

Performances Agromorphologiques De Fumures Organiques Sur Deux Variétés De Tomate Sur Sols Sableux Du Littoral Ivoirien

Brindou Brou Yannick Boa^{1,2*}, Tamia Joséphine Ama Épse ABINA¹, Tacra Thierry Lekadou², Yéboua Firmin Kouassi¹, Odon Clément N'Cho³

¹Laboratoire de Géosciences et Environnement, Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université Nangui Abrogoua (UNA) Abidjan (Côte d'Ivoire), 02 BP 801 Abidjan, Côte d'Ivoire

²Station de Recherche Marc Delorme sur le cocotier, Port-Bouët (Côte d'Ivoire), Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), 07 BP 13 Abidjan 07, Côte d'Ivoire

³Unité de Formation et de Recherche des Sciences Géologiques et Minières, Université de Man (U-Man) Man (Côte d'Ivoire), BP 20 Man, Côte d'Ivoire



Résumé - L'un des défis actuels des agriculteurs est de trouver des moyens d'adaptation pour faire face à la dégradation des sols. À cet effet, des solutions sont proposées par la recherche scientifique et homologuées par les projets et programmes de structures de recherche. Au nombre de ces solutions se trouve le compost des résidus organiques disponible dans l'environnement des agriculteurs comme biofertilisant. Le présent article rend compte des tests et évaluations des performances agromorphologiques de fumures, organiques et minérales, en vue d'identifier le type de formulation le mieux indiqué pour un meilleur développement de la culture de tomate sur les sols sableux du littoral Ivoirien. Des formules de composts ont été testées. Ce sont le compost 1 (T2) issu du mélange de jacinthes d'eau, des coques de pollens et des fientes de poules et le compost 2 (T3) issu du mélange de jacinthes d'eau, des coques de pollens et des bouses de bœufs. Les résultats des hauteurs au stade de floraison et du diamètre au collet des plantes dans cette étude ont montré que les formules de fumures mixtes (T4 et T5) ont été les plus performantes. Quant aux fumures organiques (T2 et T3), elles ont été davantage plus efficaces par rapport à celles minérales (T1). Aussi, selon les traitements mis en comparaison, le délai de floraison avec 50 % des plantes en fleurs a donné des résultats statistiquement différents entre les variétés de tomate. La variété COBRA a été précoce. Elle a enregistré le délai de floraison le plus court (52 jours) par rapport à la variété TMA97 qui a été tardif (55 jours). En tenant compte de l'ensemble des traitements, ce délai a varié très peu (52 à 55 jours). Des efforts de vulgarisation, d'accompagnement technique et financier aux agriculteurs, en particulier les maraîchers doivent être entrepris, pour l'adoption de ces biofertilisants. Il est primordial que le gouvernement et les projets/structures redoublent d'effort sur la diffusion de cette innovation dans le sens de l'utilisation des biofertilisants organiques pour une gestion durable des sols et une solution d'épuration environnementale contre les espèces de plantes envahissantes comme la jacinthe d'eau.

Mots clés - fumures, croissance végétative, délai de floraison, tomate, sols sableux.

Abstract - One of the current challenges for farmers is to find ways of adapting to cope with soil degradation. To this end, a three-block, two-cycle Fisher study was conducted to test and evaluate the agromorphological performance of fertilizer formulations on sandy soils in order to identify the most appropriate for better development of the tomato crop. The results of height at flowering stage and diameter at the crown showed that the mixed fertilizer formulae (T4 and T5) performed best. The organic fertilisers (T2 and T3) were more efficient than the chemical ones (T1). Also, according to the treatments compared, the time to flowering with 50 % of the plants in flower gave statistically different results between the tomato varieties. The COBRA variety was early. It had the shortest flowering time (52 days) compared to the variety TMA97 which was late (55 days). Taking all treatments into account, this delay varied very little (52 to 55 days). Efforts are needed in terms of extension, technical and financial support to farmers for the adoption of these biofertilisers. It is essential that the government and projects/structures redouble their efforts to disseminate this innovation in the sense of using organic biofertilisers for sustainable soil management and as an environmental purification solution against invasive plant species such as water hyacinth.

Keywords - manure, tomato, vegetative growth, flowering time, sandy soils.

I. INTRODUCTION

Aujourd'hui en Afrique de l'Ouest, le maraîchage est devenu un secteur d'activité qui répond efficacement à la demande alimentaire urbaine [1] en légumes et contribue aux revenus des exploitants. Malgré sa contribution importante à la sécurité alimentaire, à la réduction de la pauvreté et du chômage en milieu rural et urbain [2], ce secteur d'activité fait face à de nombreuses contraintes. Ces contraintes sont liées aux activités anthropiques de dégradation et de mauvaises gestions des sols entraînant un épuisement en éléments nutritifs [3].

Les activités de cultures intensives et de surexploitation des terres [4], constituent la cause majeure de la baisse de fertilité des sols [5] ces dernières décennies. En effet, les maraîchers cultivent sur le même sol toute l'année faute d'espace disponible à cause de la pression foncière liée à l'urbanisation. Cette condition de production impose une restauration permanente de la fertilité du sol d'autant plus que, certaines cultures maraîchères tels que la tomate sont très exigeantes en éléments fertilisants [6], [7].

Pour pallier le problème de fertilité des sols et augmenter la productivité, certains agriculteurs utilisent uniquement les engrais minéraux. Alors que, l'usage exclusif de ces intrants minéraux ne peut garantir une production viable et de qualité. Leur utilisation abusive, en effet, crée des problèmes environnementaux, entre autre, la pollution des nappes phréatiques et la salinisation ou l'acidification des sols [8] et compromet, à moyen et à long terme, la fertilité des sols et la productivité des cultures. Ainsi, la gestion durable et la conservation de la fertilité des sols reste un des défis à relever dans les productions agricoles en général, dans la production maraîchère en particulier [9].

Aussi, la restauration de la fertilité organique de ces sols peut-elle être assurée en utilisant des pratiques déjà connues des agriculteurs [10]. À cet effet, des techniques de fertilisation traditionnelle sont adoptées par les agriculteurs avec l'utilisation à des doses indéfinies de fumures d'élevage (volaille, bovin etc.) associées, le plus souvent, aux engrais minéraux. Malheureusement, ces engrais organiques, avec leurs mauvaises applications n'augurent pas à inverser le grave appauvrissement des sols en nutriments. Le compost, de ce fait, apparaît comme une alternative efficace [11] à la restauration du stock organique permettant d'améliorer la structure du sol à long terme.

Cette étude a été initiée pour tester des composts élaborés à base de résidus organiques disponibles dans l'environnement des producteurs sur deux variétés de tomate. Elle vise à évaluer les performances agromorphologiques des formules de fumures en vue d'identifier la formulation la mieux indiquée pour une optimisation de la culture de la tomate en zone littorale sableuse de la Côte d'Ivoire.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Site d'étude

L'étude a été réalisée à la station de recherche Marc Delorme du CNRA, dans la commune de Port-Bouët, à 12 km de l'axe routier Abidjan-Bassam, au Nord-Est de Gonzagueville, en bordure d'une branche de la lagune Ébrié (Figure 1). Cette station s'étend entre les coordonnées géographiques 3°54'-3°55' de longitude Ouest et 5°14'-5°15' de latitude Nord [12].

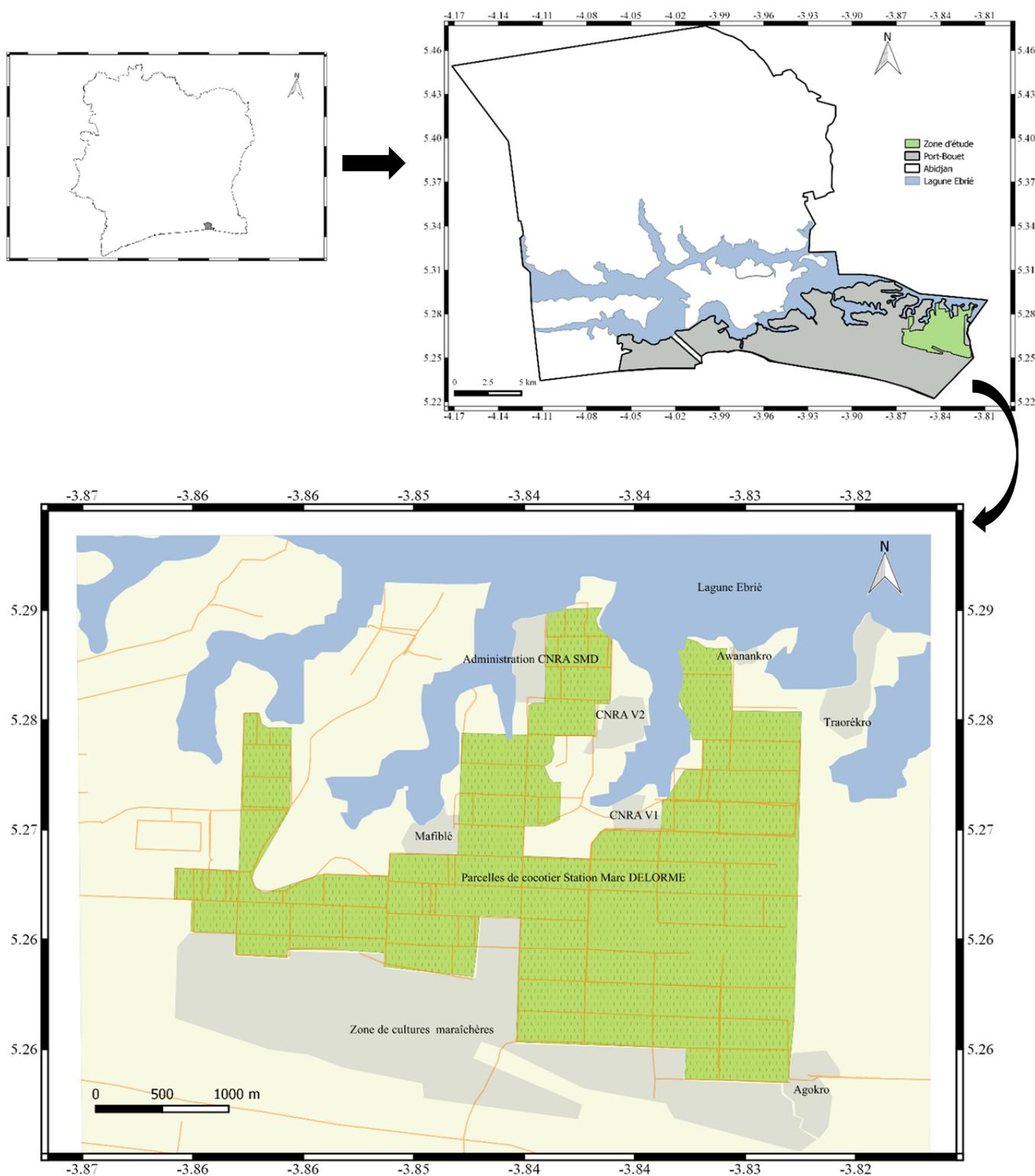


Figure 1 : Situation géographique de la station de recherche Marc Delorme [13].

2.2 Matériel végétal

L'étude a porté sur deux variétés de tomate à croissance déterminée. La première TMA97 (V1) est une variété sélectionnée par le CNRA pour sa tolérance au flétrissement bactérien et la seconde COBRA F1 26 (V2) une variété commerciale également

tolérante au flétrissement bactérien et cultivée dans la zone. Ces deux variétés ont un cycle cultural de 120 jours. Le choix de la tomate se justifie par sa plus forte consommation et les difficultés de sa production sur ces sols sableux.

2.3 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher randomisé à deux (2) facteurs (variété et traitement) comptant 36 parcelles élémentaires regroupées en trois (3) répétitions (blocs), dont chacune est constituée de six (6) traitements et deux (2) variétés de tomate. Chaque bloc est composé de vingt (20) plants par traitement et par variété. L'essai a été conduit sur une superficie de 570 m² (30 m x 19 m) (Figure 2) et 720 plants ont été cultivés. La culture a été faite sur des billons orientés dans le sens de la largeur. Un billon qui fait au plus 4,5 m a été représenté par une ligne. Les plants de tomate ont été repiqués sur les parcelles élémentaires de 10 m² (2 m x 5 m). Dans chaque traitement, qui représente une parcelle élémentaire (Figure 3), les plants ont été repiqués sur deux (02) lignes de dix (10) plants chacune. Les écartements ont été de 0,5 m entre deux plants et 1 m entre les lignes à raison d'un plant par poquet, soit une densité de 20000 plants à l'hectare.

Les traitements suivants ont été comparés :

- ✓ T0 : sans apport (témoin absolu) ;
- ✓ T1 : engrais minéraux : NPK (12-22-22), urée (46-0-0), sulfate de potassium (0-0-50) ;
- ✓ T2 : engrais organiques : compost 1 (à base du mélange de jacinthes d'eau + coques de pollens + fientes de poudeuses (FP)) ;
- ✓ T3 : engrais organiques : compost 2 (à base du mélange de jacinthes d'eau + coques de pollens + bouses de bœufs (BB)) ;
- ✓ T4 : engrais mixte 1 (fientes de poudeuses + engrais minéraux) ;
- ✓ T5 : engrais mixte 2 (bouses de bœufs + engrais minéraux).

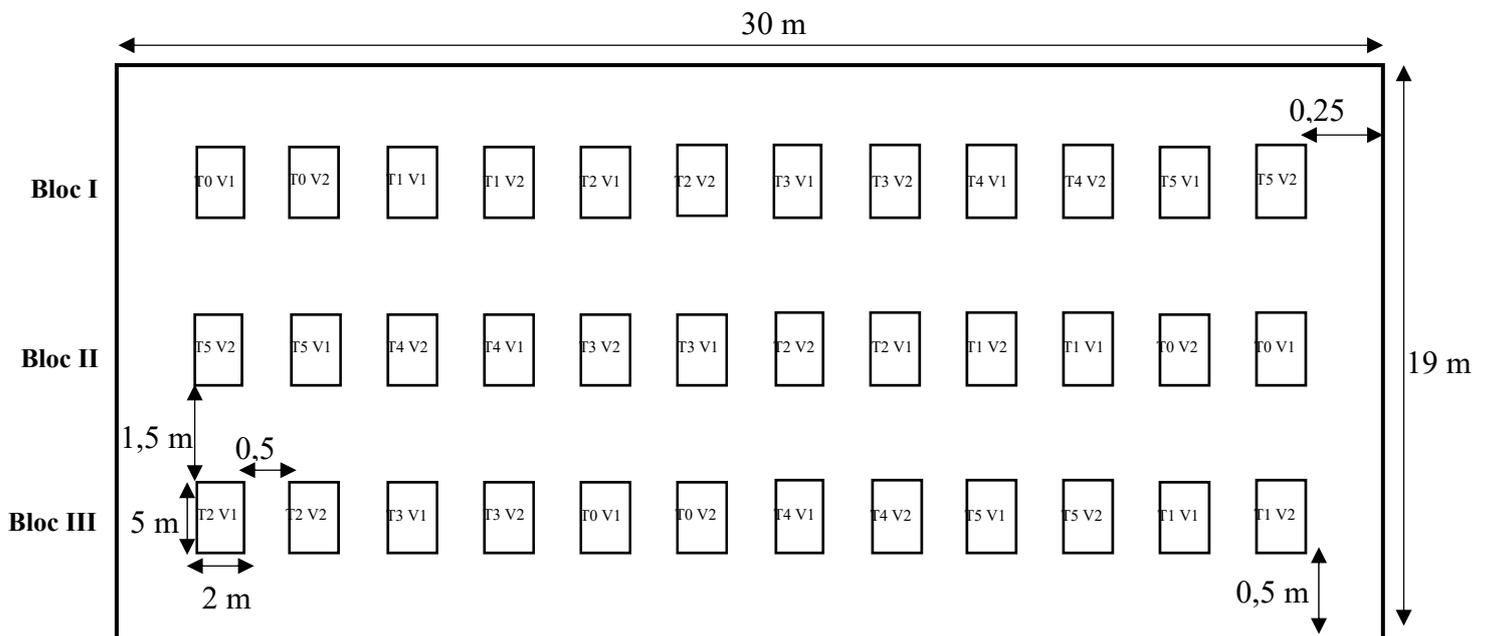


Figure 2: Dispositif expérimental.

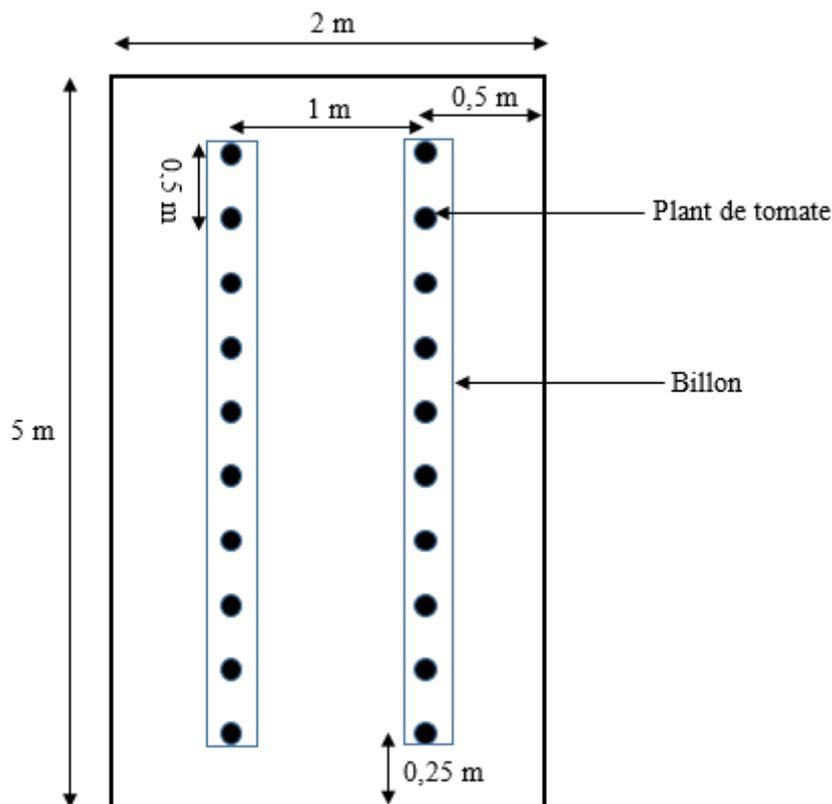


Figure 3 : Plan d'une parcelle élémentaire.

2.4 Fertilité du sol et fertilisation

Des échantillons de sol ont été prélevés sur le site expérimental dans l'horizon 0 - 40 cm avant la mise en place des essais. L'analyse chimique du sol a été effectuée au laboratoire Sol-Eau-Plante de l'Institut de l'Environnement et de Recherche Agricoles (INERA) de Farako-Bâ (Burkina Faso) selon les modes opératoires décrits par BUNASOLS (1987) [14] et au Laboratoire d'Analyses des Végétaux et Sols (LAVESO) de l'École Supérieure d'Agronomie (ESA) de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). La teneur en matière organique, en azote et en potassium sont respectivement de 1,03 ; 0,06 ; 0,21 %. Celle du phosphore assimilable s'élève à 2,55 ppm. Le complexe absorbant a présenté une capacité d'échange cationique de 5,15 cmol_c /kg de sol. Le sol de texture sableuse a présenté des teneurs en azote total et en matière organique très faibles et un pH (5,77) légèrement acide. Excepté la conductivité électrique 81,80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C, qui a attesté la non salinité du sol. En tenant compte des caractéristiques du sol l'apport de fumures, même à des doses élevées, peut être fait sans risques majeurs.

Les doses de fumures apportées étaient :

- ✓ pour la fumure minérale : NPK = 20 g/m² qui correspond à 3,33 g/plant ; Urée = 10 g/m² qui correspond à 1,67 g/plant et Sulfate de potassium = 20 g/m² qui correspond à 3,33 g/plant ;
- ✓ pour la fumure organique : chaque compost (T2 et T3) et chaque fumier (bouses de bœufs et fientes de poules) = 2000 g/m² qui correspond à 333,33 g/plant.

Les fumiers et le NPK ont été apportés en fumure de fond par épandage sur billons, un mois avant le repiquage des plants.

2.5 Conduite des pépinières au repiquage

La pépinière a été réalisée dans des plaques alvéolées en polyéthylène (54 x 28 x 4 cm) pour permettre une bonne aération des plants et leur meilleur développement. Les plaques alvéolées ont été remplies avec un substrat composé de terreau déjà

enrichi en engrais (CE 1 kg/m³ ; NPK (14-8-14)) et composé de tourbes blondes, argile, engrais et agent mouillant. Il a été traité, la veille, avec un nématicide-insecticide (Bastion Super) et un fongicide (Ivory 80 WP). Les graines de tomate ont été semées dans ces plaques alvéolées de 128 alvéoles (trous), à raison de deux (02) graines par alvéoles suivant la superficie à emblaver. La pépinière a été déposée pendant trois (03) jours dans un laboratoire à l'abri du soleil pour assurer les conditions favorables à la germination et à la croissance des plantules. La levée des plantules de tomate a eu lieu à partir du troisième (03) Jours Après le Semis (JAS). Après la levée, pour éviter l'étiollement des plants, chaque matin les plaques alvéolées ont été exposées au soleil (sur une claie sous un apatam de fortune) et ramenées au laboratoire le soir afin de les protéger des pluies et autres intempéries. Deux (02) semaines après la levée, le démariage des plants a été effectué pour éclaircir les semis sur la ligne. Des observations et des contrôles portant sur l'état sanitaire des plantules ont été effectués chaque jour en palliant toute anomalie due aux attaques fongiques, virales et d'insectes. Dès observation des premiers symptômes d'attaque, les plants atteints ont été impérativement retirés et brûlés. La bonne qualité des productions maraîchères, dépend de la qualité physiologique, mais surtout de l'état sanitaire des plants utilisés [15]. Les plants de tomate ont été repiqués (Photo 1) dans la soirée (16 heures afin de faciliter la reprise des plants) 27 jours après la mise en place de la pépinière, stade auquel les plants vigoureux avaient au minimum 4 vraies feuilles bien étalées et une hauteur variant de 10 à 12 cm.



Photo 1 : Plants de tomate repiqués.

2.6 Entretien et arrosage des parcelles

Les mauvaises herbes (adventices) ont été arrachées à la main au fur et à mesure de leur apparition pour éviter la compétition entre celles-ci et les plants de tomate. Les opérations culturales ont été : l'arrosage, le désherbage des adventices, le sarclo-binage, le tuteurage (Photo 2) et les traitements phytosanitaires. Généralement, les sols à texture sableuse ont une capacité de rétention comprise entre 0,5 et 0,8 mm d'eau par centimètre (cm) de sol et un taux d'absorption qui oscille entre 12 et 20 mm/h [16]. Les arrosages au goutte à goutte ont donc débuté juste après le repiquage et ont été réguliers (2 fois par jour c'est-à-dire matin et soir). En l'occurrence, un (1) litre d'eau dont 0,5 L le matin et 0,5 L le soir par plant a été apporté pendant 1 h 15 min avec un débit de 0,0004 m³/h. Lors de l'irrigation, un contrôle minutieux est effectué au niveau de chaque rampe. Plus précisément, au niveau des goutteurs pour vérifier que le passage de l'eau n'est pas obstrué.



Photo 2 : Plants de tomate tuteurés.

2.7 Paramètres observés et mesurés

Les mesures sur les plants ont débuté sept (07) jours après repiquage (JAR) et se sont poursuivies à intervalle de 07 jours jusqu'au 35 JAR. Ces mesures ont porté d'une part, sur les paramètres végétatifs : le diamètre au collet, la hauteur des plantes au stade de floraison et, d'autre part, le paramètre génératif (le délai de floraison avec 50 % de plantes en fleurs).

2.8 Analyse des données statistiques

Les données obtenues ont été saisies et organisées à l'aide du tableur Excel de Microsoft Office. Il a servi également à confectionner les matrices d'analyse et la construction des graphiques. Les analyses de variance et la comparaison des moyennes ont été réalisées à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1. Le test de Duncan a été choisi pour la comparaison des moyennes, lorsque l'analyse des variances révèle des différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité de 5 %.

III. RÉSULTATS

3.1 Effet des formules de fumures sur le paramètre végétatif : diamètre au collet

3.1.1 Diamètre au collet en fonction des variétés et des cycles de culture

Les résultats présentés à la figure 4, montrent une croissance progressive du diamètre au collet des plants des variétés de tomate selon le nombre de jours d'observation et le cycle de culture. L'analyse statistique effectuée sur le paramètre diamètre au collet des plants de tomate a montré une différence significative. La variété COBRA a présenté le diamètre au collet le plus élevé quel que soit le cycle de culture par rapport à la variété TMA97. Le diamètre au collet entre 07 et 35 JAR a varié de 0,53 à 1 cm pour la variété TMA97 contre 0,58 à 1,04 cm pour la variété COBRA au 1^{er} cycle et de 0,45 à 1,05 cm pour la variété TMA97 contre 0,50 à 1,10 cm pour la variété COBRA au 2^{ème} cycle de culture.

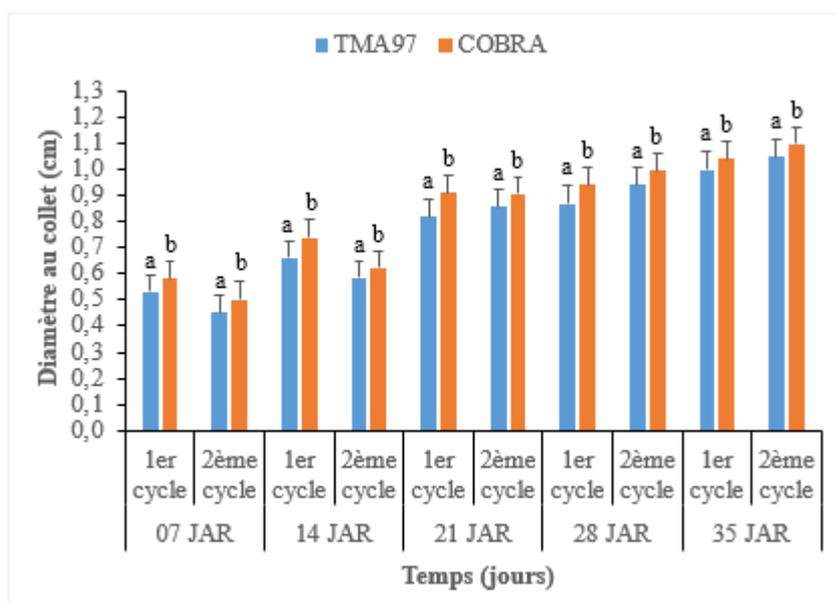


Figure 4 : Diamètre au collet des plants de tomate selon la variété et le cycle de culture.

3.1.2 Diamètre au collet en fonction des traitements et des cycles de culture

L'analyse de variance indique une différence hautement significative entre les traitements pour la variable diamètre au collet (Tableau 1). Le traitement T4 a été plus effectif sur le diamètre au collet par rapport aux autres traitements (du 07 au 35 JAR) peu importe le cycle de culture ($0,62 \pm 0,03$ à $1,13 \pm 0,06$ cm au cycle 1 et $0,54 \pm 0,02$ à $1,21 \pm 0,07$ cm au cycle 2). Il est suivi des traitements T5, T2, T3, T1 et T0. En moyenne, du 07 au 35 JAR le diamètre au collet des plants a varié au 1^{er} et 2^{ème} cycle de culture respectivement de $0,56 \pm 0,01$ à $1,02 \pm 0,02$ cm et de $0,48 \pm 0,01$ à $1,07 \pm 0,03$ cm. Les traitements T4 et T5 (Engrais mixtes) ont enregistré les meilleurs diamètres au collet par rapport aux traitements T2 et T3 (Engrais organiques) qui l'ont été davantage par rapport aux traitements T1 (Engrais minéraux) et aux témoins T0 (sans apport).

Tableau 1 : Diamètre au collet des plants de tomate selon le traitement et le cycle de culture.

Traitements	Dates de mesure									
	07 JAR		14 JAR		21 JAR		28 JAR		35 JAR	
	1er cycle	2ème cycle	1er cycle	2ème cycle	1er cycle	2ème cycle	1er cycle	2ème cycle	1er cycle	2ème cycle
T0	0,50±0,03a	0,40±0,03a	0,61±0,04a	0,52±0,03a	0,72±0,04a	0,77±0,03a	0,76±0,05a	0,83±0,02a	0,87±0,03a	0,92±0,06a
T1	0,54±0,03b*	0,43±0,02b	0,66±0,04b	0,55±0,02b	0,81±0,04b	0,84±0,03b	0,86±0,06b	0,88±0,03b	1,00±0,04b	1,03±0,05b
T2	0,57±0,03bc	0,48±0,03c	0,71±0,04bc	0,61±0,02c	0,89±0,05cd	0,91±0,04cd	0,92±0,05bc	0,99±0,03c	1,04±0,04bc	1,08±0,05b
T3	0,54±0,03b	0,48±0,02c	0,68±0,04b	0,61±0,02c	0,86±0,05c	0,88±0,04c	0,90±0,05bc	0,97±0,03c	1,02±0,04bc	1,06±0,04b
T4	0,62±0,03d	0,54±0,02d	0,81±0,06d	0,68±0,02e	0,97±0,05e	0,96±0,03e	1,01±0,05d	1,08±0,05d	1,13±0,06d	1,21±0,07d
T5	0,58±0,03c	0,52±0,03d	0,75±0,05c	0,66±0,02d	0,92±0,05d	0,93±0,04de	0,96±0,04cd	1,07±0,04d	1,07±0,05c	1,15±0,06c
Moyenne	0,56±0,01	0,48±0,01	0,70±0,02	0,60±0,02	0,86±0,03	0,88±0,02	0,90±0,03	0,97±0,02	1,02±0,02	1,07±0,03

Probabilité	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001
Significativité	HS									
CV (%)	8,76	8,53	10,46	6,10	8,78	5,90	8,62	5,55	6,58	8,19

*Les chiffres dans une même colonne affectés de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le Test de Duncan.

3.2 Effet des formules de fumures sur le paramètre végétatif : hauteur des plantes au stade de floraison

3.2.1 Hauteur des plantes au stade de floraison en fonction des variétés et des cycles de culture

Les variétés de tomate ont une hauteur des plantes au stade de floraison qui croit selon le cycle de culture (Figure 5). L'analyse statistique a montré une différence significative entre les variétés pour le paramètre hauteur des plantes au stade de floraison. Le test de Duncan a permis de classer les moyennes des variétés en deux groupes (a et b). La variété COBRA au 1^{er} et 2^{ème} cycle de culture a enregistré la hauteur des plantes au stade de floraison la plus élevée qui a varié de 83,41 à 84,58 cm. Par contre, la plus faible hauteur des plantes au stade de floraison variant de 71,66 à 72,81 cm a été enregistrée par la variété TMA97 au 1^{er} et 2^{ème} cycle de culture.

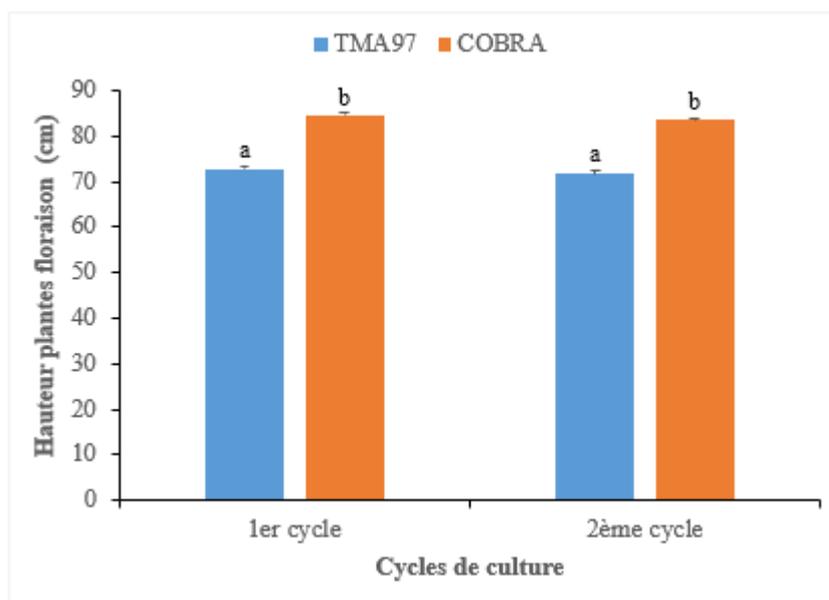


Figure 5 : Hauteur des plantes au stade de floraison selon la variété de tomate et le cycle de culture.

3.2.2 Hauteur des plantes au stade de floraison en fonction des variétés et des cycles de culture

Le résultat présenté à la figure 6, montre une croissance de la hauteur moyenne des plantes des variétés de tomate au stade de floraison selon le traitement et le cycle de culture. Les traitements avec apport (minéraux (T1), mixtes (T4 et T5) et organiques (T2 et T3)) aussi bien que le traitement sans apport (témoin (T0)) ont favorisé la croissance avec une différence prononcée entre ces traitements. T4 et T5 ont obtenu des hauteurs moyennes des plantes au stade de floraison supérieure à T2 et T3 qui l'ont été davantage par rapport à T1 et le témoin (T0). Il a été noté que, le traitement T4 a entraîné une meilleure croissance en hauteur des plantes de tomate au stade de floraison variant de 87 à 88 cm au 1^{er} et 2^{ème} cycle de culture. Tandis que, la hauteur des plantes au stade de floraison du témoin a varié de 64,60 à 65,71 cm du 1^{er} au 2^{ème} cycle de culture et reste bien inférieure aux autres traitements.

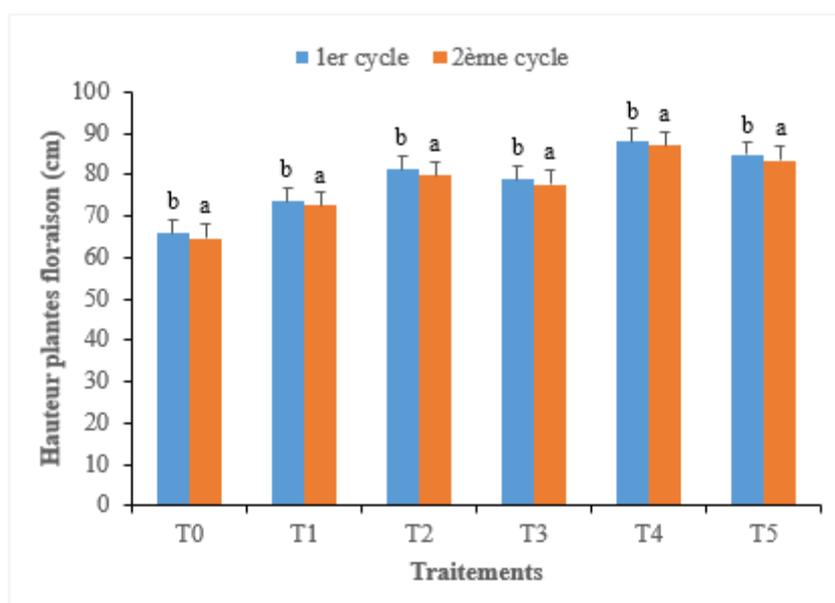


Figure 6 : Hauteur des plantes de tomate au stade de floraison selon le traitement et le cycle de culture.

3.3 Effet des formules de fumures sur le paramètre génératif

3.3.1 Délai de floraison avec 50 % de plantes en fleurs en fonction des variétés et des cycles de culture

L'analyse de variance indique qu'il y a une différence hautement significative entre les variétés de tomate sur les deux cycles de culture pour le délai de floraison avec 50 % des plantes en fleurs. La variété TMA97 au 1^{er} comme au 2^{ème} cycle de culture a enregistré le délai de floraison le plus élevé (55 jours après semis (JAS)). Par contre, le plus court délai de floraison (52 JAS) a été enregistré pour la variété COBRA également sur les deux cycles de culture. En moyenne, le délai de floraison avec 50 % des plantes en fleurs des variétés de tomate a été de 53 JAS (Tableau 2).

Tableau 2 : Délai de floraison avec 50 % de plantes en fleurs selon la variété et le cycle de culture.

Variétés	Délai floraison 50 % plantes (JAS)	
	1er cycle	2ème cycle
TMA97	55 b	55 b
COBRA	52 a	52 a
Moyenne	53	53
Probabilité	0,0001	0,0001
Significativité	HS	HS
CV (%)	3,20	3,19

3.3.2 Délai de floraison avec 50 % de plantes en fleurs en fonction des traitements et des cycles de culture

Le délai de floraison avec 50 % de plantes en fleurs des traitements sur les deux cycles a varié de 52 à 55 JAS. Au 1^{er} comme au 2^{ème} cycle de culture, les traitements mixtes (T4 et T5) ont enregistré un délai de floraison qui a varié de 52 à 53 JAS et de 53 à 54 JAS pour les traitements avec engrais organiques (T2 et T3). Tandis que, le délai de floraison du traitement avec engrais minéraux (T1) et le témoin (T0) ont été respectivement 53 et 55 JAS au 1^{er} et 2^{ème} cycle de culture. En moyenne, le délai de floraison avec 50 % des plantes en fleurs des traitements a été de 53 JAS (Tableau 3). L'analyse de variance indique

une différence significative entre les traitements pour le délai de floraison avec 50 % des plantes en fleurs.

Tableau 3 : Délai de floraison avec 50 % de plantes en fleurs selon le traitement et le cycle de culture.

Traitements	Délai floraison 50 % plantes (JAS)	
	1er cycle	2ème cycle
T0	55 c	55 b
T1	53 b*	53 a
T2	54 bc	54 a
T3	54 bc	54 a
T4	53 b	52 a
T5	52 a	53 a
Moyenne	53	53
Probabilité	0,0006	0,0003
Significativité	HS	HS
CV (%)	3,65	3,59

*Les chiffres dans une même colonne affectés de la même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5 % selon le Test de Duncan.

IV. DISCUSSION

4.1 Effet des formules de fumures sur les paramètres végétatifs

Les résultats des deux paramètres végétatifs mesurés : le diamètre au collet et la hauteur des plantes au stade de floraison ont montré des différences significatives entre les apports organiques (T2 et T3), mixtes (T4 et T5) et minéraux (T1) comparativement au sol témoin acide non fertilisé (T0). Les paramètres végétatifs étudiés, pour les plants de tomates traités avec les engrais mixtes sont plus élevés que les composts, les engrais minéraux ainsi que le témoin. Toutefois, les composts fabriqués à partir des résidus organiques ont donné des résultats intéressants. L'effet positif des engrais mixtes issus du mélange ou la combinaison des deux types de fertilisation (engrais minéraux et organiques) sur les paramètres végétatifs, obtenus dans cet essai, est confirmé par [17]. Ceux-ci justifient la croissance des plantes par l'apport d'une quantité importante d'éléments azote et phosphore, indispensables à la croissance et au développement des plantes. Autrement dit, ces éléments azote et phosphore agissent immédiatement sur le développement végétatif et sur la production des plantes en culture. Les résultats obtenus ont été similaires à ceux de [18], où les amendements organiques ont garanti une bonne croissance du *Solanum macrocarpon* au Bénin. En effet, au regard de la structure du sol, la percolation de l'eau dans le sable entraîne les éléments surtout l'azote (au niveau des engrais minéraux) dans les horizons inférieurs du sol. Alors que l'azote est un des principaux facteurs de la croissance des plantes [19]. Il est absorbé sous forme de nitrate NO_3^- et d'ammonium NH_4^+ par la plante [20]. Quant aux traitements conventionnels à base d'engrais minéraux, les résultats peuvent être attribués à la libération rapide de ces éléments fertilisants (l'azote, le phosphore et le potassium). Aussi, de par la texture du sol, l'apport d'engrais minéraux seuls ne peut maintenir la productivité à cause du lessivage et de la dégradation des propriétés du sol [21]. Une donc combinaison avec les engrais organiques s'avère indispensable. Ceci justifie la croissance en hauteur plus forte des tomates traitées avec les engrais mixtes (T4 et T5) et les composts (T2 et T3) que celles traitées aux engrais minéraux (T1). La performance au niveau des engrais mixtes serait donc liée à l'action combinée de l'amélioration des propriétés physiques des sols et l'apport en éléments nutritifs. En général, les formules de fumures (T2 et T4) enrichi en fientes de poules ont été plus performantes sur les paramètres végétatifs des tomates que celles enrichi en bouses de bœufs (T3 et T5). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par [22] qui ont montré que les fientes de poulet influencent la croissance du piment (poivron) et que l'utilisation de fumier à base de déjections de poulet semble nécessaire en cas de carence du sol en matière organique. Lorsqu'on se réfère aux témoins sans apport, il ressort que les traitements aient beaucoup influencés les paramètres. Ces résultats sont la preuve d'une

amélioration significative de la fertilité du sol par les formules de fumures mises en évidence.

Pendant la conduite des essais sur les deux variétés de tomate COBRA et TMA97. La reprise a été totale sur l'ensemble des traitements. Cette situation se justifierait non seulement par la sélection des plants vigoureux opérée avant repiquage mais également par la réalisation de la pépinière dans les plaques alvéolées. Maintes études, notamment celles de [23] et [24] ont montré que le taux de reprise de chou pommé, chou de Chine, tomate, épinard et oignon était similaire sur sol non fertilisé, fertilisé au NPK (15-15-15) et aux divers fumiers. La rapidité de reprise au repiquage est le fait du système racinaire dense et voluptueux des tomates qui colonise rapidement le sol pour assurer la survie des plants. L'enchevêtrement du système racinaire autour de la motte de terreau était un avantage d'adaptation au milieu de repiquage. Il permet, non seulement, un bon ancrage, mais assurerait, également, l'apport en éléments nutritifs favorables au développement rapide. Les études de [25] sur la technique du PRD (Partial Rootzone Drying), appliquée à la tomate, ont mis en évidence la faible densité racinaire quant à la résistance de la plante aux conditions de sécheresse, contrairement à une masse racinaire plus importante. Selon [26], l'absorption du potassium élément très important pour assurer un rendement meilleur de la plante dépend de la masse et de la morphologie des racines.

Après reprise, la réaction des variétés de tomate en milieu de culture s'est manifestée par une croissance végétative distincte d'un traitement à un autre. La variété COBRA a enregistré la hauteur des plantes au stade de floraison la plus élevée et un diamètre au collet supérieur à celui de la variété TMA97. Ceci montre que cette variété COBRA est plus vigoureuse et plus adaptée à la zone. En d'autres termes, la vigueur de croissance des plants de tomate dépendrait plutôt des caractères intrinsèques de chaque variété. Ces résultats ne concordent pas avec ceux de Madec et Perennec in [27] qui admettent que, pendant les phases de développement, la vigueur de croissance n'est pas nécessairement un caractère variétal comme cela est couramment admis [28]. Alors que, les travaux de [29] sur l'évaluation des performances agronomiques de neuf variétés de tomate ont montré que la différence observée dans la croissance de diverses variétés de tomate serait liée à leur génotype et à l'environnement dans lequel elles ont été testées.

4.2 Effet des formules de fumures sur le délai de floraison

Les résultats obtenus après l'analyse de variance sur le délai de floraison avec 50 % des plantes en fleurs a donné des résultats statistiquement différents entre les variétés de tomate et les traitements. La différence significative observée entre les variétés de tomate COBRA et TMA97 pourrait s'expliquer par cette aptitude que possède chaque variété à assurer ses besoins en eau et en éléments nutritifs sous l'influence des facteurs environnementaux (température, humidité, lumière etc.). Le délai de floraison de la variété COBRA (52 jours) a été plus court (précoce) que celui de la variété TMA97 (55 jours) plus long (tardif). En tenant compte des traitements, ce délai a varié très peu, de 52 à 55 jours, ceci justifie le fait que le délai de floraison serait non seulement inhérent à la variété et son biotope mais, également, influencé par les apports d'engrais. Ces résultats sont confirmés par les travaux de [30] qui ont montré que le délai de première floraison est un caractère lié au matériel végétal, qu'il pourrait être influencé par la fertilisation. En sus, les travaux de [31] ont également rapporté que le phénotype qui est l'expression visible du génotype peut être influencé par des facteurs externes. En effet, selon lui, l'expression d'un caractère donné peut être le résultat de l'interaction entre les facteurs génétiques et ceux du milieu de vie de la plante.

V. CONCLUSION

Les expérimentations effectuées dans l'évaluation des performances agromorphologiques des formules de fumures sur les variétés de tomate TMA97 et COBRA ont permis d'étudier les paramètres végétatifs et génératifs des plants de tomate. Il est ressorti que les plants de tomates traités aux engrais mixtes ont eu une bonne croissance en hauteur, un bon développement du diamètre au collet que ceux traités aux composts et aux engrais minéraux. Cette supériorité au niveau des engrais mixtes serait liée à l'action combinée de l'amélioration des propriétés physiques du sol et l'apport en éléments nutritifs. Cette étude a montré que la formule de fumure basée sur l'apport mixte est la mieux indiquée pour un meilleur développement de la tomate. Au niveau des tomates, la variété commerciale hybride COBRA s'est mieux développée et a été la plus vigoureuse que celle du CNRA (TMA97). Elle est de ce fait la mieux indiquée et adaptée à cette zone de sable tertiaire.

VI. REMERCIEMENTS

Toute notre reconnaissance à l'endroit des autorités du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), singulièrement celles de la Station de Recherche sur les Cocotiers Marc Delorme de Port-Bouët pour avoir mis à notre disposition des parcelles,

le matériel et la main d'œuvre pour la mise en place de l'expérimentation.

RÉFÉRENCES

- [1] Singbo G. A., Nouhoheflin T. et Irissou L., 2004. Étude des perceptions sur les ravageurs des légumes dans les zones urbaines et périurbaines du sud Bénin. Projet Légumes de qualité, Rapport d'activités, IITA-INRABOBEPAB, 21 p.
- [2] Yolou I., 2021. Effets socio-économiques des activités maraîchères dans la commune d'Athieme (Sud-Ouest du Benin). *International Journal and Applied Studies*, 33 (1), pp. 202-213.
- [3] Henao J. et Baanante C. A., 2006. *Agricultural Production and Soil Nutrient Mining in Africa. Summary of IFDC Technical Bulletin*, IFDC, Muscle Shoals, Alabama, USA, 75 p.
- [4] Heri-Kazi A. B. et Biielders C. L., 2020. Dégradation des terres cultivées au Sud-Kivu, R.D. Congo : perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 24 (2), pp. 99-116.
- [5] Diack M., Diom F., Sow K. et Sène M., 2017. Soil Characterization and Classification of the Koutango Watershed in the SemiArid Southern Peanut Basin of Senegal. *International Journal of Plant & Soil Science*, 20 (4), pp. 1-13.
- [6] Bouvier E. et Jammes D., 2012. Fertilisation en Maraîchage. Les sols vivant bio. Matières organiques Fiche N°8. Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier 13626 Aix-en-Provence, France, 10 p.
- [7] Hdider C., Tarchoun N., Mustapha S., Ben Kheder M. et Guezel I., 2016. Amélioration du rendement et de la qualité de la tomate de plein champ cultivée en mode biologique. In *Annales de l'INRAT*, 389 (3551), pp. 1-3.
- [8] Michel H., Pierre G., Sabi B. J. T., Julien B. et Michée I. E., 2016. Effet des engrais organiques sur la croissance et le rendement de deux variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum*) dans la commune de Parakou (Nord Bénin). *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 24, pp. 86-94.
- [9] Biaou D., Yabi J., Yegbemey R. et Biaou G., 2016. Performances technique et économique des pratiques culturales de gestion et de conservation de la fertilité des sols en production maraîchère dans la commune de Malanville, Nord Bénin. *International Journal of Innovation and Scientific*, 21 (1), pp. 201-211.
- [10] Sierra J., Causeret F. et Chopin P., 2017. Impact du maraîchage sur la fertilité organique des sols de Guadeloupe. Rapport d'étude, unité Astro, INRA Antilles-Guyane, 14 p.
- [11] Yelemou B., Sanogo M. E. H., Bazongo P., Tyano A., Some K. et Sedego M. P., 2020. Effets du compost de biomasse foliaire des ligneux aux champs sur la production de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 35, pp. 214-230.
- [12] CCT, 2006. Centre de Cartographie et de Télédétection du Bureau National d'Études Techniques et du Développement. Abidjan, Côte-d'Ivoire.
- [13] Coffi P. M. J., Lékadou T. T., Ama T. J., Traoré S., Yao S. M. D., Agoh C. F., Koffi B. E. Z., Djaha K. E. et Hala N. F., 2021. État des lieux des bananeraies (*Musa sp*) en zone de culture du cocotier, sur le littoral en Côte d'Ivoire : cas de la station Marc DELORME et des villages aux alentours. *Int. J. Chem. Sci*, 15 (6), pp. 2438-2455.
- [14] BUNASOLS., 1987. Méthodes d'analyse physique et chimique des sols, des eaux et des plantes. Documentation techniques n°3, BUNASOLS, Ouagadougou, 159 p.
- [15] Fabregues J., 2003. Règlements et conseils techniques pour la production de plants maraîchers de qualité à l'île de la réunion, 67 p.
- [16] Tan C. S., 1990. Programme d'irrigation des tomates-Méthode du bilan hydrique. Agriculture Canada, Station de recherches (Harrow, Ontario), 7 p.
- [17] Brassat T. et Couturier C., 2005. Gestion et valorisation des cendres de chaufferies bois, ADEME, 3 p.
- [18] Lawani, M. O. A., 2017. Formulation d'un biofertilisant à base de déchets organiques ménagers et de déjections animales en vue de sa vulgarisation. Gembloux Agro-Bio Tech/Université de Liège. Travail de fin d'études, 71 p.
- [19] FAO., 1980. Les engrais et leur application. FAO, Rome, Italie, 51 p.

- [20] Layzell D. B., 1990. N₂ fixation NO₃⁻ reduction and NH₄⁺ assimilation, In : Plant physiology, biochemistry and molecular biology. D.T. Denis and D.H. Teurpin (Eds), Longman scientific and Technical, Singapore, pp 389-413.
- [21] Alvarez R., 2005. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage. *Soil Use and Management*, 21, pp. 38-52.
- [22] Ngoyi N. A., Masanga K. G., Mukendi T. R., Mualukie M. A. et Ngoy N. D., 2020. Influence de l'apport des matières organiques sur la culture de poivron (*Capsicum annum* L.) sur un sol sableux à Kabinda, province de Lomami, en République Démocratique du Congo. *International journal of Innovation and Applied Studies*, 29 (3), pp. 613-618.
- [23] Babatola L. A. et Olaniyi J. O., 1997. Effect of NPK 15-15-15 fertilizer level and plant spacing on performance and shelf-life of okra. *Annal of Agricultural Sciences*, 1, pp 24-29.
- [24] Musas N. N., 2012. Valorisation agronomique des bio déchets et gestion de la fertilité de sols en agriculture urbaine et péri-urbaine : Effets des doses croissantes des engrais minéraux, des fèces humaines et de leur combinaison sur la production de l'oignon (*Allium cepa*) et de l'épinard (*Spinacia oleracea*). Mémoire de fin d'études, Faculté des sciences agronomiques, Unilu, 43 p.
- [25] Hanane T., 2008. Efficience de l'utilisation de l'eau d'irrigation chez la tomate par la technique de PRD (Partial Rootzone Drying) et étude des mécanismes physiologiques et biochimiques impliqués, 185 p.
- [26] Rengel Z., Damon P. M. et Cakmak I., 2008. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiologia Plantarum*, 133, pp. 624-636.
- [27] Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J-C., 1996. La pomme de terre, INRA Paris, 640 p.
- [28] Perla H., 1999. Diversité génétique des plantes tropicales cultivées, 388 p.
- [29] Fondio L., Djidji A. H., N'gbesso M. F. D-P. et Koné D., 2013. Évaluation de neuf variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7 (3), pp. 1078-1086.
- [30] Boa B. B. Y., 2016. Effet de trois substrats à base de sous-produits locaux sur deux variétés de tomate en culture hydroponique au centre de la Côte d'Ivoire. Mémoire de Master. Université Nangui Abrogoua (Abidjan), 59 p.
- [31] Gwennaël B., 2013. Gènes architectes et sexualité chez les plantes : À la découverte des fleurs de tomate stamenless. *Revue des Questions Scientifiques*, 184 (3), pp. 351-372.