,1 \pm 0,4^a$
T1	$10,3 \pm 0,2^a$	$19,8 \pm 0,5^a$
T2	$10,2 \pm 0,3^a$	$20,1 \pm 0,4^a$
T3	$10,7 \pm 0,3^a$	$19,8 \pm 0,5^a$
T4	$10,4 \pm 0,3^a$	$20,3 \pm 0,6^a$
T5	$10,1 \pm 0,3^a$	$19,7 \pm 0,5^a$
Moyenne + Ecart-type	$10,4 \pm 0,2$	$20,1 \pm 0,4$
Coefficient de variation (%)	12,9	11,4
Probabilité et signification	0,521 ^{ns}	0,167 ^{ns}

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= $(T2+25\%T1)$. Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

V 3 3 Effets des traitements sur la pommaison

Le tableau 23 indique la variation en nombre de jours de la pommaison (50% de pommaison) en fonction des traitements. Les résultats révèlent que la pommaison ou la date de maturité n'est pas influencée statistiquement par les traitements appliqués avec une moyenne de 53 ± 1 jours.

Tableau 23 : Effets des traitements sur la pommaison (date 50%)

Traitements	50 % Pommaison (jours)
T0	53 ± 1^a
T1	52 ± 2^a
T2	52 ± 2^a
T3	53 ± 1^a
T4	53 ± 1^a
T5	52 ± 2^a
Moyenne + Ecart-type	53 ± 1
Coefficient de variation (%)	1,5
Probabilité et signification	0,465 ^{ns}

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)*. Pour chaque colonne, les valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

V 3 4 Effets des traitements sur le calibre des fruits

Le tableau 24 Les diamètres équatorial et longitudinal varient en fonction des traitements appliqués avec des probabilités hautement significatives ($P < 0,001$). Le traitement T2 a engendré les plus grands diamètres (respectivement 249,2 mm et 228,8 mm) alors que le témoin (T0) et T4 ont les plus faibles diamètres.

Tableau 24 : Effets des traitements sur le calibre des fruits

Traitements	Diamètre (mm)	
	Equatorial	Longitudinal
T0	$207,1 \pm 17,0^b$	$179,1 \pm 14,3^c$
T1	$228,7 \pm 7,6^{ab}$	$212,0 \pm 5,6^{ab}$
T2	$249,2 \pm 10,1^a$	$228,8 \pm 5,0^a$
T3	$218,2 \pm 8,9^{ab}$	$201,8 \pm 7,1^{abc}$
T4	$198,7 \pm 7,1^b$	$186,3 \pm 5,2^b$
T5	$224,0 \pm 8,0^{ab}$	$211,7 \pm 5,6^{ab}$
Moyenne + Ecart-type	$221,0 \pm 8,3$	$203,3 \pm 7,7$
Coefficient de variation (%)	20,6	20,6
Probabilité et signification	$< 0,001^{***}$	$< 0,001^{***}$

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 valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

V 3 5 Effets des traitements sur le poids moyen d'un fruit

Le tableau 25 montre l'évolution du poids moyen d'un fruit par plante en fonction des traitements. On note une variation significative ($p < 0,001$) en fonction des traitements. Le traitement T2 a enregistré la masse moyenne d'un fruit la plus significativement élevée (1180,0 g) et le traitement T4 la valeur de masse moyenne la plus faible (638,0 g).

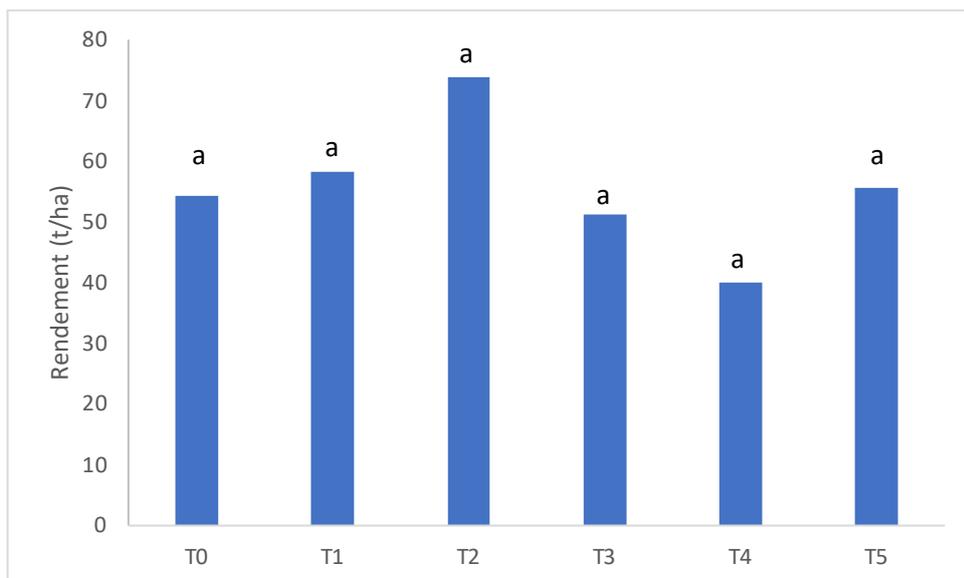
Tableau 25 : Effets des traitements sur le poids d'un fruit

Traitements	Poids individuel (g)
T0	866,9 ± 82,1 ^{bc}
T1	932,0 ± 58,9 ^{ab}
T2	1180,0 ± 80,5 ^a
T3	820,0 ± 80,5 ^{bc}
T4	638,0 ± 54,1 ^c
T5	890,8 ± 64,4 ^{bc}
Moyenne + Ecart-type	888,0 ± 65,9
Coefficient de variation (%)	40,6
Probabilité et signification	< 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 valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

V 3 6 Effets des traitements sur le rendement

La figure 17 révèle que le traitement T2 a le rendement le plus élevé suivi par T1 et T5. Le rendement le plus faible est noté au niveau du traitement T4. Cependant, il n'existe pas de différence significative.



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 valeurs ayant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents au seuil de 5%

Figure 17 : Effets des traitements sur le rendement du chou pommé

V 4 Interprétation des résultats

L'analyse de l'effet des traitements sur les paramètres de croissance et le rendement du chou pommé montre que le traitement T2 (compost seul) enregistre les valeurs les plus élevées concernant les paramètres de croissance et de rendement. Cependant, on ne note pas de différences entre les traitements. Les traitements à 100% de fertilisant minéral associé ou non au compost enregistre des valeurs de vigueur, encombrement et mi-pommaison similaires au traitement sans fertilisant. Ceci pourrait être expliqué par les attaques des ravageurs subies au cours du développement et qui a nécessité des traitements curatifs dès le 25^{ème} jour après repiquage. Le comportement du traitement T2 (compost seul) révèle une résistance. En effet, le compost peut agir sur la santé des plantes en agissant sur la disponibilité des éléments nutritifs nécessaires à leur développement et les rend plus résistantes (Widmer et al., 1998). Un compost de bonne qualité peut être utilisé avec succès dans le contrôle biologique des maladies entre autres dans les cultures maraîchères (Fuchs et Larbi, 2004). Cependant, cet effet est généralement proportionnel à la quantité de compost incorporé dans le sol (Serra *et al.*, 1996). Il semble que non seulement les composts, mais aussi leurs extraits peuvent induire une résistance dans les plantes (Zhang *et al.*, 1998) et cet effet protecteur peut diminuer avec l'augmentation du degré de maturité. Cet effet bénéfique sur la santé des plantes est un des facteurs qui différencie le compost des autres matériaux organiques.

Vu les attaques enregistrées en première campagne, il serait nécessaire de répéter l'essai afin de 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 du compost seul ou combiné c'est à dire en fertilisation organo-minérale (+100% minéral) sur la croissance végétative et le rendement de l'oignon et (+100% et 50% minéral) pour la tomate dans les conditions pédoclimatiques de Bambey. 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 :

- Répéter les essais pour une confirmation des résultats
- Réaliser différentes formules de compostage, les analyser et rapprocher leurs caractéristiques de celui déjà en test
- Suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques du sol pour mieux appréhender l'effet des traitements. La réalisation des analyses de sol avaient été prévue pour la première campagne mais n'avait pas pu être effectuée pour diverses raisons.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdou, R., Malice, M., Bakasso, Y., Saadou, M. & Baudoin, J.-P.**, 2014. Taxonomie locale et analyse des critères des paysans pour caractériser les différents écotypes d'oignons (*Allium cepa* L.) du Niger. *Cahiers Agricultures* 23(3) : 166-176.
- **Abdoulkadri, L., Aïchatou, A., Manssour, A. M., Ali, A. & Zoubeirou, A. M.**, 2019. Analyse de la Chaîne de Valeurs d'oignon (*Allium Cepa* L.) Blanc de Soucoucoutane au Niger. *European Scientific Journal* January 15(3) : 99–117.
- **Akanza KP, Sanogo S, Kouakou CK, 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. DOI :<http://www.revist.ci>
- **Bouzou, I. M.**, 2009. *Evaluation de l'effet du compost enrichi avec des urines hygiénisées sur la culture du mil*. Mémoire, Université de Niamey, Niamey, 52p.
- **Camara, M.**, 2012. Contribution à l'étude de la maladie virale du jaunissement et de l'enroulement en cuillère des feuilles de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), causée par le Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), dans la zone maraîchère des Niayes de Dakar. Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop-Dakar, 177p.
- **David-Benz, H. & Seck, A.**, 2018. Améliorer la qualité de l'oignon au Sénégal : Contractualisation et autres mesures transversales. *Rapport d'analyse de Politique, SAPAA (Projet de Suivi et Analyse Des Politiques Agricoles et Alimentaires)*. Rome : FAO, 77p.
- **Diop M., Matty F.**, 1996, La dégradation des sols au Sénégal, Dakar, 115 pages
- **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
- **Francou, C.**, 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage-Recherche d'indicateurs pertinents. Doctoral dissertation, INAPG, AgroParisTech, Paris, 290p.
- **Fuchs, J., and M. Larbi.** 2004. Disease control with quality compost in pot and field trails. Paper presented at International Conference on soil and Composts eco-biology. SoilACE, Biomase Peninsular, C/Cartagena, 58, 1, SP-Madrid 28028. León-Spain, 15- 17. Sep. 2004:157-166

- **Kurtz, C., Ernani, P. R., Pauletti, V., Menezes Junior, F. O. & Vieira Neto, J., 2013.** Yield and conservation of onion affected by nitrogen fertilization in no-tillage system. *Horticultura Brasileira* 31(4): 559–567.
- **Lahmar, R., Bationo, B.A., Dan Lamso, N., Guéro, Y., Tiftonell, P., 2011-** Tailoring conservation agriculture technologies to West Africa semi-arid zones : building on traditional local practices for soil restoration. *Field Crop Res.*, doi: 10.1016/j.fcr.2011.09.013.
- **Mbengue, A. A., 2007.** Analyse des stratégies de commercialisation de l'oignon local dans les Niayes. Mémoire de Fin d'études, ENSA-Thiès, 81.
- **Moumouni, A. D., 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 Mirail-Toulouse, 281p.
- **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.
- **Ngom, S., Seydou, T., Thiam, M. B. & Anastasie, M., 2012.** Contamination des produits agricoles et de la nappe phréatique par les pesticides dans la zone des Niayes au Sénégal. *Synthèse : Revue Des Sciences et de La Technologie* 25 : 119–130.
- **Ngom S., Manga A., Diop M., Thiam M. B., Rousseau R., Cissé I. & Traore S., 2013.** Bilan de l'azote et du phosphore dans les exploitations agricoles de la région de Thiès au Sénégal. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*: 1545-1554.
- **Ngom, Y., Touré, K., Fall, O. & Faye, A., 2015.** Etude de la commercialisation des produits horticoles dans les régions de Thiès, Diourbel et Fatick : Offre, demande, configuration des marchés et analyse économique et financière de la production et de la commercialisation. Rapport PAPSEN, ISRA-BAME, 88p.
- **Sakho, S.M. 2013.** Analyse de la chaîne de valeur du chou pommé (*Brassica oleracea*) dans la zone des Niayes du Sénégal. Mémoire de Master, Université de Thiès. 63p.
- **Sarwar, G, Nazir H, Fakhar M, H Schmeisky, and 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.

- **Serra, W.C., S. Houot, and C. Alabouvette. 1996.** Increased soil suppressiveness to Fusarium wilt of flax after addition of municipal solid waste compost. *Soil Biology and Biochemistry* 28:1207-1214.
- **Somda, B. B., Ouattara, B., Serme, I., Pouya, M. B., Lompo, F., et al., 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.
- **Tittarelli, F., Petruzzelli, G., Pezzarossa, B., Civilini, M., Benedetti, A. & Sequi, P., 2007.** Quality and agronomic use of compost. In : *Compost science in technology*. Diar, L.F., De Bertoldi, M., Bidlingmaier, W. & Stentiford, E. eds. Elsevier, 119–157.
- **Widmer, T.L., J.H. Graham, and D.J. Mitchell. 1998.** Composted municipal waste reduces infection of citrus seedlings by *Phytophthora nicotianae*. *Plant Disease* 82:683-688.
- **Yara, A., 2020.** Etude phytochimique et activité antiradicalaire de fruit de *Kigelia africana* Lam Ben. Thèse de doctorat, USTTB, Bamako, 91p.
- **Zhang, W., D.Y. Han, W.A. Dick, K.R. Davis, and H.A.J. Hoitink. 1998.** Compost and compost water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and *Arabidopsis*. *Phytopathology* 88:450-455.

Table des matières