



UNIVERSITE NATIONALE D'AGRICULTURE (UNA)



ÉCOLE DE GESTION ET DE PRODUCTION VÉGÉTALE ET SEMENCIÈRE (EGPVS)

MEMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
LICENCE PROFESSIONNELLE EN SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : GESTION ET PRODUCTION VÉGÉTALE ET SEMENCIÈRE

THEME :

**EFFET DE DIFFÉRENTS BIOFERTILISANTS SUR LA
PRODUCTIVITÉ DE LA TOMATE (*Solanum Lycopersicum* L.)
AU SUD DU BENIN DANS LA COMMUNE D'ADJOHOUN**



Réalisé et soutenu par :

KAKPO DEGUE Igore Josias & SOGNIGBE J. Eméline Mélone

Sous la supervision de :

Superviseur

Dr Pascal GBENOU

Enseignant-Chercheur à l'EGPVS,

Maître de Conférences des Universités du CAMES

Co-Superviseur

Dr Hermann TONI

Chef Service scolarité de

l'EGESE/UNA

Composition du jury

Président	Dr Ir. Appolinaire ADANDONON
Examineur	Mr. Jérémie DEDJAN
Rapporteur	Dr Pascal GBENOU

8^{ème} Promotion, 2022-2023

CERTIFICATION

Nous soussignés **Dr Pascal GBENOU**, Enseignant Chercheur à l'Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière et **Dr Hermann TONI**, Chef service scolarité de l'Ecole de Gestion des Exploitations et Systèmes d'Elevage, certifions que ce travail a été conduit et réalisé par **KAKPO DEGUE Igore Josias** et **SOGNIGBE Jésusnon Eméline Mélone** tous étudiants à l'Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière de l'Université Nationale d'Agriculture sous notre supervision.

Superviseur :

Co-Superviseur :

Dr Pascal GBENOU

Dr Hermann TONI

Enseignant-Chercheur à l'EGPVS/UNA,

Chef Service Scolarité de l'EGESE/UNA

Maître de Conférences des Universités du CAMES

DEDICACE 1

Je dédie ce mémoire à mon père KAKPO DEGUE Paulin et à ma mère Feue DJEDEME Viviane.

KAKPO DEGUE Igore Josias

DEDICACE 2

Je dédie ce mémoire à mon père SOGNIGBE A. Delphin et à ma mère BONOU A. Viviane.

SOGNIGBE J. Eméline Mélone

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos sincères reconnaissances et gratitude à tous ceux qui ont contribué à la réalisation du présent document. Ainsi, nous adressons nos sincères remerciements :

- A notre superviseur Dr Pascal GBENOU, Enseignant-Chercheur à l'EGPVS/UNA qui, malgré ses occupations a été un guide durant ce travail ;
- A notre Co-Superviseur Dr Hermann TONI, Chef service scolarité de l'EGESE/UNA qui a accepté suivre ce travail malgré ses occupations ;
- A notre maître de stage Bernadin DJOSSOU, Recteur de la ferme Ecole SAIN, pour nous avoir guidé lors de notre expérimentation ;
- Au Dr Ir. Appolinaire ADANDONON, Enseignant-Chercheur à l'Université Nationale d'Agriculture (UNA), Directeur de l'Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière (EGPVS) pour ses efforts dans le but de nous offrir une formation de qualité ;
- A la cheffe service scolarité de l'EGPVS/UNA, Mme Pulchérie HOUINDE, et à toute l'administration pour leur assistance durant toute notre formation ;
- A tous les enseignants et personnel administratif de l'Université Nationale d'Agriculture ;
- A tous les enseignants de l'EGPVS pour leur engagement et leur souci de parfaire notre formation et de faire de nous des professionnels agricoles ;
- A tous les producteurs qui ont participé à la réalisation de ce mémoire et qui se sont rendus disponibles pendant nos enquêtes pour nous faire connaître les réalités liées à la production de tomate dans la commune d'Adjohoun ;
- A nos aînés Morel DEGAN, Mathieu AYISSAN, Guillaume José DJAHOUI et Wilfrid LOKOSSOU qui nous ont fait l'honneur d'apporter leurs expériences pour la construction du fond de ce mémoire ;
- A tous les camarades étudiants de l'UNA et en particulier ceux de la 8^{ème} promotion de Licence Professionnelle de l'EGPVS pour les moments de fraternité que nous avons vécus ensemble ;
- A tout le personnel de la Ferme Ecole SAIN de Kakanitchoé ;
- A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce document.

TABLE DES MATIERES

CERTIFICATION.....	i
DEDICACE 1.....	ii
DEDICACE 2.....	ii
REMERCIEMENTS	iii
TABLE DES MATIERES	iv
LISTE DES FIGURES.....	vii
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES PHOTOS.....	viii
LISTE DES ANNEXES.....	viii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	ix
RESUME.....	x
ABSTRAT.....	xi
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION	1
1.1. Contexte et justification.....	1
1.2. Objectifs.....	3
1.2.1. Objectif général	3
1.2.2. Objectifs spécifiques	3
1.3. Questions de recherche	3
CHAPITRE 2 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
2.1- Plan d'étude : la tomate	4
2.1.1. Origine	4
2.1.2. Taxonomie.....	4
2.1.3. Caractéristiques botaniques.....	4
2.1.4. Classification variétale	6
2.1.5. Valeur alimentaire et importance économique.....	6
2.1.6. Production de la tomate dans le monde et au Bénin	7

2.1.7. Ecologie.....	7
2.1.8. Les ravageurs.....	8
2.1.9. Les maladies de la tomate	9
2.1.10. Méthodes de lutte contre les ravageurs	11
2.1.11. Méthodes de lutte contre les ravageurs de la tomate.....	13
2.2. Fertilisants	13
2.2.1. Fertilisants chimiques	13
2.2.2. Fertilisants organiques	14
CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES	16
3.1- Milieu d'étude.....	16
3.1.1- Localisation géographique et population.....	16
3.1.2. Climat.....	17
3.1.3. Sols, végétation et ressources naturelles	17
3.1.4. Spéculations agricoles	17
3.2. Matériel et méthodes	18
3.2.1. Matériel végétal.....	18
3.2.2. Matériel technique de terrain.....	18
3.3. Méthodologie.....	19
3.3.1. Phase exploratoire	19
3.3.2. Phase de terrain	19
A- Mise en place de l'essai	22
B- Collecte des données.....	25
C- Analyse statistique des données.....	25
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION.....	26
4.1. Description des contraintes identifiées	26
4.1.1. Contraintes liées identifiées	26
4.1.2. Hiérarchisation des contraintes	27

4.2. Présentation des innovations identifiées.....	27
4.2.1. Innovations endogènes.....	27
4.2.2. Innovations exogènes.....	28
4.2.3. Description détaillée et justification de l'innovation choisie.....	28
4.2.4. Revue de littérature sur les innovations similaires	28
4.3. Analyse des potentialités et faiblesses de l'innovation	29
4.4. Résultats de l'essai.....	30
☐ Effets des traitements sur la hauteur des plants	30
☐ Effets des traitements sur le nombre de feuilles par plant	31
☐ Effets des traitements sur le nombre de fleurs par plant.....	32
☐ Effets des traitements sur le nombre de fruits.....	33
4.5. Discussion.....	34
Conclusion.....	35
Références bibliographiques	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plante de tomate.....	5
Figure 2: Localisation géographique de la commune d'Adjohoun.....	16
Figure 3 : Dispositif expérimental.....	22
Figure 4 : Hiérarchisation des contraintes identifiées	27
Figure 5 : Illustration des hauteurs moyennes des plants suivant les différents traitements...	30
Figure 6 : Evolution du nombre de feuilles par plant suivant les traitements.....	31
Figure 7 : Illustration du nombre de fleurs par plant et par traitement	32
Figure 8 : Evolution du nombre de fruits dans le temps des plants	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification taxonomique de la tomate	4
Tableau 2: Température requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate	7
Tableau 3: Matériels techniques de terrain et leur utilité.....	18
Tableau 4: Doses et fréquence d'apport des biofertilisants aux plants de tomate.....	23
Tableau 5 : Contraintes identifiées dans le système de production de la tomate dans la commune d'Adjohoun.....	26
Tableau 6: Potentialités et faiblesses de l'innovation choisie	29
Tableau 7 : Résultats d'analyse de variance sur la hauteur des plants.....	30
Tableau 8 : Comparaison des moyennes des trois biofertilisants	31
Tableau 9 : Résumé ANOVA sur le nombre de feuilles par plant.....	32
Tableau 10 : Résumé de l'analyse de variance sur le nombre de fleurs par plant	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 11 : Résumé ANOVA sur le nombre de fruits par plant	33

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Le vermicompost.....	15
Photo 2 : Le thé de vermicompost	15
Photo 3 : La semence de tomate utilisée.....	18
Photo 4 : Etape de récolte du vermicompost	20
Photo 5 : Plastique contenant le thé de vermicompost	21
Photo 6 : Pépinière de la tomate	22
Photo 7 : Aperçu de l'essai installé	23
Photo 8 : Plante de tomate 5 jours après repiquage	24
Photo 9 : Tuteurage des plantes de tomate	24
Photo 10 : Mesure de la hauteur des plantes de tomate.....	25
Photo 11 : Agitation de apichi avant son prélèvement	i
Photo 12 : Mesure de la dose de la bouse de vache	i
Photo 13 : Mesure de la dose du vermicompost.....	i
Photo 14 : La bouse de vache	i
Photo 17 : Aperçu de l'essai après tuteurage	i
Photo 15 : Récolte de vermicompost.....	i
Photo 16 : Plante de tomate en floraison	i

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête.....	a
Annexe 2 : Fiche de collecte de données	c
Annexe 3 : Quelques photos prises lors du stage.....	i

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ANOVA	: Analyse des variances
BAC	: Bloc Aléatoire Complet
CAMES	: Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur
CIRAD	: Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement
CV	: Chef du Village
Ddl	: Degré de liberté
Dr	: Docteur
EGESE	: Ecole de Gestion des Exploitations et Systèmes d'Elevage
EGPVS	: Ecole de Gestion et de Production Végétale et Semencière
FAO	: Fond des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FAOSTAT	: Organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture Base de Données Statistiques de l'Entreprise
FIDA	: Fond International de Développement Agricole
GRET	: Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques
INSAE	: Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique
Ir.	: Ingénieur
LIIC	: Limite Inférieure de l'Intervalle de confiance
LSIC	: Limite Supérieure de l'Intervalle de Confiance
MAEP	: Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
PADAP	: Programme d'Appui au Développement Agricole Périurbain
PANA1	: Programme Intégré d'Adaptation pour la lutte contre les effets Néfastes des Changements Climatiques sur la Production Agricole et la Sécurité Alimentaire au Bénin
PIB	: Produit Intérieur Brut
PNUD	: Programme des Nations-Unies pour le Développement
PNUE	: Programme des Nations Unies pour l'Environnement
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
SCRP	: Stratégie de Croissance pour la Réduction de la Pauvreté
UNA	: Université Nationale d'Agriculture

RESUME

La tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) est l'un des légumes les plus importants au niveau mondial et le plus consommé parmi toutes les cultures maraîchères du Bénin. Elle présente de nombreux avantages aussi bien sur le plan économique que sur le plan alimentaire. Sa production est confrontée à de nombreux problèmes dont la baisse de rendement due à la baisse de fertilité des sols. Cette étude a été réalisée dans le but d'évaluer l'effet de trois biofertilisants, notamment la bouse de vache, le vermicompost et le thé de vermicompost sur la productivité de la tomate. Elle a été conduite dans la commune d'Adjohoun, plus précisément dans le village de Kakanitchoé sur la ferme Ecole SAIN. Le dispositif expérimental utilisé a été le bloc aléatoire complet à trois (03) traitements répétés trois (03) fois. Chaque répétition a comporté un traitement témoin avec la bouse de vache et deux traitements respectivement du vermicompost et du thé de vermicompost. Les traitements de la bouse de vache et du vermicompost ont été apportés en fumure de fond et celui du thé de vermicompost a été apporté par voie foliaire renouvelé chaque 15 jours jusqu'à la fructification. Les données collectées ont porté sur la hauteur, le nombre de feuilles, le nombre de fleurs et le nombre de fruits des plants de tomate. Les résultats ont montré que le vermicompost et le thé de vermicompost ont eu un impact significatif sur la hauteur des plants de tomate comparativement à la bouse de vache. Cependant, le thé de vermicompost a été plus performant que le vermicompost. Ces résultats suggèrent que la combinaison du vermicompost et du thé de vermicompost pourrait avoir un impact significatif sur la productivité de la tomate dans le cadre de la gestion de la fertilité des sols.

Mots clés : Bouse de vache ; vermicompost ; thé de vermicompost ; fertilité ; tomate.

ABSTRAT

Tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) is one of the most important vegetables worldwide and the most consumed among all vegetable crops in Benin. It has many advantages both economically and nutritionally. Its production is facing several with many problems, including the drop-in yield due to the drop-in soil fertility. This study was carried out in order to evaluate the effect of three biofertilizers, namely cow dung, vermicompost and vermicompost tea on the productivity of tomato. The experiment was conducted in the commune of Adjohoun, in the village of Kakanitchoé on the Ecole SAIN farm. The experiment was arranged in a complete random block design with three (03) treatments and three (03) replications. Each replicate had a control treatment with cow dung and two treatments of vermicompost and vermicompost tea respectively. The treatments of cow dung and vermicompost were made in basal manuring and that of vermicompost tea is made by foliar route renewed every 15 days until fruiting. The data collected include on the height, number of leaves, number of flowers and number of fruits. Results showed that vermicompost and vermicompost tea had a significant impact on the growth of tomato plants compared to cow dung. However, the vermicompost tea gave better results than the vermicompost. These results suggest that the combination of vermicompost and vermicompost tea could have a significant impact on tomato productivity and be a means to manage soil fertility.

Keywords : Cow dung ; vermicompost ; vermicompost tea ; fertility ; tomato.

CHAPITRE 1 : INTRODUCTION

1.1. Contexte et justification

Dans les pays de l'Afrique subsaharienne, l'agriculture constitue le support de l'économie (Ahouangninou, 2013). Selon FIDA (2001), entre 1985 et 1999, la contribution de l'agriculture au Produit Intérieur Brute (PIB) dans les pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre était de 29,9 % à 33,2%. De 1995 à 2005, la contribution de l'agriculture au PIB passait de 34% à 32,6% puis a diminuée à 29,89% en 2008 (Aly *et al.*, 2007). Elle reste l'une des principales sources de la croissance économique au Bénin avec une participation moyenne à la croissance de 0,9% entre 2007 et 2009 (SCRP, 2007-2009). En effet, elle contribue pour 36% en moyenne au PIB, fournit environ 70% des emplois et alimente une bonne partie des activités du secteur tertiaire (PNUD, 2015). Pour réduire progressivement la vulnérabilité de l'économie béninoise aux chocs externes, l'Etat promeut la diversification des cultures d'exportation (SCRP, 2007-2009 ; Ahouangninou, 2013). Cette diversification prend également en compte le sous-secteur du maraîchage. Le maraîchage occupe une place importante dans le secteur agricole et se pratique dans toutes les régions du Bénin (Plateaux, plaines alluviales, vallées, bas-fonds) [Ahouangninou, 2013]. En effet, il a favorisé la création d'environ 60 000 emplois (PADAP/MAEP, 2003). Contribuant à la lutte contre la pauvreté et favorisant la sécurité alimentaire, le maraîchage permet de pallier au manque de la production agricole de la saison pluvieuse. La production des cultures maraîchères s'est accrue de 14,6% entre 2003 et 2013 (PNUD, 2015). Les cultures maraîchères sont constituées d'une part des cultures traditionnelles telles que la tomate, le piment, le gombo et d'autres part des légumes feuilles (Amarante, grande morelle) et les cultures exotiques, le concombre par exemple (Tokannou et Quenum, 2007).

La tomate (*S. Lycopersicum* L.) est l'un des légumes les plus importants au niveau mondial (Mensah *et al.*, 2019). Elle est aujourd'hui le premier fruit produit dans le monde et le deuxième légume le plus consommé, juste après la pomme de terre (Traka, 2019). En 2021, sa production était d'environ 189,1 millions de tonnes de fruits frais sur une superficie estimée à 5 167 090 d'hectares (FAO, 2021). Au Bénin, la tomate est le légume le plus consommé parmi toutes les cultures maraîchères (Padonou, 2008). Elle est une culture à cycle court donnant un haut rendement et a de bonnes perspectives économiques (Naika *et al.*, 2005). Malgré les efforts réalisés au Bénin, la production de tomate demeure très faible. En effet, le rendement moyen de la tomate au Bénin est de 7-11 t/ha (Ligan, 2012) contre 20 – 45t/ha au Cap-Vert, au Mali, en Côte d'Ivoire et en Mauritanie (De Lannoy, 2001). Il urge

donc de prendre des mesures pour accroître les rendements des variétés de tomates cultivées (Batamoussi *et al.*, 2016). En dépit de l'aptitude des variétés utilisées à produire, la fertilité des sols régresse de plus en plus. Et donc pour remédier à ce problème de perte de fertilité des sols, les producteurs ont recours à l'utilisation d'engrais chimiques de synthèse. En 2018, près de 190 millions de tonnes de fertilisants chimiques ont été utilisés et la demande atteindrait 197 millions de tonnes d'ici 2024 (PNUE, 2018-2020). Cependant, les producteurs ne respectent pas toujours les recommandations d'utilisation de ces fertilisants chimiques, ils en abusent (Batiano et Mokwunye, 1991). De nombreuses recherches ont montré que, non seulement ces fertilisants sont chers sur le marché, mais leur usage démesuré contribue aussi à la pollution des nappes phréatiques et provoque la salinisation des sols (Batamoussi *et al.*, 2016). Ainsi, la fertilité des sols et la qualité des fruits sont compromises en conséquence. Le PNUE (2018-2020) l'explique en faisant comprendre que la pollution d'engrais chimiques est de près de 23% pour l'azote, 13% pour le phosphore et 56% pour le potassium. Pour maintenir l'équilibre écologique des sols, il est ainsi important d'avoir recours à des fertilisants capables d'élever leur fertilité tels que les engrais organiques. En effet, les engrais organiques ont principalement pour fonction d'apporter, via les microorganismes du sol, des éléments nutritifs aux plantes puis, les amendements organiques. En plus de cette fonction, ils vont également améliorer ou entretenir les qualités physiques et biologiques de la terre (Ivontchik, 1987). Dans ce contexte, l'agriculture biologique offre de nouvelles perspectives avec l'utilisation de fumier, de composts à base de fiente de volaille, de déjections d'ovins et de guano (Tchabi *et al.*, 2012). Toutefois, leur utilisation à l'état brut constitue des risques pour la plante (développement accru de la tige au détriment des feuilles) [Tchabi *et al.*, 2012]. Cela fait de l'utilisation des composts une pratique courante sur les sols destinés aux cultures maraîchères et constitue une valorisation des sous-produits de l'élevage fortement vulgarisés par l'agriculture biologique (Rigby *et al.*, 2001 ; Amoussou, 2011). En outre, l'amélioration de la fertilité des sols pourrait être possible grâce à l'apport conséquent des substances organiques tels que différents types de composts. Il est remarqué aussi que l'utilisation des biofertilisants rend disponibles les nutriments et réduit les risques de pollution et améliorent la structure des sols (Douglas *et al.*, 2003). Ils améliorent la structure des sols et augmentent les rendements (Batiano et Mokwunye, 1991).

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail intitulé « **Effets de différents biofertilisants sur la productivité de la tomate au sud du Bénin dans la commune d'Adjohoun.** ».

1.2. Objectifs

1.2.1. Objectif général

De façon générale, cette étude vise à contribuer à l'amélioration de la productivité de la tomate (*S. Lycopersicum* L.) par l'utilisation de biofertilisants.

1.2.2. Objectifs spécifiques

De manière spécifique, il s'agit dans la présente étude de :

OS 1 : Identifier les contraintes liées à la production de la tomate dans la commune d'Adjohoun.

OS 2 : Comparer l'effet des biofertilisants sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate.

1.3. Questions de recherche

Q1 : Quelles sont les contraintes liées à la production de la tomate dans la commune d'Adjohoun ?

Q2 : Lequel des biofertilisants améliore le mieux la croissance et de rendement de tomate ?

CHAPITRE 2 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1- Plan d'étude : la tomate

2.1.1. Origine

Originaire des régions andines d'Amérique du Sud (Colombie, Equateur, Pérou, Bolivie, Chili), la tomate fut domestiquée au Mexique avant d'être introduite en Europe en 1544. De l'Europe, la culture s'est répandue en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et au Moyen Orient (Naika *et al.*, 2005).

2.1.2. Taxonomie

Le tableau ci-dessous renseigne sur la classification taxonomique de la tomate.

Tableau 1 : Classification taxonomique de la tomate

Règne	Plantae
Sous-règne	Trachénobionte
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Astéridés
Ordre	Solinales
Famille	Solanacées
Genre	<i>Solanum</i>
Espèce	<i>Solanum Lycopersicum</i> L.

Source : Traka, 2009

2.1.3. Caractéristiques botaniques

Racine : Forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices.

Tige : Le port de croissance varie entre érigé et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire.

Feuillage : Feuilles disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (Figure1).

Fleurs : Bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées aux - ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont

persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs.

Fruit : Baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés.

Graines : Nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Naika *et al.*, 2005).

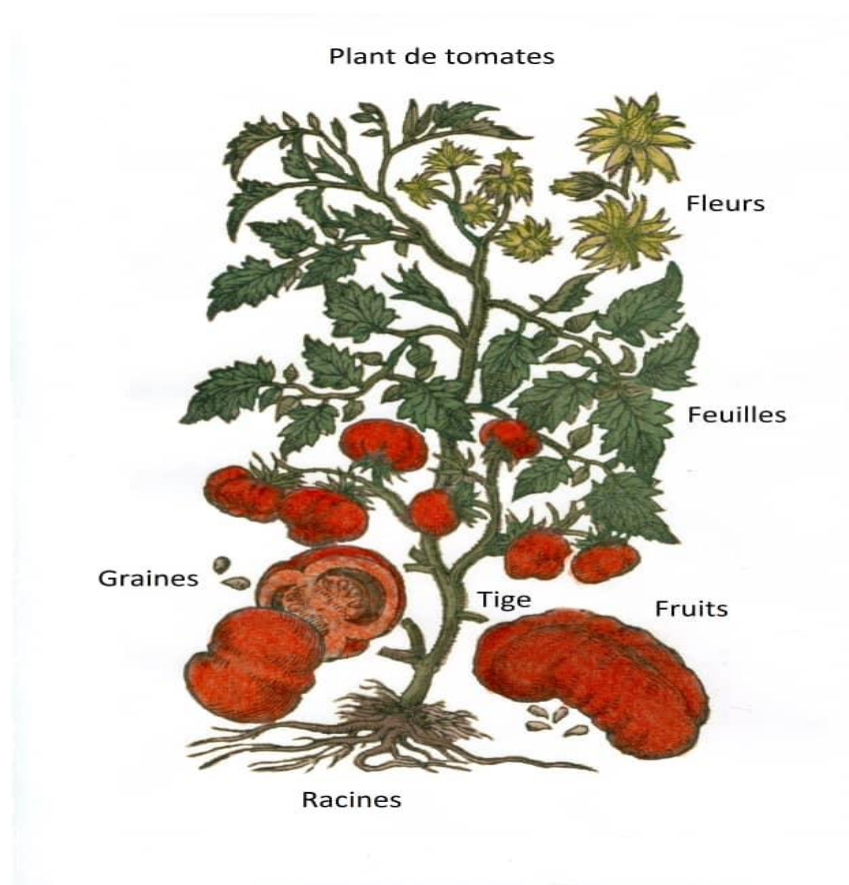


Figure 1 : Plante de tomate

Source : www.beauxjardins.com

2.1.4. Classification variétale

L'on distingue deux types différents de plantes de tomates, selon le mode de croissance : le type à croissance déterminée et le type à croissance indéterminée.

❖ Les variétés déterminées

Ce sont des variétés qui n'ont pas besoin de tuteur en général. Il est recommandé de protéger les plantes lorsque les conditions météorologiques sont rigoureuses. Juste après la floraison, les variétés à croissance déterminée ne croissent plus. Elles ne nécessitent pas beaucoup de main d'œuvre, c'est ce qui justifie le fait qu'elles sont choisies pour la culture commerciale. La fructification a lieu dans une période plus courte qui dure environ deux ou trois semaines et les fruits mûrissent bien plus rapidement que ceux des variétés à croissance indéterminée. (Naika *et al.*, 2005). Comme exemple de tomates à croissance déterminée, nous avons Caraïbo, Heat Master, Jackal, Xina (CIRAD-GRET, 2002).

❖ Les variétés indéterminées

Les variétés à croissance déterminée sont choisies lorsqu'on souhaite une longue période de récolte. Contrairement aux variétés à croissance déterminée, leur croissance continue après la floraison. C'est cette caractéristique qui est désignée par le terme « croissance indéterminée ». Néanmoins, les maladies et les attaques pourront freiner la croissance sous des conditions tropicales. Les tomates à croissance indéterminée ont généralement un feuillage plus considérable. Vu leur feuillage plus important, les fruits ne souffrent pas du soleil et mûrissent donc lentement. Le mûrissage lent et le rapport feuille/fruit élevé améliorent le goût des fruits, notamment le goût sucré. Les variétés à croissance indéterminée nécessitent des tuteurs pour les appuyer (Naika *et al.*, 2005). La variété Tropic Boy en est un exemple (CIRAD-GRET, 2002).

2.1.5. Valeur alimentaire et importance économique

Les fruits de la tomate sont riches en minéraux, en vitamines (B et C surtout), en acides aminés essentiels, en sucres ainsi qu'en fibres alimentaires. La tomate contient beaucoup de fer et de phosphore. Les tomates se consomment fraîches en salade ou cuites dans des sauces, des soupes ou des plats de viande ou de poisson. Il est possible de les transformer en purée, en jus et en ketchup. Les fruits séchés et les fruits mis en conserve sont des produits transformés qui ont également une importance économique (Naika *et al.*, 2005).

La tomate est une culture maraîchère dont le cycle est relativement court. Elle peut se cultiver sur une période courte ou longue et peut aussi être cultivée en champ ouvert et sous

abri. C'est une culture qui s'incorpore bien dans différents systèmes de culture. Aussi, la tomate a-t-elle une valeur économique élevée.

2.1.6. Production de la tomate dans le monde et au Bénin

Après la pomme de terre, la tomate est le légume le plus consommé dans le monde, aussi bien frais qu'après transformation. Au cours du XXème siècle, la production mondiale de tomates a augmenté de manière progressive et s'est accrue en grande quantité durant les trente (30) dernières années. De 1992 à 1998, elle est passée de 74 millions de tonnes à 89 millions puis à 124 millions en 2006 avant d'atteindre 189,1 millions de tonnes en 2021 (FAO, 2007 ;2021). La tomate est la troisième culture au monde en termes de volume de production, après la pomme de terre et la patate douce (Traka, 2019). En 2021, 189,1 millions de tonnes de tomate ont été produites dans le monde, dont 67,5 millions de tonnes proviennent de la Chine. L'Inde, la Turquie et les Etats-Unis suivent avec respectivement 21,2 millions de tonnes, 13, 1 millions de tonnes et 10,4 millions de tonnes (FAO, 2021).

Au Bénin, la production totale de la tomate a été de 321.644 tonnes pour une superficie emblavée estimée à 40.430 hectares en 2017 (FAOSTAT, 2019).

2.1.7. Ecologie

• Température et lumière

Pour pousser normalement, la température optimale pour la plupart des variétés de tomates se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation. Les températures requises pour les différentes phases de développement de la tomate sont consignées dans le tableau ci-après :

Tableau 2: Température requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate

Phases de développement	Température		
	Minimum	Intervalle optimum	Maximum
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Maturation des fruits	10	20-24	30

Source : Naika et al., 2005

- **Eau et humidité**

Il faut pouvoir compter sur au moins trois mois de pluie. Le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité est très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importants. Les temps nuageux ralentissent le mûrissage des tomates.

- **Sol**

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. Dans les sols d'argile lourde, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines.

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est adéquat et suffisant (Naika *et al.*, 2005).

- **Hygrométrie**

Il faut environ 20 mm d'eau par semaine lorsque le temps est frais, mais environ 70 mm pendant les périodes arides. L'apport en eau joue un rôle majeur pour obtenir une maturité uniforme et pour éviter la pourriture apicale, une maladie physiologique associée à un approvisionnement en eau irrégulier et à la carence en calcium dans les fruits en voie de grossissement qui en résulte.

2.1.8. Les ravageurs

2.1.8.1. Les insectes

❖ Les mouches blanches (*Bemisia tabaci*)

La mouche adulte est de couleur blanche et a une longueur de 1 à 2 mm. Tout comme les larves, elle se nourrit de la sève des feuilles. Lorsqu'on retourne la plante, tout un groupe de mouches pourra s'envoler. Ces insectes présentent surtout un problème au cours de la saison sèche. Une fois que la saison des pluies commence, ils disparaissent (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les pucerons (*Aphidae*)

Les pucerons sont des insectes mous, allongés, avec une longueur d'environ 2,5 mm. Il existe des pucerons ailés ainsi que des espèces sans ailes. Des dommages directs sont produits lorsqu'ils apparaissent en grands nombres sur la culture, où ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres. En outre des dommages directs qu'ils peuvent provoquer, les pucerons transmettent également différents virus (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les thrips (*Thripidae*)

Les thrips sont des insectes très petits qui ont des ailes en général. Les larves de thrips et les adultes sucent la sève des feuilles, ce qui cause des taches argentées sur la surface des feuilles en question. Les thrips adultes déposent également leurs excréments sur les feuilles, on le voit comme des petits points noirs (Naika *et al.*, 2005)

❖ Les papillons et les noctuelles (*Lepidoptera*)

Les papillons et les noctuelles sont des ravageurs courants dans les cultures de tomates. Ce sont des insectes qui se nourrissent des feuilles, fleurs et fruits de l'état larvaire (chenilles) à l'état adulte (Naika *et al.*, 2005).

2.1.8.2. Les nématodes

Les nématodes sont des vers invisibles à l'œil et qui vivent dans le sol en se nourrissant sur les racines de plantes. Ils ont des organes perforateurs au niveau de la bouche qui leur permettent de sucer la sève des plantes. Ceci peut conduire à une diminution de la capacité productive des plantes en question. Des dommages bien plus sérieux peuvent en découler lorsque des virus ou des moisissures pénètrent la plante au travers des blessures causées par les nématodes. Ces derniers rendront la plante malade et la feront mourir. Pour la culture de la tomate, les nématodes des racines noueuses provoquent des galles (des tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes. Les plantes atteintes restent petites de taille et sont sensibles aux maladies fongiques et bactériennes transmises par le sol. Environ 30% de la récolte de tomates des pays tropicaux est perdu à cause des nématodes. L'infestation et la transmission des nématodes peuvent se produire par le biais du matériel végétal contaminé, des outils, de l'eau de pluie et d'irrigation, des vents violents (qui font voler les particules de terre contaminées) et de la terre contaminée collée aux chaussures des humains ou aux pattes des animaux. Les nématodes peuvent survivre dans le sol tant que celui-ci reste humide (Naika *et al.*, 2005).

2.1.9. Les maladies de la tomate

❖ Les maladies bactériennes

La plupart des maladies bactériennes (causées par des cicatrices, les blessures) sont transmises dans des conditions d'humidité et de température élevées. Une fois qu'elle a pénétré la plante, une bactérie aboutit généralement dans le système vasculaire des tiges, racines et feuilles, provoquant souvent le flétrissement de ces dernières.

Dans certaines conditions, des chancres apparaissent également sur les tiges. Des taches en relief qui ressemblent à des yeux d'oiseau, caractérisées par un point rouge entouré

d'un cercle blanc, apparaissent sur les fruits. Les symptômes n'apparaissent pas toujours sur les fruits, mais facilitent le diagnostic lorsqu'ils se présentent (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les maladies virales

La tomate est très sensible aux maladies virales. Ces dernières sont souvent propagées dans la culture par des insectes vecteurs comme les mouches blanches, les thrips et les pucerons. Les dommages provoqués par ce virus sont généralement bien plus importants que les blessures physiques causées par l'insecte vecteur. Le symptôme le plus important d'une infection virale est la couleur claire (blanche ou jaune) des feuilles, ou une mosaïque de tons vert clair et foncés sur les feuilles. Dans beaucoup de cas, une maladie virale entraîne une croissance retardée, la formation de rosettes ou d'autres déformations étranges au niveau des feuilles et des tiges (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les moisissures

Les moisissures sont des organismes qui consistent généralement de filaments (les hyphes) perceptibles. Elles engendrent des infections fongiques souvent causées par les spores. Les principales infections fongiques de la tomate sont décrites ci-dessous :

- L'alternariose (*Alternaria solani*)

Cette moisissure se trouve partout. Les infections sont particulièrement graves dans les périodes humides et les climats chauds. Elle est propagée par le biais des graines, du vent, de la pluie ainsi que des restes de culture infectés. Les plantes qui ont été endommagées sont plus sensibles à cette moisissure. Des taches rondes et brunes (avec des cercles concentriques comme sur une cible) apparaissent sur les feuilles et peuvent atteindre un diamètre de 1,5 cm. Parfois l'on peut trouver des petites grosseurs sur les tiges ou les feuilles qui font jaunir et flétrir ces dernières. Les fleurs et les jeunes fruits tombent (Naika *et al.*, 2005).

- Le mildiou (*Phytophthora infestans*)

En général, la moisissure se propage par le biais des restes de culture. De légères taches foncées avec un point jaune en leur centre sont visibles sur les feuilles. Parfois les taches commencent à apparaître sur le bord des feuilles et se multiplient vers le centre, parfois les taches commencent au centre de la feuille et se multiplient vers les bords. Sur le côté inférieur des feuilles, les taches sont blanches. Les tiges et les fruits peuvent également être contaminés. Les fruits se couvrent de taches brunes et les feuilles flétrissent. Les marques de mildiou deviennent apparentes tôt dans la période de croissance (Naika *et al.*, 2005).

- La fusariose (*Fusarium oxysporum*)

Les feuilles flétrissent, jaunissent et s'enroulent à leurs bords en commençant par la base de la plante et continuant vers le haut. L'on peut observer une tache brune si l'on coupe la tige

ou les racines. Il est possible que la plante ne flétrisse que sur un côté alors que le reste de la plante reste saine pendant longtemps. L'on trouvera du duvet de moisissure rose sur les parties de plantes mortes (Naika *et al.*, 2005).

- **Le mal blanc ou oïdium (*Leveillula taurica*)**

Cette moisissure apparaît par des taches jaunes sur les feuilles et de la poudre provenant des spores sur le côté inférieur de ces taches. Contrairement aux autres types de moisissures, les hyphes se trouvent entièrement à l'intérieur de la plante. La plante est infectée par le biais des stomates et de la surface des feuilles. Cette maladie se propage rapidement dans des conditions arides (Naika *et al.*, 2005).

- **L'anthraxnose (*Colletotrichum coccodes*)**

Les signes d'infection de cette maladie sont des taches gris-brunes (des entailles) sur les fruits et, dans des conditions humides, des spores couleur saumon (rose). La maladie se propage rapidement dans des conditions humides ainsi que lorsqu'il fait chaud et humide. La transmission se fait fréquemment par le biais des parties de plantes infectées (notamment les fruits). C'est la raison pour laquelle il est très important d'adopter des pratiques d'hygiène agricole (Naika *et al.*, 2005).

2.1.10. Méthodes de lutte contre les ravageurs

❖ **Les nématodes**

L'utilisation des pesticides chimiques (nématicides) et des produits qui stérilisent le sol (y compris les traitements à la vapeur) est efficace mais coûteuse. L'on essaye également d'appliquer les mesures de lutte intégrée suivantes pour réprimer ou restreindre une infestation de nématodes :

- La rotation de la culture de tomates avec d'autres cultures telles que des céréales, des choux, des oignons, des arachides, du manioc, du sésame, etc. - pas de Solanacées !. Il est conseillé de ne pas faire de rotation des cultures avec la famille des Cucurbitacées (par ex. concombre ou citrouille) ni avec la papaye, comme ces derniers peuvent transmettre des maladies à la tomate.
- L'élimination des mauvaises herbes et les restes de plantes (les feuilles et les fruits pourris). Inter plantez avec des plantes qui émettent par le biais de leurs systèmes racinaire des substances que les nématodes n'aiment pas ou qui tuent ces derniers, comme le sésame ou les tagètes (par exemple les œillets d'Inde ou les roses d'Inde, les plantes de cette famille se trouvent dans de nombreux pays).

- L'exposition du sol au soleil et au vent. Labourez le sol à plusieurs reprises. Les anguillules seront emmenées alors vers la surface et seront ainsi exposées au soleil et à des températures élevées qui les tueront (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les mouches blanches (*Bemisia tabaci*)

Voici quelques mesures qui permettent de lutter contre les mouches blanches :

- Favoriser la présence des prédateurs naturels de la mouche blanche, en plantant entre les lignes des pieds de tomate (en culture intercalaire) ou le long des allées, des buissons ou d'autres types de végétation. N'utilisez pas de pesticides.
- Utiliser des cultivars résistants (les feuilles velues nuisent à la mouche blanche lorsqu'elle veut pondre ses œufs).
- Pulvériser une solution de kérosène et de savon pour lutter contre la mouche blanche (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les pucerons (*Aphidae*)

Voici quelques mesures qui permettent de lutter contre les pucerons :

- Eliminer les anciens restes de culture avant d'ensemencer une nouvelle culture.
- Planter des cultures intercalaires.
- Emploi modéré des fertilisants azotés, appliquer des fertilisants organiques.
- Pulvériser une solution de savon, d'urine de vache ou d'extraits de neem (*Azadirachta indica*).
- Couvrir le sol de film plastique gris qui repousse les pucerons en reflétant la lumière du soleil (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les thrips (*Thripidae*)

Voici quelques mesures qui permettent de lutter contre les thrips :

- Couvrir le sol de film plastique dans le but d'empêcher les thrips de pénétrer dans la terre pour leur phase de croissance dans le cocon.
- Bien labourer, afin de faire venir les cocons à la surface pour qu'ils se dessèchent puis meurent.
- Eliminer les restes de culture.
- Pulvériser sur les plantes une solution de savon ou une solution au neem. Ceci n'affectera pas les cocons dans le sol, il faudra donc répéter le traitement pour tuer les adultes, qui se trouvent au-dessus de la terre (Naika *et al.*, 2005).

❖ Les papillons et les noctuelles (*Lepidoptera*)

Voici quelques mesures qui permettent de lutter contre les chenilles :

- Enlever régulièrement les mauvaises herbes.

- Labourer un mois avant l'ensemencement ou le repiquage.
- Eliminer et détruire les fruits contaminés.
- Adopter la pratique de rotation des cultures.
- Contrôler régulièrement s'il y a des œufs et le cas échéant prendre les mesures qui permettent de lutter contre les jeunes larves.
- Utiliser des pièges à lumière qui attirent les noctuelles pendant la nuit, prévenant ainsi que ces dernières déposent leurs œufs sur les plantes.
- Appliquer des cendres de bois, des copeaux de bois et/ou du calcium sur les lits de semis.
- Planter du chou en tant que culture intercalaire.
- Traiter au *Bacillus thuringiensis*, un insecticide biologique, en vente chez votre fournisseur de pesticides.
- Pulvériser une solution de neem ou de pesticides naturels (Naika *et al.*, 2005).

2.1.11. Méthodes de lutte contre les ravageurs de la tomate

Les mesures suivantes peuvent aider à lutter contre les maladies :

- Utiliser des variétés tolérantes/résistantes.
- Eviter les parcelles infestées. Une fois que le sol a été contaminé, ne pas cultiver de Solanacées pendant au moins 7 ans. Faire des rotations de cultures avec des céréales.
- Ne pas blesser les racines ni les feuilles, faire attention pendant le repiquage et tailler le moins possible.
- Veiller à ce que le champ soit bien drainé.
- Au nécessaire, stériliser le sol
- Ramasser et brûler les parties de plantes endommagées.
- Désherber régulièrement et à fond.
- Adopter la pratique de la rotation des cultures.
- Eviter une carence en eau.
- Ne pas planter de jeunes pieds à proximité de plantes plus âgées.
- Appliquer des fongicides efficaces s'ils sont disponibles (Naika *et al.*, 2005).

2.2. Fertilisants

2.2.1. Fertilisants chimiques

Les fertilisants chimiques (à l'exception du calcium) n'améliorent pas la structure du sol mais ils enrichissent le sol en y apportant des éléments nutritifs. Les exportations (fruits, tiges et feuilles), pour une récolte de 50 t, correspondent à 130 unités N, 50 unités P₂O₅, 250 unités

K₂O, 200 unités CaO et 35 unités MgO. Il est préférable de fractionner les apports d'engrais de la manière suivante :

- Apport avant plantation de la totalité du phosphore, du calcium et du magnésium, plus 50 kg/ha d'azote et 100 kg/ha de potassium ;
- Apports en cours de culture, tous les quinze jours, du complément en azote et potassium (CIRAD-GRET, 2002).

2.2.2. Fertilisants organiques

La matière organique favorise l'augmentation de la croissance et la diffusion des éléments nutritifs aux plantes permettant ainsi une amélioration de la production des cultures maraîchères (Toundou, 2016). Selon Kitabala *et al.* (2016), l'apport de compost conduit à des variabilités importantes sur le diamètre au collet des tomates. On y note aussi un effet significatif sur le nombre de fruit par plante. Les engrais organiques libèrent lentement les nutriments ; cela a pour effet d'éviter les risques de sur engraisage. Le sur engraisage est une dote élevée de l'engrais dans la terre, ce qui provoque des brûlures ou l'asphyxie des racines (Jeanne, 2021). En outre, les engrais organiques ne ruissellent pas aussi facilement et augmentent la biodiversité des espèces de 30% par rapport aux engrais synthétiques. Ils sont renouvelables, biodégradables, durables et écologiques.

Le rendement de tomate est bien considérable avec des traitements aux légumineuses et au compost sur les sols qui ont été gérés conformément à la culture biologique. Les sols n'ayant pas bénéficié des pratiques biologiques nécessiteront sans doute des fertilisants organiques additionnels. Il est possible d'appliquer les fertilisants comme fumure de fond pendant les opérations de préparation et de construction des planches ou de les déposer le long des lignes au moment de planter. Pour améliorer la fertilité des sols, le vermicompost est le fumier organique le plus approprié (Naika *et al.*, 2005).

Le vermicompost est un type de compost très riche en NPK décomposé par les vers de terre qui utilise le compost ordinaire et/ou fumiers (la bouse de vache) en décomposition avec les vers pour compléter le processus de décomposition (Photo1). C'est un engrais organique riche en nutriments qui a été utilisé dans l'agriculture biologique durable et l'horticulture. Le vermicompostage est généralement considéré comme le mieux fait à des températures comprises entre 15 à 25 ° C ou 59 à 77° C (Kumar *et al.*, 2023). Il a un pH de 6 et n'acidifie pas le sol.

Lorsqu'il est utilisé sur le terrain, il offre les avantages suivants :

- Le vermicompost améliore les conditions biologiques, chimiques et physiques du champ.

- Il protège les plantes contre les impacts des maladies qui se propagent dans le sol.
- Augmente l'activité microbienne du sol.
- L'acide humique est abondant et est un produit biochimique qui aide les racines à se développer et à absorber les nutriments (Kumar *et al.*, 2023).



Photo 1 : Le vermicompost

La bouse de vache

La bouse de vache est aussi l'un des fumiers les plus courants utilisés dans la production de tomate. Il contient relativement peu de phosphate et est approprié aux sols à textures sablonneuse et argileuse (Photo 14). La quantité de bouse de vache représentant la bonne est de 12,5 à 25 tonnes/hectare (Naika *et al.*, 2005).

Le thé de vermicompost

Le thé de vermicompost est un liquide (Photo 2) chargé de nutriments minéraux et d'oligoéléments (Ndegwa *et al.*, 2001). Après son application (foliaire), il inocule une concentration importante d'êtres vivants dans le sol, qui permet de booster ses capacités en améliorant les chaînes alimentaires entre les différents organismes qui vivent dans la terre.

Les avantages du vermicompost et de la bouse de vache sont tels qu'ils améliorent la fertilité et la structure des sols. Ils réduisent également la nécessité d'application de l'azote (N), du phosphore (P) et du potassium (K) (Naika *et al.*, 2005).



Photo 2 : Le thé de vermicompost

CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES

3.1- Milieu d'étude

3.1.1- Localisation géographique et population

L'expérimentation a été conduite sur le site de la ferme école S.A.I.N de Kakanitchoé dont la longitude est 6 ° 45'51.1" N et la latitude 2 ° 30'41.8" E (Google Maps, 2016) dans arrondissement de Kodé dans la commune d'Adjohoun. La commune d'Adjohoun est située au centre du Département de l'Ouémé et comprise entre 6°42'43'' de latitude Nord et 2°29'38'' de longitude Est (Figure 2), dans la vallée et à 32 km au Nord de Porto-Novo, Capitale du Bénin. Sa superficie totale est d'environ 308 Km². Elle est limitée au Sud par la commune de Dangbo, au Nord par la commune de Bonou, à l'Est par la commune de Sakété et à l'Ouest par les communes d'Abomey-Calavi et de Zè. La commune d'Adjohoun est constituée de 66 villages et quartiers de ville répartis dans huit (8) arrondissements que sont Adjohoun, Akpadanou, Awonou, Azowlissè, Démè, Gangban, Kodé et Togbota. Elle compte environ 75 323 habitants avec une densité de 245 Hbts/km² (RGPH4, INSAE 2013). Cette population serait estimée en 2021 à environ 100 000 habitants (RGPH4, INSAE 2013).

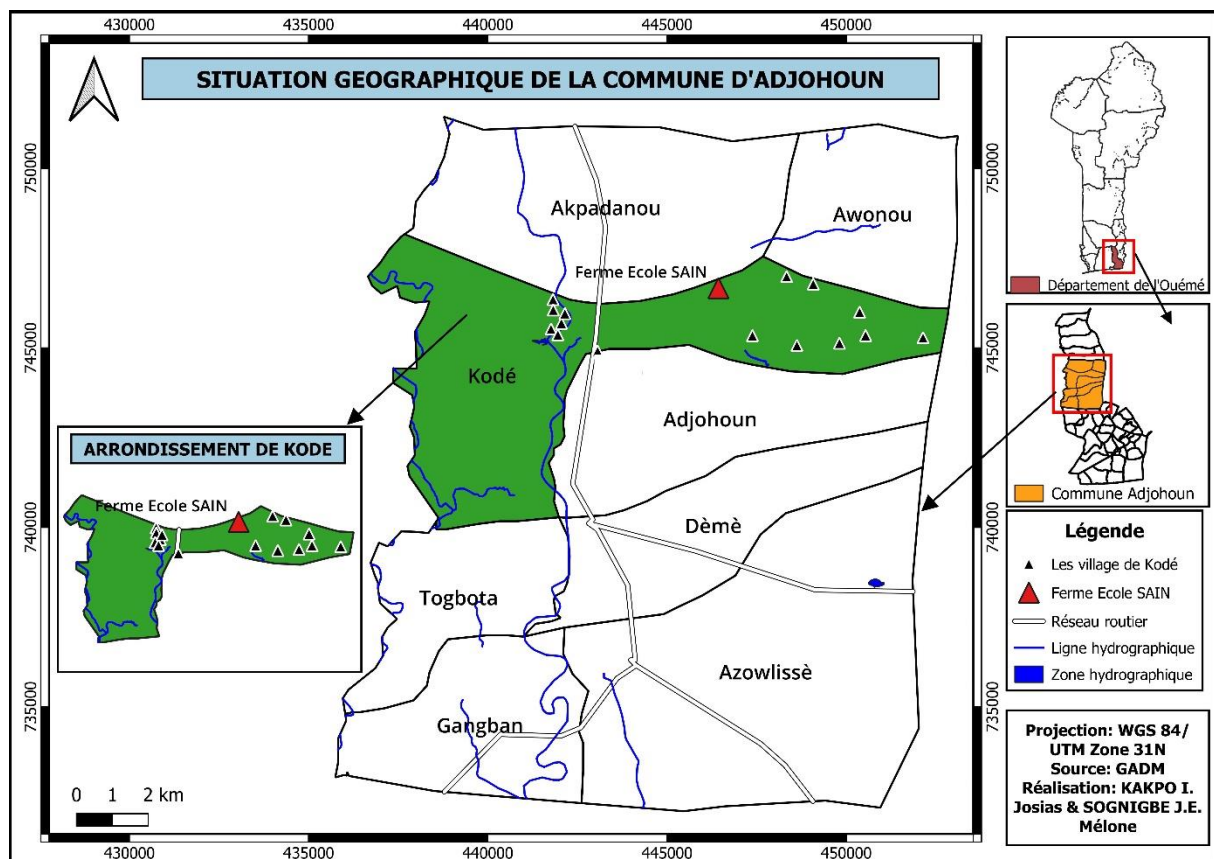


Figure 2: Localisation géographique de la commune d'Adjohoun

3.1.2. Climat

Caractérisée par un climat de type subtropical, la commune d'Adjohoun comprend, d'une part, deux saisons pluvieuses (une grande d'Avril en Juillet et une petite de septembre en novembre) et d'autre part, deux saisons sèches (une petite saison d'août en septembre et une grande saison de décembre en mars). Cela permet deux cycles de cultures aussi bien sur le plateau que dans la plaine inondable. Les précipitations sont irrégulièrement réparties tout au long des saisons pluvieuses, ce qui constitue handicap pour l'agriculture pluviale. La pluviométrie moyenne annuelle est de 1122,19 mm en 50 jours de précipitation.

3.1.3. Sols, végétation et ressources naturelles

Sur le plan pédologique, il existe deux types de sols : les sols de basfonds (environ le tiers de la superficie totale de la commune), riches et propices pour la culture du riz et de certaines cultures de contre saisons (maïs, niébé, manioc et produits maraîchers) et les **sols** ferralitiques (terres de barre) très pauvres et à faible rendement. Le taux d'exploitation des sols oscille entre 43% et 56% selon les types.

Le fleuve Ouémé qui traverse la commune représente, sans aucun doute, un atout majeur pour la production agro-piscicole. Le couvert végétal a subi une forte dégradation sous l'influence des actions anthropiques à travers l'exploitation agricole et les feux de brousse.

Au titre des ressources naturelles, on peut mentionner l'existence d'une source thermique à Gogbo qui pourrait être valorisée de même que des îlots de forêts sacrées un peu partout dans la commune.

3.1.4. Spéculations agricoles

Dans la commune d'Adjohoun, la production agricole porte sur les céréales (maïs), les racines et tubercules (manioc, patate douce, igname, taro), les cultures maraîchères (tomate, piment, gombo, légumes feuilles), les légumineuses (niébé) et les cultures de rente (palmier à huile, coton). Ces cultures sont produites en association ou par rotation, avec la pratique de la jachère dont la durée ne cesse de se raccourcir de cinq (5) à deux (2) ans. L'utilisation de l'engrais chimique est rare, voire inexistante surtout pour les cultures vivrières.

3.2. Matériel et méthodes

3.2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la tomate (Variété Mongal Dés hybridé) qui est une variété à croissance déterminée. La variété Mongal Dés hybridé reproduit dans sa descendance des fruits ayant exactement les mêmes caractéristiques que celles des parents dont sont issues les semences. C'est une variété à très bonne vigueur et à nouaison excellente, ce qui lui confère la capacité de produire de nombreux fruits. La semence de tomate utilisée a été produite en 2023 par la ferme FASAM du Niger (Photo 3).



Photo 3 : Semence de tomate utilisées

3.2.2. Matériel technique de terrain

Le tableau suivant renseigne sur les matériels techniques de terrain et leurs utilités.

Tableau 3: Matériels techniques de terrain et leur utilité

Matériels	Utilités
Revue de littérature	Avoir des notions pré-requises
Questionnaire d'enquête	Collecter des données auprès des producteurs
Ordinateur portable	Saisie des données, manipulation des logiciels et traitement des données
Logiciel Word	Rédaction de document
Tableur Excel	Traitement des données
Téléphone portable	Prise de photos sur le terrain

Etiquettes + marqueur	Faciliter la reconnaissance des traitements appliqués par parcelle expérimentale.
Ficelles	Tuteurer les plantes
Pots en sachets polyéthylènes	Constituer les pots où repiquer les tomates

3.3. Méthodologie

3.3.1. Phase exploratoire

Pour une bonne orientation de nos travaux, la revue de la littérature nous a permis de faire le bilan des recherches antérieures sur la tomate dans un contexte général. Cette recherche a été effectuée à l'aide des documents publiés, mémoires, thèses, rapports obtenus sur Google, Google Scholar et freefullpdf.com.

3.3.2. Phase de terrain

✓ Phase d'enquête de terrain

Une enquête a été réalisée dans l'arrondissement de Kodé, plus précisément dans le village de Kakanitchoé chez 32 producteurs, afin d'avoir des informations sur les pratiques agricoles sur la tomate et les contraintes majeures auxquelles ils font face au cours de la production. La contrainte majeure prioritaire qui a fait objet de recherche et de proposition d'innovation est celle qui a satisfait aux critères suivants :

- Plus de 60% des producteurs ont déclarés la contrainte ;
- La contrainte présente des défis majeurs sur la sécurité alimentaire et le bien-être des populations ;
- La contrainte a une envergure régionale

✓ Phase d'expérimentation

▪ Préparation du vermicompost

Les matériels suivants ont été utilisés pour produire le vermicompost :

- Bouse de vache (bien concassée et tamisée)
- Vers de terre
- Eau
- Dispositif (bac en ciment, plastique, bac en sac)
- Pelle
- Moustiquaire
- Sceau
- Arrosoir

❖ Mode de préparation du vermicompost

Pour préparer le vermicompost, il faut d'abord mettre la bouse de vache dans un bac et l'arroser jusqu'à ce que l'eau coule de la matière en prenant soin à chaque fois de la retourner afin d'obtenir un mélange homogène. L'arrosage permet d'éliminer l'ammoniaque (NH_4) du mélange homogène. Il se fait deux fois par jour pendant trois jours. Il faut ensuite contrôler la température du mélange. La température minimale est d'environ 25°C ; au-delà de 35°C les vers tenteront de quitter le dispositif. Après, il faut ajouter du phosphite au dispositif (5kg pour 100kg de bouse de vache) puis mettre les vers dans le dispositif (4 kg pour 100 kg de la bouse de vache) pour avoir une bonne décomposition. Il est important de protéger les vers contre les prédateurs tels que les fourmis et les margouillats en couvrant le dispositif de la moustiquaire. Tout au long du processus de préparation, il faut arroser le dispositif chaque 2 jours avec 25 litres d'eau. Enfin, il faut laisser le dispositif bien couvert sans perturber les vers pour une bonne multiplication et une bonne décomposition de la matière. Le vermicompost est alors prêt 45 jours après. Il est utilisable lorsque de l'on observe des petits granulés de façon uniforme (turricules). Il faut noter que six jours avant la récolte, on arrête l'arrosage du dispositif pour permettre une bonne récolte. La récolte se fait manuellement avec des pelles, des tamis ou mains propres.



Photo 4 : Etape de récolte du vermicompost

▪ Préparation du thé de vermicompost

Les matériels suivants ont été utilisés pour la préparation du thé de vermicompost :

- Plastique de 100 L muni d'un robinet
- Bouse de vache (bien concassée)
- Moustiquaire
- Feuilles fraîches de moringa
- Paille de riz
- Vers de terre

❖ Mode de préparation du thé de vermicompost

Pour préparer le thé de vermicompost, il faut d'abord mélanger 40 kg de la bouse de vache avec les feuilles du moringa sur une bâche. Ensuite, il faut mettre des feuilles qui se décomposent lentement (feuilles de cocotier ou de manguier par exemple) au fond du plastique jusqu'au niveau du robinet. Après, il faut remplir de façon alternative les pailles de riz et le mélange de bouse de vache et des feuilles de moringa puis remplir le dispositif d'eau et laisser pendant 24 heures. Il faut vider le réservoir 24 heures après et ajouter 2 kg de vers de terre puis 7 L d'eau dans le plastique. Fermer le mélange avec une moustiquaire afin d'éviter les dégâts des prédateurs et la sortie des vers de terre (Photo 5) puis laisser pendant 10 jours. Le 11^{ème} jour, il faut recueillir le thé et ajouter une quantité d'eau, même que celle de thé recueilli, dans le plastique. Le thé est ainsi prêt. La récolte peut se faire pendant 90 jours et se fait chaque 72 heures afin de permettre aux nutriments de lessiver dans le thé.



Photo 5 : Plastique contenant le thé de vermicompost

▪ Mise en place de la pépinière

La pépinière a été faite hors sol sur des plaques alvéolées de 98 alvéoles le 18 mars 2023. Le substrat utilisé est le vermicompost. Après le remplissage des alvéoles suivi de l'arrosage des plaques, les semences sont étalées sur chaque plaque à raison de 2 graines par alvéoles. Elles ont été recouvertes d'une fine couche de vermicompost et d'un filet anti-insectes pour protéger les plantules contre les insectes (Photo 6). A la fin, toutes les plaques sont arrosées. En ce qui concerne l'entretien de la pépinière, elle a consisté à arroser une fois par jour et débarrasser au besoin les mauvaises herbes des alvéoles.



Photo 6 : Pépinière de la tomate

A- Mise en place de l'essai

❖ Dispositif expérimental

Les plants de tomate ont été repiqués dans des pots en sachet qui ont été placés selon le dispositif en Bloc Aléatoire Complet (Figure 3). Chaque répétition était composée de trois (03) unités parcellaires de 2m x 5m (10 m² chacune) qui sont distantes l'une de l'autre de 1 m. Chaque unité parcellaire comprend trois (03) lignes de neuf (9) pots, soit 9 plants par ligne et donc 27 plants par unité parcellaire. Les blocs ayant chacun une superficie de 40 m², sont distants de 1,5 m l'un de l'autre. Nous avons au total neuf (9) unités parcellaires couvrant une superficie de 144 m² (Photo 7).

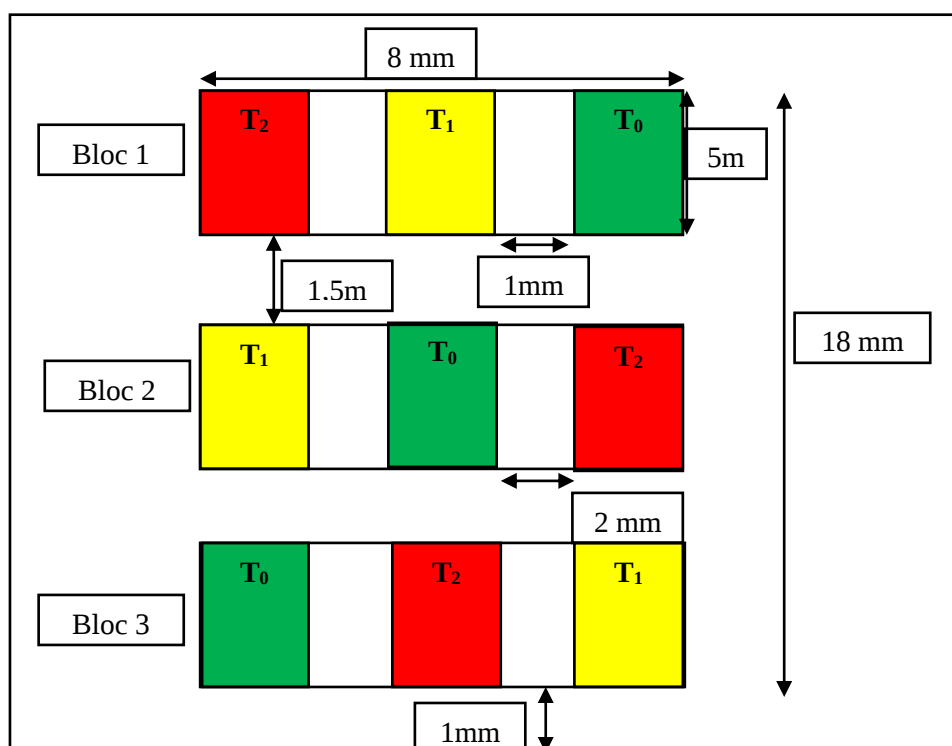


Figure 3 : Dispositif expérimental

- **Traitement témoin (T₀)** : Fertilisation avec la bouse de vache
- **Traitement 1 (T₁)** : Fertilisation avec le vermicompost
- **Traitement 2 (T₂)** : Fertilisation avec le thé de vermicompost



Photo 7 : Aperçu de l'essai installé

NB : Le choix des pots en sachet est fait afin de voir l'effet réel des différents biofertilisants utilisés avant leur application au sol.

❖ Détermination des doses des biofertilisants aux plants

Le tableau ci-après aborde les doses et la fréquence d'apport des biofertilisants aux plants.

Tableau 4: Doses et fréquence d'apport des biofertilisants aux plants de tomate

Traitements	Modalités	Doses/ha	Fréquence d'apport
T ₀	Bouse de vache	12,5 t	Fumure de fond
T ₁	Vermicompost	2 t	Fumure de fond
T ₂	Thé de vermicompost	400 L	Trois fois (15 ^{ème} , 35 ^{ème} et 60 ^{ème} jour après repiquage)

Source : Naika *et al.* (2005) ; Viorel *et al.* (2022)

❖ Processus de conduite de l'essai

La conduite de l'essai a été faite en suivant rigoureusement la fiche technique de la tomate.

➤ Pratiques culturales

• Remplissage des pots

Les pots de 20 cm de diamètre ont été remplis avec un substrat de culture constitué d'un mélange du terreau et des fumures organiques selon le traitement. Le terreau a été prélevé sur un sol à texture sablo-limoneuse du site expérimental dans l'horizon 0 à 15 cm.

- **Préparation du sol**

Cette opération a consisté à nettoyer la parcelle en faisant le sarclage, le planage et la mise en place des pots.

- **Repiquage**

Il a consisté à repiquer les plants le 13 avril 2023 (26 jours après le semis en pépinière) dans les pots (Photo 8). L'écartement adopté est de 0,75 m x 0,5m à raison d'un plant par pot (Naika *et al.*, 2005).



Photo 8 : Plante de tomate 5 jours après repiquage

- **Entretien**

Après le repiquage, des travaux d'entretien ont continué. Il s'agit de l'arrosage qui a été fait trois (03) fois par semaine (Naika *et al.*, 2005) et du désherbage. Après le premier désherbage, le paillage des pots a été fait pour lutter contre les mauvaises herbes et pour garder l'humidité au sol. Les plants de tomate sont traités chaque semaine avec le biopesticide Apichi pour lutter contre les ravageurs et des vecteurs de maladies. L'Apichi est utilisé en diluant 1L dans 5L d'eau. Le tuteurage des plants a été réalisé 35 jours après le repiquage afin de permettre aux plants de profiter de l'ensoleillement et d'éviter aux fruits de toucher au sol (Photo 9).



Photo 9 : Tuteurage des plantes de tomate

B- Collecte des données

Les paramètres ci-après ont été collectés :

- Hauteur des plants (mesurée avec un décimètre à ruban)
- Nombre de feuilles par plant
- Nombre de fleurs par plant
- Nombre de fruits par plant

La collecte des données a démarré 40 jours après repiquage et a été faite tous les 14 jours (deux semaines). Les données ont été collectées en choisissant aléatoirement 7 sujets sur chaque unité parcellaire (Photo 10).



Photo 10 : Mesure de la hauteur des plantes de tomate

C- Analyse statistique des données

La statistique descriptive a été utilisée pour calculer les moyennes des différents paramètres mesurés. Une ANOVA à un facteur à un seuil de signification de 5% a été utilisée pour évaluer l'effet des biofertilisants sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate. Le test de comparaison par paires de Wilcoxon et celui de TukeyHSD ont été effectués pour situer les différences. Les graphes ont été réalisés grâce au tableur Excel.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Description des contraintes identifiées

4.1.1. Contraintes liées identifiées

Les enquêtes auprès des producteurs ont montré que la perte de la fertilité des sols, les attaques des ravageurs, le retard de pluie, le manque de financement, la pénurie d'espace, et le manque de d'œuvre sont des contraintes générales auxquelles les producteurs sont confrontés dans la commune d'Adjohoun (tableau 5). Toutefois, la perte de la fertilité des sols est l'une des contraintes majeures à laquelle les producteurs étaient confrontés dans la commune d'Adjohoun.

Tableau 5 : Contraintes identifiées dans le système de production de la tomate dans la commune d'Adjohoun

Contraintes identifiées		Nombre de producteurs déclarants	Pourcentage de producteurs déclarants
Facteurs de production	Pénurie de la terre	16	50%
	Absence de main d'œuvre	17	53,2%
	Manque de financement	32	100%
Production au champ	Perte de la fertilité des sols	32	100%
	Attaques des ravageurs	32	100%
	Retard de pluie	32	100%
Opérations post-récoltes	Pourriture des fruits	28	87,5%
	Indisponibilité de marché d'écoulement	23	71,8%

Source : Données de l'enquête, 2023

4.1.2. Hiérarchisation des contraintes

Avec les producteurs, les contraintes ont été classées selon leurs priorités sur la base de l'importance (Figure 3).

L'analyse de cette figure montre que la perte de la fertilité des sols, les attaques des ravageurs, le manque de financement et le retard de pluie sont des contraintes majeures liées à la production de tomates dans la commune d'Adjohoun.

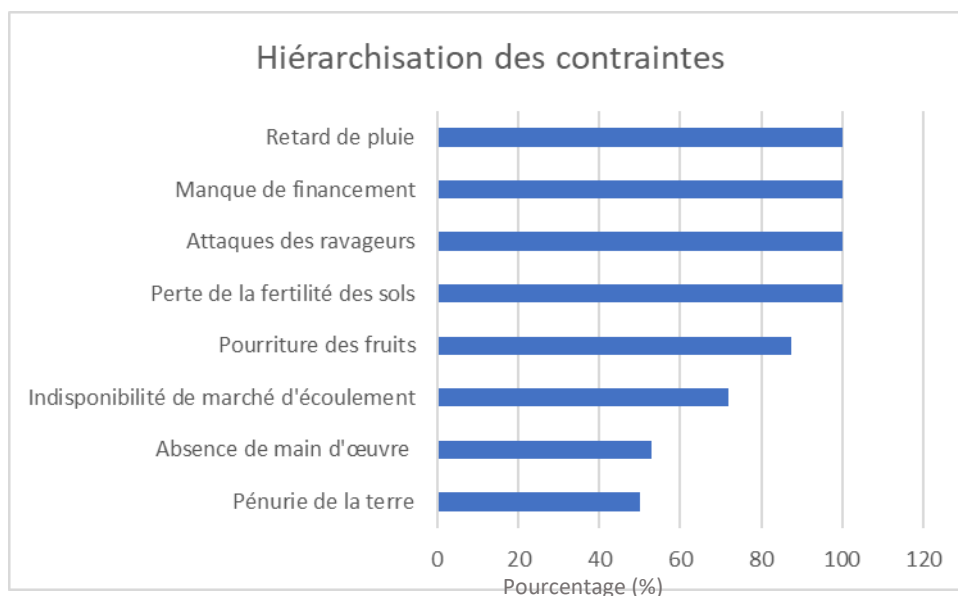


Figure 4 : Hiérarchisation des contraintes identifiées

4.2. Présentation des innovations identifiées

4.2.1. Innovations endogènes

Pour s'adapter au problème du retard de pluie, diverses stratégies ont été développées par les populations locales : les prières à la divinité Tolègba et le recours aux services des faiseurs de pluies.

En ce qui concerne la baisse de la fertilité des sols, plusieurs pratiques culturelles ont été adoptées par les populations locales. Nous avons entre autres :

La rotation de cultures : la rotation est faite avec des légumineuses, plus précisément l'arachide et le niébé.

La jachère : afin de restituer les matières organiques au sol, les producteurs laissent en jachère leurs champs pour un an avant de reprendre la production de la tomate.

L'utilisation du NPK : pour faire face aux dégâts des maladies et ravageurs de la tomate, les producteurs ont recours aux pesticides chimiques tels que : mancozèbe 80 WP ou TOPSIN M 70 WP respectivement à raison de 3Kg/ha ou de 0,5Kg/ha ; PACHA 25 EC à raison de 1L/ha.

4.2.2. Innovations exogènes

Dans le contexte de l'adaptation aux changements climatiques, le Projet PANA1 (2015) a formé les producteurs dans le cadre de la protection phytosanitaire des cultures maraîchères et de la tomate en particulier dans la commune d'Adjohoun. Ce projet a appuyé à la formation des producteurs à l'information et à la communication des biopesticides, aux techniques de fabrication et d'utilisation des biopesticides et pour l'acquisition d'équipements et matériels adaptés à la production des biopesticides au profit des maraîchers. Les biopesticides mis en exergue dans la lutte contre les ravageurs sont entre autres les extraits aqueux à base de neem (feuilles + graines), les extraits aqueux à base de papayer, les extraits aqueux à base d'Hyptis, les extraits aqueux à base de piment et d'ail.

4.2.3. Description détaillée et justification de l'innovation choisie

La tomate est la troisième culture au monde en termes de volume de production, après la pomme de terre et la patate douce (Traka, 2019). Au Bénin, la production de tomate a été évaluée à 321.644 tonnes en 2017 (FAOSTAT, 2019). Cependant, l'une des contraintes majeures à laquelle font face les producteurs de tomates dans la commune d'Adjohoun est l'appauvrissement des sols. Dans l'optique de limiter les dégâts des fertilisants chimiques, d'améliorer la structure des sols et d'augmenter les rendements, cette étude a porté sur l'utilisation des biofertilisants. Ainsi, l'étude vise à évaluer l'efficacité de trois différents biofertilisants sur la productivité de la tomate. Il s'agit de la bouse de vache, du vermicompost et du thé de vermicompost. Le vermicompost est un type d'engrais organique décomposé à l'aide des vers de terre et contenant des excréments, des micro-organismes efficaces, des actinomycètes, des éléments nutritifs des plantes, de la matière organique, des enzymes et des hormones. Le thé de vermicompost est un liquide extrait du vermicompost en présence d'oxygène. Il contient à la fois des ingrédients nutritifs solubles et des microorganismes vivants tels que des bactéries, champignons, protozoaires et nématodes qui vont permettre de booster les capacités du sol en améliorant les chaînes alimentaires entre les différents organismes qui vivent dans la terre (Gade, 2022).

4.2.4. Revue de littérature sur les innovations similaires

Plusieurs auteurs ont travaillé sur des aspects liés aux effets de plusieurs engrais organiques sur la productivité de la tomate. Au nombre de ces travaux, nous pouvons citer

ceux de Viorel *et al.* (2022) qui ont recherché la qualité des tomates cultivées avec fertilisation aux différents types de vermicompost. Les résultats de leurs travaux ont montré que les fertilisations au vermicompost et au thé de vermicompost ont favorisé un développement normal des plantes en apportant les nutriments nécessaires. Cette étude a aussi montré que le vermicompost a eu une influence positive sur la récolte tout en élevant la teneur en acidité, en glucides solubles et en vitamine C. Selon les travaux de Safiddine *et al.* (2019) sur l'impact des différents types de vermicompost sur la réduction du nombre de galles de *Meloidogyne* et l'expression végétative des plants de tomate, le thé de vermicompost apporté par voie foliaire induit une expression végétative plus importante que le vermicompost apporté en amendement. Guermache et Djazouli (2021) ont également effectué des travaux sur les effets de la fertilisation à base de la biomasse vermicompostée sur les performances agronomiques du haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.) en culture irriguée. Les résultats de leurs travaux ont montré que l'amendement au thé de vermicompost de marc de café et au thé de vermicompost fermenté ont générés une meilleure croissance des plantes et une augmentation de la capacité de production. En outre, les travaux de Batamoussi *et al.* (2016) sur les effets de différents engrais organiques (déjection de poulet, déjection de caprin et déjection de vache) sur les paramètres de croissance et de rendement de deux variétés de tomates ont montré que ces engrais ont eu un effet significatif sur le rendement de la tomate. Cependant, la déjection de poulet a été plus efficace aussi bien sur les paramètres de croissance que sur le rendement.

4.3. Analyse des potentialités et faiblesses de l'innovation

Le tableau 15 ci-dessous présente les potentialités et faiblesses de l'innovation choisie.

Tableau 6: Potentialités et faiblesses de l'innovation choisie

Potentialités	Faiblesses
- Accessible à tout le monde - Améliore la texture et la structure des sols et augmente le rendement - Gestion de la fertilité des sols - Les biofertilisants sont moins coûteux - Ecologique - Constitue une mesure d'adaptation aux changements climatiques	- La fabrication du vermicompost prend du temps - Manque d'encadrement des producteurs de tomate

4.4. Résultats de l'essai

➤ Effets des traitements sur la hauteur des plants

La figure 5 ci-dessous présente l'évolution des hauteurs moyennes des plants suivant les différents traitements dans le temps. Le tableau 7 présente les résultats d'analyse de variance des différents traitements sur la hauteur des plants de tomate. L'analyse de ce tableau montre qu'il y a une différence significative entre les traitements sur la hauteur des plants ($p = 0,00502$) au seuil de significativité de 5%.

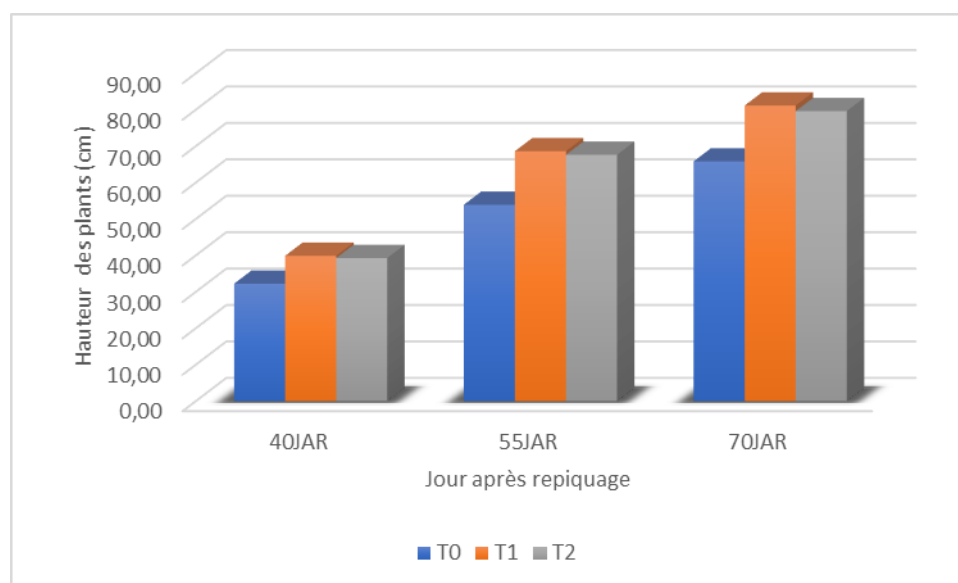


Figure 5 : Hauteurs moyennes des plants suivant les différents traitements

Tableau 7 : Résultats d'analyse de variance sur la hauteur des plants

Source de variation	Ddl	Somme des carrés	Valeur de F	Probabilité (>F)
Traitements	2	292,21	26,24	0,00502 **
Temps	2	2309,4	22,03	0,00172 **
Traitements*Temps	3	205,57	20,89	0,00103 **
Erreur	6	314,5		

** : différence significative

Le test de Tukey HSD montre un effet significatif des biofertilisants (T1, T2) comparativement au témoin T0 ($p = 0,000$) (Tableau 8).

Tableau 8 : Comparaison des moyennes des trois biofertilisants

	Différence	LIIC	LSIC	P-value
T1-T0	12,571	9,593	15,550	0,000
T2-T0	11,524	8,545	14,502	0,000
T2-T1	-1,048	-4,026	1,930	0,677

➤ **Effets des traitements sur le nombre de feuilles par plant**

La figure 6 présente l'évolution du nombre de feuilles par plant par traitement, pendant que le tableau 9 présente les résultats de l'analyse de variance. Il ressort de son analyse qu'aucune différence significative n'a été observée entre les différents traitements sur le nombre de feuilles par plant ($p = 0,0702$) au seuil de 5%.

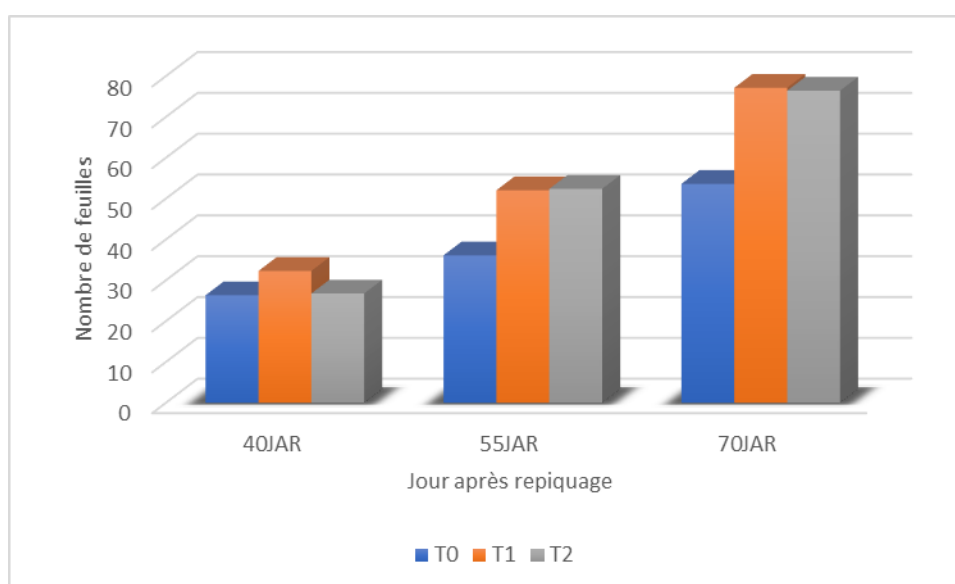


Figure 6 : Evolution du nombre de feuilles par plant suivant les traitements

Tableau 9 : Résumé ANOVA sur le nombre de feuilles par plant

Source de variation	Ddl	Somme des carrés	Valeur de F	Probabilité (>F)
Traitements	2	406,6	5,55	0,0702ns
Temps	2	2480,3	13,45	0,00606 **
Traitements*Temps	3	502,35	10,99	0,00813 **
Erreur	6	553,2		

**, ns : différence significative, ns : pas de différence significative

➤ **Effets des traitements sur le nombre de fleurs par plant**

La figure 7 présente le nombre de fleurs par plant dans le temps suivant les traitements. Quant au tableau 10, il présente les résultats d'analyse de variance des traitements sur le nombre de fleurs par plant. De son analyse, les différents traitements n'ont pas été significativement déterminants sur le nombre de fleurs par plant ($p = 0,089$) au seuil de 5%.

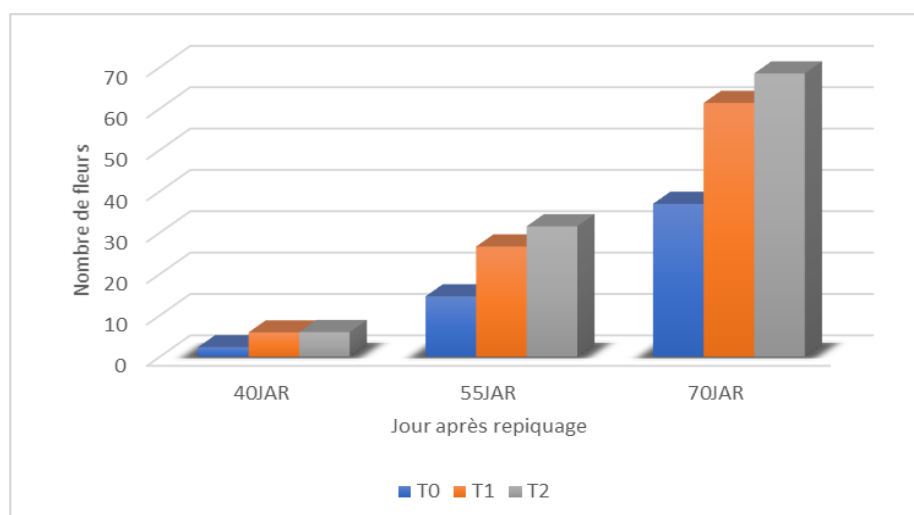


Figure 7 : Illustration du nombre de fleurs par plant et par traitement

Tableau 10 : Résumé d'analyse de variance sur le nombre de fleurs par plant

Source de variation	Ddl	Somme des carrés	Valeur de F	Probabilité (>F)
Traitements	2	496,2	4,703	0,089ns
Temps	2	3954	16,78	0,00349 **
Traitements*Temps	3	211,01	14,25	0,043 *
Erreur	6	707		

*, ** : différence significative ; ns : pas de différence significative

➤ Effets des traitements sur le nombre de fruits

La figure suivante présente les nombres moyens de fruits des plants dans le temps pour chaque traitement. Le tableau 11 met en évidence les résultats d'analyse de variance des traitements sur le nombre de fruits par plant. L'analyse de ce tableau révèle que les différents traitements n'ont eu aucun effet significatif sur le nombre de fruits des plants ($p = 0,118$) au seuil de 5%.

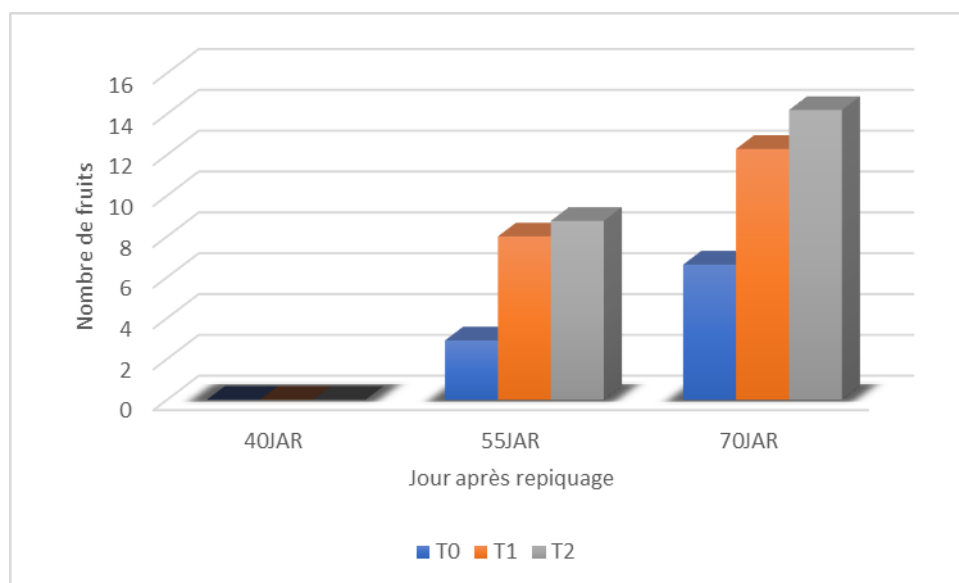


Figure 8 : Evolution du nombre de fruits dans le temps des plants

Tableau 11 : Résumé d'analyse de variance sur le nombre de fruits par plant

Source de variation	Ddl	Somme des carrés	Valeur de F	Probabilité (>F)
Traitements	2	33,75	3,826	0,118ns
Temps	2	184,54	10,77	0,0103 *
Traitements*Temps	3	17,64	4,411	0,073ns
Erreur	6	51,39		

* : différence significative ; ns : pas de différence significative

4.5. Discussion

Dans la présente étude, tous les producteurs de la commune d'Adjohoun sont confrontés au problème de la perte de la fertilité des sols. Ce problème est dû non seulement à l'utilisation répétée d'une même terre sans repos, mais aussi à l'usage démesuré des engrais chimiques de synthèse (Batiano et Mokwunye, 1991). Il est alors important de se pencher sur l'usage d'engrais organiques afin d'améliorer la fertilité et la structure des sols (Kitabala *et al.*, 2016).

D'après les résultats d'analyse des données statistiques, il ressort que le vermicompost (T1) et le thé de vermicompost (T2) ont un effet significatif sur la hauteur des plants de tomate comparativement à la bouse de vache (T0). Ces résultats rejoignent ceux de Viorel *et al.* (2022) qui ont montré que le vermicompost et le thé de vermicompost ont favorisé un développement normal des plantes en apportant les nutriments nécessaires. Néanmoins, il faut noter que le traitement T2 (thé de vermicompost) affiche les meilleures performances comparativement aux autres biofertilisants. Ceci serait dû au fait que le thé de vermicompost contient majoritairement du potassium, du magnésium, du phosphore immédiatement assimilable et du cuivre qui est pour moitié assimilable (Guermache et Djazouli, 2021). Ceci converge vers les travaux de Safiddine *et al.* (2019) sur impact de différents types de vermicompost sur la réduction du nombre de galles de *Meloidogyne* et l'expression végétative des plants de tomate. Les résultats de cette étude ont montré que le thé de vermicompost apporté par voie foliaire induit une expression végétative et reproductrice plus importante que le vermicompost apporté en amendement. Aussi, Chaichi et Djazouli (2017) ont-ils montré à travers leurs travaux que le thé de vermicompost a un impact positif sur l'abondance et la fécondité de la fève. Dans la présente étude l'application du thé de vermicompost aux plants de tomate est le meilleur par rapport aux autres biofertilisants. Compte tenu du temps de stage, nous n'avons pas pu évaluer les rendements. Il est capital que l'étude soit conduite à son terme pour apprécier l'effet des biofertilisants utilisés sur le rendement en fruits, qui constitue l'objectif final de la production de tomates. Toutefois, des études supplémentaires sont nécessaires dans d'autres communes productrices de tomate pour confirmer ou infirmer la résolution du problème de la perte de la fertilité des sols à travers l'utilisation du thé de vermicompost.

Conclusion

La présente étude a pour objectif de contribuer à l'amélioration de la productivité de la tomate par l'utilisation des biofertilisants. Elle nous a permis d'identifier la perte de la fertilité des sols comme étant l'une des principales contraintes limitant la production de la tomate dans la commune d'Adjohoun. Elle nous a aussi permis de tester l'effet de trois biofertilisants (bouse de vache, vermicompost et thé de vermicompost) sur la croissance et le nombre de fruits de tomate. Les résultats des analyses ont montré que le vermicompost et le thé de vermicompost ont un impact positif et significatif sur la hauteur, tandis qu'aucun effet significatif n'a été obtenu sur le nombre de fleurs et de fruits. Toutefois, le biofertilisant ayant montré une meilleure croissance en hauteur est le thé de vermicompost. Les résultats de la présente étude suggèrent ces biofertilisants pourraient constituer une meilleure alternative pour la gestion de la fertilité des sols. Dans le cadre d'une meilleure gestion de la fertilité des sols, des travaux complémentaires doivent être conduits.

La durée consacrée à notre stage ne nous a pas permis d'aller jusqu'au rendement pour évaluer de manière effective l'effet des biofertilisants sur la productivité de la tomate. Des travaux complémentaires doivent être conduits afin d'aller jusqu'au rendement.

Références bibliographiques

Ahouangninou C. A., 2013. Durabilité de la production maraîchère au Sud-Bénin : un essai de l'approche écosystème. Thèse de doctorat, Gestion de l'environnement, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire « Espaces, cultures et développement », Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, Bénin. 349p.

Aly D., Dah-Dovonon Z. J. et Dansi A., 2007. Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'amélioration et l'agriculture. 2^{ème} rapport, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la pêche, Bénin. 57p.

Amoussou A., 2011. Effets de deux engrais organiques sur la croissance et le rendement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans les périmètres maraîchers de la commune de Parakou. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Faculté d'agronomie, Université de Parakou, Parakou, Bénin. 57p.

Batamoussi M., Tovihoudji P., Tokore O. M. S., Boulga J. et Esseignon M. I., 2016. Effet des engrais organiques sur la croissance et le rendement de deux variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum*) dans la commune de Parakou (Nord Bénin). International Journal of Innovation and Scientific Research, Département de Production Végétale, Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Parakou, Bénin. 9p.

Batiano A. et Mokwunye A., 1991. Rôle des résidus d'engrais et de récolte en allégeant des contraintes de fertilité du sol à la production végétale en se référant tout particulièrement aux zones sahéliennes et soudaniennes de l'Afrique Occidentale. *Fer. Res.*, 29 : 117-125.

Chaichi W. et Djazouli Z-E., 2017. Impact du thé de vermicompost sur la qualité phytochimique de la fève et sur la réduction des populations du puceron noir de la fève *Aphis fabae*. *Rev. Agrobio.*, 7 : 247-262.

CIRAD-GRET, 2002. Memento de l'agronome, Ministère français des affaires étrangères, 1698p.

De Lannoy G., 2001. Légumes fruits in agriculture en Afrique tropicale, Direction générale de la coopération internationale, Ministère des affaires étrangères, du commerce Extérieur et de la coopération Internationale, Bruxelles, Belgique. 503-513p.

Douglas J., Aitken M. et Smith C., 2003. Effects of five non-agricultural organic wastes on soil composition and on the yield and nitrogen recovery on Italian ryegrass. *Soil. Use. M.*, 19 : 135-138.

FAO, 2021. Production mondiale de tomates : <http://www.fao.org>, consulté le 20/06/2023.

FAOSTAT, 2019. Données de production de tomate. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>, consulté le 03/06/2023.

FIDA, 2001. Evaluation de la pauvreté en Afrique de l'Ouest et du centre. Rome. 130p.

Guermache L. et Djazouli Z-E., 2021. Effets de la fertilisation à base de la biomasse vermicompostée sur les performances agronomiques du haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.) en culture irriguée. *Rev. Agrobio.*, 11 : 2394-2405.

<https://conservatoire.potagerextraordinaire.com/portfolio-posts/the-de-compost-oxygene>, consulté le 15/04/2023.

<https://horticulteur.net>, consulté le 02/07/2023.

<https://www.agrimaroc.ma.com/leplusgrandproducteurdetomate>, consulté le 10/04/2023.

<https://www.beauxjardins.com>, consulté le 03/06/2023.

<https://www.ifad.org>, consulté le 03/06/2023.

Ivontchik P., 1987. Agriculture de l'Afrique Tropicale.

Jeanne, 2021. Engrais organiques vs engrais minéraux, <https://legrowshop.com>, consulté le 03/07/2023.

Kitabala M., Upite J., Kalenda A. et Ikatalo M., 2016. Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba (RD Congo). *Jou. of App. Bioscience.*, 102 : 9669-9679.

Kumar R. et Chouhan R., 2023. Master of Sciences, University of Agriculture, Technology and Sciences, Allahabad, Inde.

Ligan D., 2012. Capitalisation de la filière tomate dans la commune de Klouékammè au Bénin, Bénin. 23p.

Mensah A. C. G., Sikirou R., Assogba Komlan F., Yarou B. B., Midingoyi S-K., Honfoga J., Dossoumou M-E., Kpéra G. Nathalie et Djinadou A. K., 2019. Mieux produire la tomate en

toute période au Bénin. Référentiel TechnicoEconomique (RTE). MAEP/INRAB/FIDA/ProCaR/PADMAR/World Végétale Center/Bénin. Dépôt légal N° 11553, du 26/08/2019, Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin, 3ème trimestre. ISBN : 978-99982-53-13-1. 56p.

Ndegwa P. et Thompson S., 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Biores. Technol.*, 76 : 107–112.

Nacro S. R., 2018. Effet des fertilisants organiques sur la production de la tomate et les paramètres chimiques du sol au centre nord du Burkina Faso. Mémoire de fin du cycle, Institut de Développement Rural, Université Nazi Boni, Ouagadougou, Burkina Faso. 56p.

Naika S., De Jeude J. V. L., De Goffau M., Hilmi M. et Van Dam B., 2005. La culture des tomates : production, transformation et commercialisation. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, Pays-Bas. 105p.

PADAP/MAEP, 2003. Diagnostic, Demande, Offre et marchés, Systèmes de production. Rapport définitif Etude de faisabilité, Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP), Bénin. 158 p.

Padonou C.S. J., 2008. Analyse comparée du revenu et de sa distribution entre les producteurs de tomate utilisant les biopesticides et les pesticides chimiques en zone périurbaine du Sud-Bénin. Thèse d'ingénieur agronome à la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou-Bénin. Option : Economie et Sociologie Rurales, Parakou, Bénin.

PNUD, 2015. Rapport national sur le développement humain : Agriculture, sécurité alimentaire et développement humain au Bénin. Organisation des nations-Unies. 144p.

PNUE, 2018-2020. Effets des pesticides et des engrais sur l'environnement et la santé et solutions envisageables pour les réduire au minimum. Résumé du rapport à l'intention des décideurs, Organisation des Nations-Unies. 26p.

Rigby D. et Caceres D., 2001. Organics farming and the sustainability of agricultural systems. p. 21- 40.

Viorel I. et Mircea M., 2022. Recherche sur la qualité des tomates cultivées avec fertilisation vermicompost, culture solarium. *Tend. Actu. en sciences. nature.*, 21 :271-278.

SCRIP, 2007-2009. Programme d'actions prioritaires de la stratégie de croissance et de réduction de la pauvreté au Bénin 2007-2009. 63p.

Tokannou R. et Quenum R., 2007. Etude sur le sous-secteur maraîchage au sud Bénin. Rapport final, AD Consult, PAIMAF. 122p.

Toundou O., 2016. Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude, de leur effet sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du Maïs (*Zea mays* L. Var. Ikenne) et de la tomate (*Lycopersicon esculentum* L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo. Thèse de doctorat. Université de Lomé, Togo. 183p.

Tchabi V. I., Azocli D. et Biaou G. D., 2012. Effet de différentes doses de bouse de vache sur le rendement de la laitue à Tchatchou au Bénin. *Inter. Form. Group.*, 6 : 5078-508.

Traka S., 2019. Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité de la tomate au *Brotrytis cinerea*. Mémoire de master, département des sciences agronomiques, Faculté des sciences Exact et des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mohamed Khider de Biskra. Biskra, Algérie. 75p.

Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

I- Informations générales

N°..... Date d'enquête.....Arrondissement.....

Village :..... Contact(s).....

Nom :.....Prénom(s) :.....

Âge :.....

Sexe :M ☐ F ☐ Langue Parlée :.....

Instruction : Oui ☐ Non ☐ Si oui, niveau d'instruction : Primaire ☐ Secondaire ☐
Supérieur ☐

Activité principale.....Activité secondaire.....

Type d'exploitation : Petit ☐ Moyen ☐ Grand ☐

1. Depuis quand produisez-vous la tomate ?

.....

2. Quelles variétés sont les variétés de semences de tomate utilisez-vous ?

.....

- Laquelle préférez-vous ?

.....

- Quel est son taux de rentabilité comparativement aux autres variétés de semences que vous avez eu à produire ?

.....

- Quelles sont les caractéristiques qu'elle présente et qui vous intéressent ?

.....

3. Quelle est la variété de tomate la plus cultivée dans la Commune ?

.....

- Pourquoi ?

.....

II- Informations liées à la pratique.

4. A quel moment de l'année commencez-vous à produire de la tomate ?

.....

5. Quel écartement avez-vous exécuté entre ligne et entre plants pour repiquer les jeunes plants de tomate ?

.....

6. Quels sont les différents substrats que vous utilisé pour votre pépinière ?

.....

7. Combien de temps faut-il pour la levée des semences mises en pépinière ?

.....

8. Combien de temps faut-il pour le repiquage des jeunes plantules en pépinière ?

.....

9. A quelle période de saison repiquez-vous les jeunes plantules de tomate ?

.....

10. Quels sont les apports de fertilisants que vous faites pour la productivité de la tomate ?

.....

11. Quels sont les effets indésirables que vous enregistrez après application de ces fertilisants sur la tomate ?

.....

12. Quels sont les ravageurs auxquels vous êtes confrontés ?

.....

13. Comment protégez-vous vos plants contre ces d'attaques ?

.....

III- Les contraintes vécues.

14. Quels sont les problèmes que vous rencontrez dans l'exécution dans l'itinéraire techniques de la production de tomate ?

.....

IV- Innovations existantes.

15. Comment faites-vous face aux contraintes liées à la production de tomate ?

.....

16. Avez-vous connaissance d'une quelconque innovation liée à la production de la tomate dans la commune ?

- Si oui lesquelles ?

.....

17. Pensez-vous utiliser des solutions meilleures si nous les trouvons ?

.....

Annexe 2 : Fiche de collecte de données

T₀ : Bouse de vache

T₁ : Vermicompost

T₂ : Thé de vermicompost

Hauteur des plants

Bloc	Traitement	40 J après	55 J après	70 J après	85 J après	100 J après
B1	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					
B2	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

B3	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

Nombre de feuilles par plant

Bloc	Traitement	40 J après	55 J après	70 J après	85 J après	100 J après
B1	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

B2	T_0					
	T_1					
	T_2					
B3	T_0					
	T_1					
	T_2					

Nombre de fleurs par plant

Bloc	Traitement	40 J après	55 J après	70 J après	85 J après	100 J après
B1	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					
B2	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

B3	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

Nombre de fruits par plant

Bloc	Traitement	40 J après	55 J après	70 J après	85 J après	100 J après
B1	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

B2	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					
B3	T ₀					
	T ₁					
	T ₂					

Annexe 3 : Quelques photos prises lors de l'expérimentation



Photo 15 : Mesure de la dose du vermicompost



Photo 16 : Mesure de la dose de la bouse de vache



Photo 17 : Agitation de apichi avant son prélèvement



Photo 12 : Plante de tomate en floraison



Photo 13 : Récolte de vermicompost



Photo 14 : La bouse de vache



Photo 11 : Aperçu de l'essai après tuteurage