



Évaluation de l'influence du substrat sur des paramètres agro morphologiques et biochimiques de la tomate (*Solanum Lycopersicum esculentum*) en culture hydroponique

Mohamed Anderson YEO^{1*}, Karpeh Helder Koblai¹, Ernest Kouadio KOFFI¹, Lacina COULIBALY³

¹Université de Man, UFR d'Ingénierie agronomique, Forestière et Environnementale, Département d'Agronomie et Foresterie (Bp 20 Man), Côte d'Ivoire

²Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, UFR Biosciences, Laboratoire de Biochimie Sciences des Aliments, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Auteur Correspondant : Mohamed Anderson YEO, E-mail : ymoander@yahoo.fr, Tel : (+225) 07 09 12 42 08

Mots-clés : tomate, culture hydroponique, substrat, F1 Cobra 26, Man, Côte d'Ivoire.

Keywords : tomato, hydroponics, substrate, F1 Cobra 26, Man, Côte d'Ivoire.

Submission 13/03/2022, Publication date 31/05/2022, <http://m.elewa.org/Journals/about-japs/>

1 RÉSUMÉ

La culture de tomate est soumise à de nombreuses contraintes dont les conditions climatiques défavorables, les attaques de nombreux ravageurs et maladies, l'insuffisance de terre arable en zones urbaines et l'utilisation abusive de pesticides. Eu égard ce qui précède et en vue d'accroître la production, il importe de substituer au sol un substrat nécessitant très peu ou pas de solution nutritive. C'est dans cette optique que cette étude a été réalisée dans un module hydroponique simplifié comportant cinq rangées de plantes cultivées sur cinq substrats différents (Substrat CocoSol, Substrat Ordinaire, Substrat Terreau, Substrat Fiente and Substrat CocoSol + Terreau) en vue d'évaluer l'influence de ces substrats sur l'évolution des paramètres agro morphologique, biochimiques et physico chimiques. Une variété de tomate, F1 Cobra 26 proposée par la société SEMIVOIR a été testée. Les résultats obtenus, ont montré que la meilleure croissance en hauteur a été observée sur le substrat C-S suivie des substrats C-S+T, S.O, S.F et S.T. Le nombre de fruits a été, en moyenne, 17,23 ; 17,3 ; 15,2 ; 13,7 et 13,6 respectivement pour S.C-S+T, S.O, S.F, S.T et S.C-S. En revanche, il n'y a pas eu de différence significative entre les substrats pour les paramètres physico-chimiques avec un ph de 4,04 ; une teneur en eau de 94,47% et une teneur en protéine de 16,97%. Par contre, l'effet du substrat a été significatif au niveau de la teneur en chlorophylle a et b. Le substrat C-S+T prédomine en chla, chl b et chl a+chl b avec 28,09 en chla, 9,88 en chlb et 38,4 en chla + chlb b à la S4. L'absence de différence significative pour la teneur en minéraux des feuilles, quelle que soit le substrat, indique que ces substrats testés présentent les mêmes minéraux en leur sein.



Evaluation of the influence of the substrates on the agro-morphological and biochemical parameters of tomato (*Solanum Lycopersicum esculentum*) in hydroponics

ABSTRACT

Tomato cultivation is subject to many constraints like unfavorable climatic conditions, attacks from numerous pests and diseases, insufficient arable land in urban areas and the excessive use of pesticides. In view of all these constraints and in order to increase production, soil can be replaced with a substrate requiring very little nutrient solution. Therefore, this study was carried out in a simplified hydroponic module comprising five rows of plants grown on five different substrates (CocoSol Substrate, Ordinary Substrate, Topsoil Substrate, Manure Substrate and CocoSol + Topsoil Substrate) in order to evaluate the influence of these substrates on the evolution of morpho-agronomic, biochemical and physicochemical parameters. A variety of tomato, F1 Cobra 26 proposed by the company SEMIVOIR was tested. The results obtained showed that the best height growth was observed on the C-S substrate followed by the C-S + T, S.O, S.F and S.T substrates. The number of fruits was, on average, 17.23; 17.3; 15.2; 13.7 and 13.6 respectively for S.C-S + T, S.O, S.F, S.T and S.C-S. On one hand, there was no significant difference between the substrates for the morphophysiological parameter with pH of 4.04; a water content of 94.47% and a protein content of 16.97%. Conversely, the effect of the substrate was significant for chlorophyll a and b content. The C-S+T substrate predominated in chla, chl b and chl a+ chl b with 28.09 in chla, 9.88 in chlb and 38.4 in chla + chlb b at S4. The lack of significant difference for leaf mineral content regardless of substrate indicates that these tested substrates have the same minerals within them.

2 INTRODUCTION

La tomate (*Solanum Lycopersicum esculentum*) de la famille des Solanacées, constitue l'une des cultures maraîchères les plus importantes de l'Afrique de l'ouest. Elle est considérée comme un aliment de santé car faiblement calorique, riche en minéraux et contient de nombreux antioxydants (vitamine C, polyphénols, caroténoïdes). En effet, la tomate constitue, après la pomme de terre, le deuxième légume frais ou transformé, le plus consommé dans le monde (Bressoud 2010). Selon cette même source, la production mondiale de tomate a connu une forte croissance depuis 1978, elle est passée de 48 millions de tonnes à 74 millions en 1992, et de 89 millions de tonnes en 1998 pour atteindre 124 millions en 2006. Selon la FAO (2013), la Chine, les États-Unis et la Turquie en sont les plus grands pays producteurs, avec respectivement 48,58 ; 12,6 et 11 millions de tonnes de tomate fraîche par an, contre 32 364 tonnes pour la Côte d'Ivoire. Cette production

demeure faible pour répondre aux besoins des populations ivoiriennes estimés à plus de 100 000 tonnes de tomate par an (Soro et al., 2007). Par ailleurs, le taux d'importation de la tomate en Côte d'Ivoire s'élève à plus de 66 millions de tonne par an. De nombreux facteurs peuvent être évoqués pour expliquer la faiblesse de la production de la tomate en Côte d'Ivoire en générale mais particulièrement dans la région de Man. En effet, l'une des contraintes à la production de la tomate est l'insuffisance et/ou la non-diffusion des variétés adaptées aux besoins des producteurs et consommateurs (sensibilité aux maladies et insectes, inadaptation aux périodes chaudes et humides, etc.) (Rouamba et al., 2013). A cette contrainte, s'ajoutent celles de l'inadaptation du sol à cette culture et la difficulté de conservation de la tomate. Afin de lever les contraintes de la faible production maraîchère, l'agriculture hors-sol, semble opportune. Elle permet de cultiver des



plantes sur un substrat inerte, alimenté par une solution qui apporte les sels minéraux et les nutriments nécessaires à la croissance des plantes. Ainsi, en palliant à l'insuffisance de terre arable adaptée à sa culture et l'utilisation abusive de pesticides, cette technique de culture contribuera à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations. En outre, elle participera à la préservation de l'environnement (Parrot *et al.*, 2008). Au regard de ce qui précède, nous avons entrepris d'introduire la culture de la

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Matériel végétal :

- **La semence :** Ce sont des semences améliorées de la variété de tomate F1 COBRA 26 vendu sur le marché dans des sachets de 1g ; 5 g et en boîte de 50 g. Pour la présente étude, trois sachets de 5 g contenant environ 1750 grains ont été achetés.
- **Les substrats :** Il s'est agit des substrats suivants : Substrat CocoSol (S. CS), Substrat Ordinaire (S.O), Substrat Terreau (S.T.), Substrat Fiente (S.F.) et Substrat CocoSol + Terreau (S. CS+T)

3.1.1 Équipements techniques : Le matériel technique a été composé de verrerie (fioles, éprouvettes, erlenmeyers), de micropipettes, d'un mortier en agate, d'une centrifugeuse (Selecta), d'une balance (Metler Toledo), d'un réfrigérateur (Blomberg), d'un spectrophotomètre (Milton Roy), d'un pH-mètre, de terreau , de substrat cocoSol plantation, des sachets de culture anti-UV, des plaques alvéolées, d'un petit pulvériseur, d'un mètre ruban et des produits chimiques (hydroleg soluble NPK, Nitrate de calcium, Nitrate de potassium, Phosphate mono ammonique, Callifert, Banko plus, l'éthanol, Vipère 46 EC, Psycho, Callicuivre, Vertimec, K-Optimal)

3.2 Méthodes

3.2.1 Production de la tomate hors-sol : La production de la tomate s'est fait hors-sol, sous abris et dans des sacs avec comme substrats utilisés (la fibre de coco, du terreau, la fiente de

tomate dans la région de Man. Pour ce faire, nous devons satisfaire les objectifs spécifiques suivant :

- ✓ maîtriser les techniques de la culture hors-sol et sous serre ;
- ✓ identifier le meilleur substrat qui répond au besoin de la culture hors-sol de la tomate dans la zone ;
- ✓ caractériser les paramètres agro morphologiques et biochimiques de la tomate.

poulet et du substrat organique). Le système d'arrosage utilisé était manuel.

3.2.2 Réalisation de la pépinière

- **Construction de l'abri :** Pour la pépinière, un abri de forme carrée (2,5 m de long et 2,5 m de large) a été bâti, avec deux piliers centraux de 3 m de haut chacun et quatre piliers latéraux de 2 m de haut chacun. L'abri a été couvert avec une bâche transparente et entourer avec des moustiquaires. A l'intérieur de l'abri, un billon de 15 cm de haut a été fait et couvert avec de la bâche noir.
- **Test de semis :** Le test de semis a pour but d'évaluer la viabilité des grains. C'est une opération qui consiste à mettre les grains dans un verre d'eau et laisser au repos pendant 8 heures, après ce délai, ceux au fond du récipient sont retenus.
- **Le semis :** Le semis est une opération qui consiste à enfouir les grains à 0,5 cm de profondeur des substrats en raison d'un grain par alvéole.
- **Arrosage :** L'arrosage des plaques s'est effectué par brumisation c'est-à-dire envoyé des brumes d'eau sur les plaques de peur de chasser le terreau au tour des plantules. Pour ce faire, 200 mL d'eau par jour repartir 100 mL le matin et 100 mL le soir a été apporter à chaque plaque.

3.2.3 Réalisation de la plantation

- **Construction de l'abri :** Pour la plantation, un abri de forme rectangulaire (6 m de long



et 5 m de large), avec deux piliers centraux de 3,5 m de haut chacun et six piliers latéraux de 2,5 m de haut chacun (figure 1) a été construire. L'abri a été couvert avec une bâche transparente et entourer avec des moustiquaires. A l'intérieur de l'abri, cinq billons de 5,5 m de long, 40 cm de large espacé de 30 cm et couvert avec de la bâche noir a été faire.

- **Repiquage :** Le repiquage est le passage de l'étape de la pépinière à celle de la plantation. Cette opération a consisté à retirer les plantules des plaques alvéolées pour les

introduire dans des sachets de culture contenant le substrat. Pour ce faire, nous avons plié les sachets de culture jusqu'à la limite des orifices. Ensuite, les substrats ont été mis dans les différents sachets puis disposés sur les lignes. Enfin, les plantules issues des pépinières ont été repiquées dans les sachets de culture contenant les substrats suivie d'un arrosage pour éviter un affaiblissement des plantules. NB : Il est recommandé de faire le repiquage en générale tôt le matin ou en fin d'après-midi, aux périodes les plus froides de la journée.



Figure 1 : Abri d'accueil de la plantation

3.2.4 Caractérisation agromorphologique:

La caractérisation agro morphologique consistait à : Déterminer la vitesse d'apparition (Va) des feuille à partir du comptage du nombre moyen des feuille par rapport au nombre de jour :

Va =nombre de feuille/ nombre de jour.

Suivre l'évolution de la taille des plantules en pépinière à l'aide un mètre ruban en plaçant le zéro du mètre à la base de la plaque. Suivre l'évolution de la taille des jeunes plantes de tomate en plantation à l'aide d'un mètre ruban en plaçant le zéro du mètre à la base du sac

- Déterminer le nombre moyen de fruits par pieds et selon le substrat par comptage des fruits sur chaque pieds au niveau de chaque ligne puis additionner le nombre total de fruits au niveau de chaque ligne et de divisée

le tout par le nombre totale de pieds de plante de la ligne.

- Déterminer le coefficient de la forme des tomates en utilisant la formule de Fagbohoun et Kiki (1999) Pour ce faire, un échantillon de (3) fruits sains est choisi de façon raisonnée et dont 50% sont des fruits gros et 50% de fruits de petite taille. Les caractéristiques morphologiques des fruits sont exprimées par le nombre de lobes compté pour chaque fruit de l'échantillon, le poids moyen du fruit (Pm), la masse volumique (qf) et le coefficient de forme Cf, donné par la formule de Fagbohoun et Kiki (1999), utilisée par Dossou (2007).



$$Cf = \frac{\text{Hauteur moyenne du fruit}}{\text{Diamètre moyen du fruit}}$$

Le coefficient de forme permet de classer les variétés en trois catégories de forme, notamment : $Cf < 0,8$: forme aplatie ; $Cf > 1$: forme allongée et $0,8 < Cf < 1$: forme ronde.

3.2.5 Détermination de la teneur en chlorophylle des feuilles : Les extraits chlorophylliens obtenus avec l'alcool éthylique à 90° permettent de déterminer les longueurs d'onde de la lumière visible (400 à 750 nm), absorbées par la chlorophylle brute en solution alcoolique. Deux (2) grammes de feuilles fraîches ont été finement découpés puis broyés à sec dans un mortier en agate en présence d'une pincée de sable préalablement traité et de carbonate de calcium. Le broyat obtenu a été déposé dans 20 mL d'éthanol à 90° et laissé au repos à l'air libre pendant 3 minutes. Le liquide obtenu a été filtré sur un entonnoir portant un papier filtre. L'ensemble du filtrat obtenu a été dilué en ajoutant 50 mL d'éthanol 90°. Le dosage a été fait selon la méthode de Asma *et al.* (2015). Cette méthode permet de déterminer au spectrophotomètre l'absorbance des extraits. Le calcul des concentrations de chlorophylles a (chl a), chlorophylles b (chl b) a été effectué en appliquant les équations indiquées ci-dessous.

$$\text{Chl.a} = (12,7 * D.O\ 663) - (2,69 * D.O\ 645) \text{ mg/mL}$$

$$\text{Chl.b} = (22,9 * D.O\ 645) - (4,86 * D.O\ 663) \text{ mg/mL}$$

$$\text{Chl.a} + \text{Chl.b} = (8,02 * D.O\ 663) - (20,20 * D.O\ 645) \text{ mg/mL}$$

NB : le suivi de la teneur en chlorophylle des feuilles a été vérifié au cours de l'évolution en plantation

4 RÉSULTATS

4.1 Paramètres agro morphologiques

4.1.1 Au niveau de la pépinière

- Vitesse d'apparition des feuilles :** Le tableau I présente la vitesse d'apparition des feuilles au niveau de la pépinière. Les plantules cultivées sur les plaques contenant du terreau (PT_0 , PT_1 , PT_2 et PT_3) ont eu une vitesse d'apparition des feuilles supérieures que celles cultivées sur les plaques contenant la fiente (P.F.). En moyenne nous observons une apparition de

3.2.6 Dosage des paramètres physico-chimiques de la tomate

- Détermination du pH :** Selon la méthode de l'A.O.A.C. (1975), 50 ml de jus ont servi à la détermination du pH après étalonnage du pH-mètre.
- Teneur en eau :** La teneur en eau de l'échantillon a été déterminée selon la méthode par étuvage (BIPEA, 1976)
- Teneur en cendres :** La teneur en cendres d'une substance est son résidu après incinération (méthode de BIPEA, 1976).
- Teneurs en sucres**
- Sucres totaux solubles :** La détermination de la teneur en sucres totaux solubles a commencé par l'extraction puis le dosage au phénol sulfurique (DUBOIS *et al.*, 1956).
- Sucres réducteurs :** Les sucres réducteurs ont été déterminés selon la méthode utilisée par AOAC (1995).
- Teneur en protéines :** La détermination de la teneur en protéines selon la méthode BIPEA (1976), se ramène au dosage de l'azote total dans l'échantillon par la méthode de KJELDAHL.

3.2.7 Analyse statistique : Les données obtenues ont été analysées à l'aide du logiciel Excel 2013 et STATISTICA version (7. 1.). La comparaison des moyennes de trois essais est effectuée par le test de la plus petite différence significative LSD (Least Significant Difference). Cette méthode d'analyse consiste à chercher les moyennes qui sont significativement différentes les unes des autres à $p < 0,05$.

0,98 feuille par jour sur les plantes cultivées sur le substrat terreau soit une apparition d'une feuille /jour. Par contre, sur le substrat fiente, nous avons en moyenne une apparition de 0,245 feuille par jour au niveau des plantes, soit une vitesse d'apparition d'une feuille chaque quatre jours.

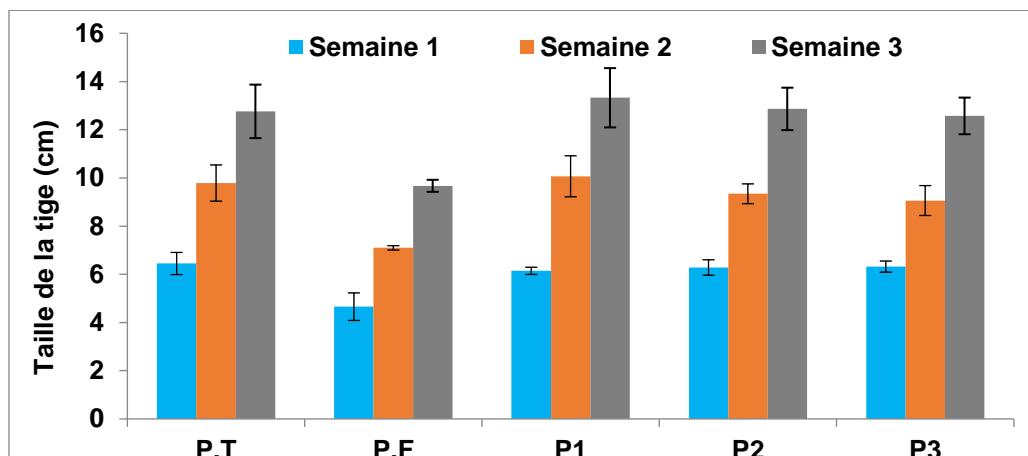
- Hauteur moyenne de la tige :** La figure 2 montre l'évolution de la hauteur des tiges des jeunes plantes au cours du temps. Les

plantules cultivées sur les plaques contenant du terreau (PT_0 , PT_1 , PT_2 et PT_3) ont une meilleure croissance que celles cultivées sur les plaques contenant la fiente (P.F). Les meilleures longueurs des tiges sont observées sur les plaques contenant du terreau avec en moyenne 12,87 cm en 21 jours contre 9,67 cm en 21 jours pour les plaques contenant la fiente.

4.1.2 Au niveau de la plantation

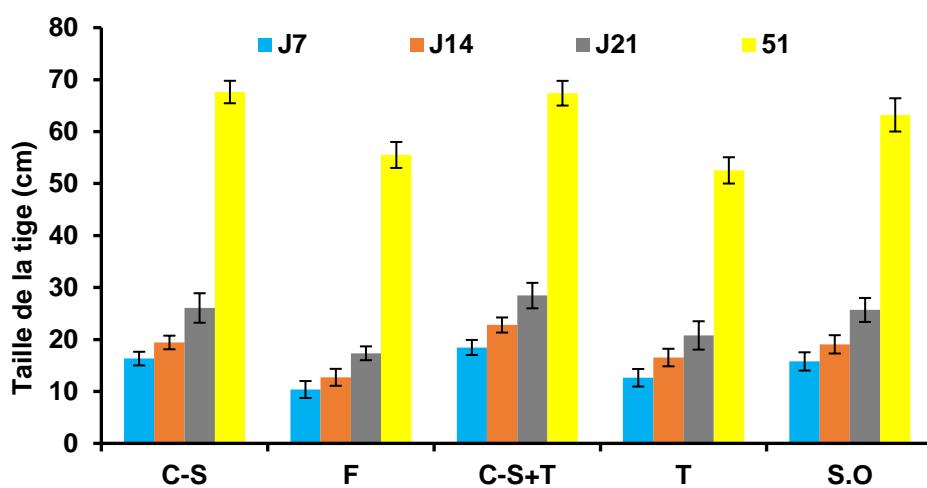
Tableau 1 : Vitesse d'apparition des feuilles

Type de plaque	Vitesse d'apparition des feuilles
plaque à terreau	1 feuille/ Jour
plaque à fiente	1 feuille/ 4Jour



P.T= Plaque contenant du Terreau P.F = Plaque contenant de la Fiente

Figure 2 : Hauteur moyenne de la tige des plantules en pépinière



C-S = Cocsol F= Fiente C-S+T = Cocosol +Terreau T = Terreau S.O = Substrat Ordinaire

Figure 3: Hauteur moyenne de la tige des plantes en plantation en fonction du substrat



- **Nombre moyen de fruits par pied en fonction du substrat :** Les résultats présentés par le tableau 2, montrent le nombre de fruits en moyenne sur chaque pied de tomate en fonction du substrat. Les plantes cultivées sur le substrat C-S+T ont un nombre de fruit sensiblement égal à celle cultivées sur le S.O avec 17,3 et 17,23 suivi de celles cultivées sur S.F (15,22) ; S.T (13,7). En revanche, les plantes cultivées sur S.C-S ont en moyenne 13,6 fruits par pieds.

- **Le coefficient de la forme des fruits :** Le coefficient de forme des fruits donne 1,96 pour E1 ; 1,90 pour E2 et 1,94 pour E3. En moyenne le Cf = 1,9333

4.2 Paramètres biochimiques

4.2.1 Teneur en chlorophylle des feuilles

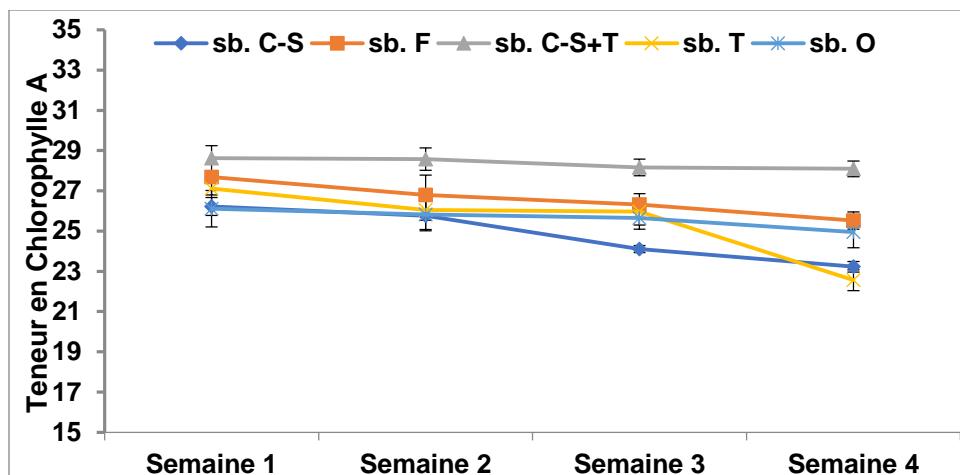
- **Teneur Chlorophylle a :** La figure 3 présente l'évolution de la teneur en chlorophylle a des feuilles sur les différents substrats. Nous observons en générale une baisse régulière de la teneur en chlorophylle au niveau des feuilles de chaque substrat. La meilleure teneur en Chlorophylle a est observée au niveau des feuilles sur le substrat C-S+T qui est restée quasiment constante avec 28,62 à la semaine 1 (S1) ; 28,57 à la S2 ; 28,16 à la S3 et 28,09 à la S4. Par contre nous observons une régression

considérable pour les autres feuilles. Au niveau des feuilles sur le S.F, cette teneur est passé de 27,69 à la S1 à 26,79 à la S2 ; 26,31 à la S3 et 25,52 à la S4. Pour le S.T on a respectivement 27,1 ; 26,02 ; 25,97 et 22,55 à la S1, S2, S3 et S4. Pour le S.O nous avons : 26,1 à la S1 ; 25,83 S2 ; 25,64 S3 et 24,95 S4. Enfin pour le S.C-S, nous avons : 26,22 S1 ; 25,76 S2 ; 24,1 et 23,22 S4

- **Teneur en Chlorophylle b :** La figure 4 présente l'évolution de la teneur en chlorophylle b des feuilles sur les différents substrats. Nous observons en générale une baisse progressive de la teneur en chlorophylle au niveau des feuilles de chaque substrat. La meilleure teneur en Chlorophylle b est observée au niveau des feuilles sur S.C-S+T avec 10,22 à la S1 ; 10,05 à la S2 ; 10,01 à la S3 et 9,88 à la S4. Par contre, nous observons une chute considérable pour les autres feuilles. Pour les feuilles du S.F, nous sommes passé de 9,37 à la S1 à 8,94 à la S2 ; 8,78 à la S3 et 8,77 à la S4. Pour le S.O nous avons respectivement 9,32 ; 8,39 ; 8,21 à la S1, S2, S3 et une légère augmentation 8,27 à la S4. Pour le S.T nous avons : 9,09 à la S1 ; 8,55 S2 ; 8,53 S3 et 6,58 S4. Enfin pour le S.C-S, nous avons : 8,53 S1 ; 8,21 S2 ; 7,7 S3 et une augmentation 8,02 S4.

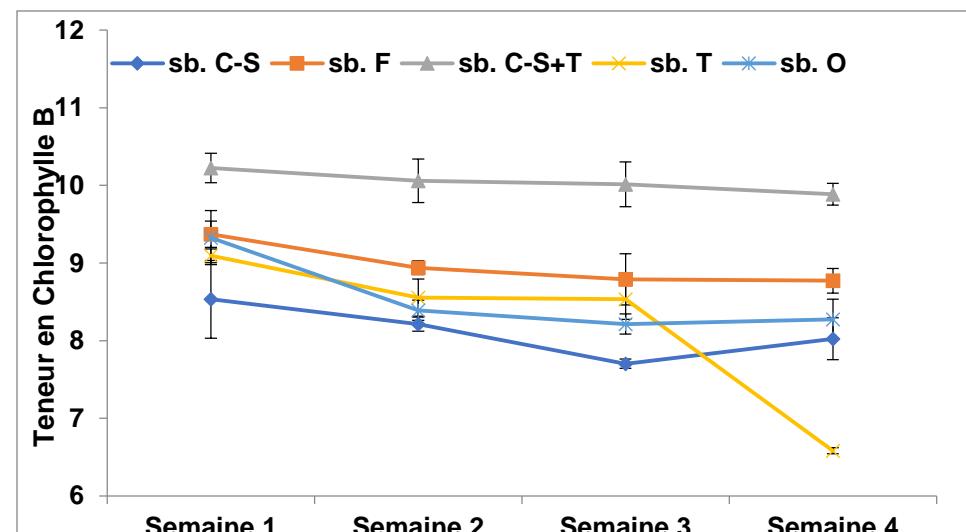
Tableau 2 : Nombre moyen de fruit par pied

Type de substrat	Nombre moyen de fruits
S.C-S	13,6
S.F	15,3
S.C-S+T	17,5
S.T	13,7
S.O	17,1



Sb. C-S = Substrat Cocosol ; sb. F = Substrat Fiente ; sb. C-S+T = Substrat Cocosol+Terreau ; sb. T = Substart Terreau ; sb. S.O = Substrat Ordinaire

Figure 4 : Teneur en chlorophylle a des feuilles en fonction du type de substrat



Sb. C-S = Substrat Cocosol ; sb. F = Substrat Fiente ; sb. C-S+T = Substrat Cocosol+Terreau ; sb. T = Substart Terreau ; sb. S.O = Substrat Ordinaire

Figure 4: Teneur en chlorophylle b des feuilles en fonction du type de substrat

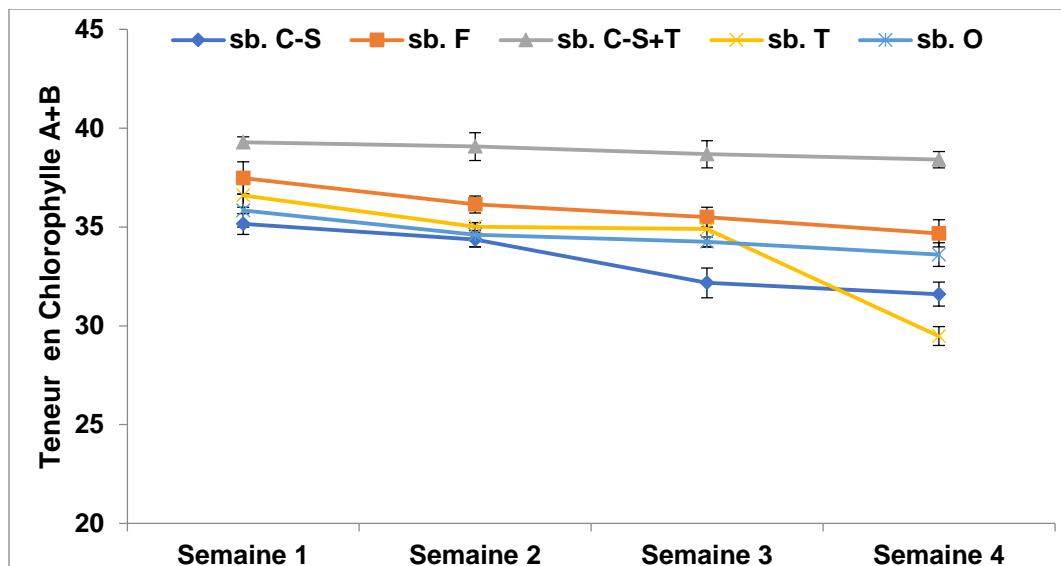
- Chlorophylle a + chlorophylle b :** La figure 5 présente l'évolution de la teneur en chlorophylle a des feuilles sur les différents substrats. Nous observons en général une régression de la teneur en chlorophylle au niveau des feuilles de chaque substrat. La meilleure teneur en Chlorophylle a + Chlorophylle b est observée au niveau des feuilles sur S.C-S+T qui est de 39,28 à la S1 ; 39,07 à la S2 ; 38,68 à la S3 et 38,4 à la S4. Par contre, pour les feuilles du S.F, nous sommes passé de 37,68 à la S1 à 36,14 à la S2 ; 35,5 à la S3 et 34,68 à la S4. Pour les

feuilles du S.T nous avons respectivement 36,6 ; 35,02 ; 34,9 et 29,48 à la S1, S2, S3 et S4. Pour les feuilles du S.O nous avons : 35,83 à la S1 ; 34,61 S2 ; 34,34 S3 33,6 S4. Enfin pour les feuilles du S.C-S, nous avons : 35,15 S1 34,36 S2 ; 32,17 et 31,6 S4.

- Teneur en minéraux de feuilles :** Les résultats présentés par la figure 6, montrent l'évolution de la teneur en minéraux des feuilles au niveau de chaque substrat. Le calcium (Ca) est le minéral le plus abondant au niveau de chaque feuille avec une teneur de 72376,42 ppm pour le

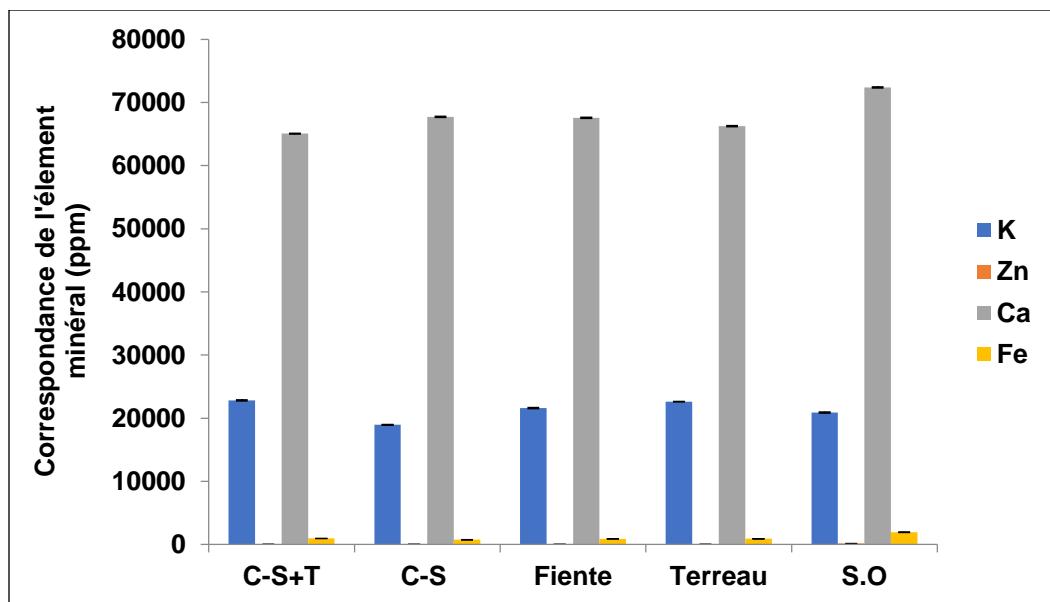
S.O suivie des S.C-S ; S.F ; S.T et S.C-S+T avec comme valeur respective 67721,85 ppm ; 67565,07 ppm ; 66249 ppm, et 65065,16 ppm. Après le Ca vient le Potassium (K) avec comme teneur 22828,37 ppm ; 22608,31 ppm ; 21583,26 ppm ; 20903,33 ppm et 18943,76 ppm pour les feuilles des plantes cultivée respectivement sur les S.C-S+T ; S.T ; S.F ; S.O

et S.C-S. A la suite du K vient le Fer (Fe) avec 1951,69 ppm pour S.O ; 958,09 ppm pour S.C-S+T ; 918,54 ppm pour S.T ; 891,99 ppm pour S.F et 769,72 ppm pour S.C-S. Enfin nous avons le Zinc (Zn) avec 178,91 ppm pour S.O ; 68,47 ppm pour S.T ; 59,83 ppm pour le S.C-S+T ; 58,75 ppm pour le S.C-S et 52,15 ppm pour le S.F.



Sb. C-S = Substrat Cocosol ; sb. F = Substrat Fiente ; sb. C-S+T = Substrat Cocosol+Terreau ; sb. T = Substart Terreau ; sb. S.O = Substrat Ordinaire

Figure 5 : Teneur en chlorophylle a + b des feuilles en fonction du type de substrat



Sb. C-S = Substrat Cocosol ; sb. F = Substrat Fiente ; sb. C-S+T = Substrat Cocosol+Terreau ; sb. T = Substart Terreau ; sb. S.O = Substrat Ordinaire

**Figure 6 :** Teneur en minéraux des feuilles en fonction du type de substrat

4.3 Paramètres physico-chimiques des fruits : Le tableau 3 résume les paramètres physico-chimiques des fruits récoltés. Aussi, le pH ; le taux de matière sèche ; la teneur en eau, la teneur en sucre totaux et la teneur en protéine de la tomate cultivée sur substrat ordinaire.

Après analyse, les résultats obtenus indique un pH=4,4 ; une teneur en eau de 94,5% ; un taux de matière sèche de 5,5% ; une teneur en sucre totaux de 1,03% et une teneur en protéines de l'ordre 17%.

Tableau 3 : Paramètres physico-chimiques de la tomate étudiée

PARAMETRES	
pH	4,4±0,02
Taux de matière sèche (%)	6±0,1
Teneur en eau(%)	94,5±0,01
Teneur en sucres totaux (mg équivalent glucose/g)	1,03±0,21
Teneur en sucres réducteurs (mg équivalent glucose/g)	0,45±0,01
Teneur en protéines	17±0,4

5 DISCUSSION

5.1 Paramètres agro morphologiques : La réaction des plantes de tomate au milieu de culture se manifeste lors des premières étapes de reprise par une croissance végétative distincte d'un substrat de culture à un autre. Les plantes cultivées sur les substrats C-S+T et C-S ont eu une meilleure croissance en hauteur par rapport à celles cultivées respectivement sur S.O ; S.F et S.T. cette différence de croissance observée peut être attribuée à la nature du substrat et à certaines caractéristiques physiques et physicochimiques qui composent le substrat. En effet, certains substrats ont la possibilité de stimuler les processus de développement, d'autres par contre ont peu d'influence. Aussi, plus les tiges sont courtes, moins la plante dépense d'énergie pour acheminer les nutriments de la partie souterraine vers la partie apicale. Ainsi, l'énergie résiduelle pourrait être utilisée à d'autres fins telles que la formation des fruits. Ces résultats concordent avec ceux de (Rousselle et al., 1996) qui admettent que, pendant les phases de développement, la vigueur de croissance n'est pas nécessairement un caractère variétal comme cela est couramment admis (PERLA, 1999), mais peut résulter aussi de certaines conditions du milieu de culture ou du substrat. En ce qui concerne la forme du fruit de la tomate étudiée, elle est comparable à la variété «Akikon», décrite

par Dossou (2007) se reconnaît par ses fruits de forme allongée ($Cf = 1,93 \pm 0,10 > 1$), de couleur rouge et moins foncé. Ces fruits possèdent fréquemment un collet vert et deux (02) lobes. C'est une variété de tomate de «luxe» généralement importée et utilisée au niveau des ménages urbains dans les mets tels que les salades de fruits.

5.2 Paramètres biochimiques des feuilles

5.2.1 Teneur en chlorophylle des feuilles : La chlorophylle est un pigment végétal responsable de la coloration verte des plantes. Ce pigment, que l'on retrouve dans les cellules des végétaux, est utilisé avec d'autres pigments par les plantes pour effectuer la photosynthèse. La photosynthèse est un processus qui permet à la plante d'utiliser l'énergie du soleil pour convertir le dioxyde de carbone (CO_2) et l'eau en oxygène et en matière organique. Pour ce qui concerne les teneurs des chlorophylles, leur évolution varie selon le type de chlorophylle et donc des fonctions qu'elle exerce. En effet, la chlorophylle a fait partie à la fois des photosystèmes (P I et P II) et des antennes collectrices de photons alors que la chlorophylle b, se trouve principalement dans les antennes collectrices. La teneur en chlorophylle a est plus forte dans toutes les feuilles que la chlorophylle b. Cette différence pourrait s'expliquer par l'écophysiolologie de



chaque feuille. En effet, il a été montré que la biosynthèse des chlorophylles a et b dépend de la quantité de lumière reçue (Oster et al., 2000). Ces auteurs ont montré que, lorsque l'intensité lumineuse change, la plante s'adapte en modifiant l'équilibre chlorophylle a/chlorophylle b. Ceci résulte de l'activation des enzymes impliquées dans l'inter conversion des chlorophylles (Reinbothe et al., 2006). La chute de la teneur en chlorophylle observée au niveau des feuilles est la conséquence de la tolérance au stress abiotique (salinité et sécheresse). Ces faits sont confirmés par les travaux de Bousba et al.,(2009) qui affirment que la chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse. Par contre, une augmentation de la teneur en chlorophylle est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhène 1984).

6 CONCLUSION

Au terme de ce travail, dont l'objectif était d'introduire la culture hydroponique de la tomate dans la zone de Man afin d'augmenter la productivité de la tomate dans cette zone, cinq substrats ont été éprouvés : Substrat Coco-sol + Terreau (S.C-S+T), Substrat Coco-Sol (S.C-S), Substrat Terreau (S.T), Substrat Fiente (S.F) et le substrat Organique (S.O). Le mélange de substrat coco-sol + terreau (S.C-S+T) s'est avéré le meilleur en termes de production, de croissance de la tige et en teneur en chlorophylles des feuilles. Par ailleurs, le substrat organique pourrait se substituer au mieux au S.C-S+T car il ne nécessite pas de solution nutritive et est purement organique, avec bien évidemment un soin particulier. Au regard des

5.2.2 Teneur en minéraux des feuilles : La présence des minéraux Calcium (Ca), Potassium (K), Fer (Fe) et le Zinc (Zn) au niveau des feuilles s'expliquent du fait que ceux-ci sont présent au sein des différents substrats et par l'intermédiaire de la nutrition hydrique de la plante ils se retrouvent dans la plante et au niveau des feuilles.

5.3 Paramètres physicochimiques: Comme tous fruits et légumes, la teneur en eau de la tomate étudiée est très élevée (94%). Cette forte teneur en eau traduit la grande périssabilité de la tomate et limite son aptitude à l'entreposage à la température ambiante. Quant au pH, il est de 4,04 pour la variété de tomate étudiée. Cette valeur de pH est comparable à celles obtenues par Dossou (2007) comprises entre 4 et 4,4 pour la même variété étudiées. Enfin, La variété de tomate étudiée présente une teneur en protéines assez importantes de l'ordre de 16%. Cette variété pourrait constituer une source de protéines et proposées fraîches à la consommation afin de constituer un complément en protéines.

résultats obtenus au cours de ce travail, cette étude nécessite d'être approfondie. En effet, elle pose les bases de la recherche de solutions en vue de résoudre le problème de la culture de la tomate dans la zone de Man. À n'en point douter, elle contribuera à la sécurité alimentaire dans la région. C'est aussi la preuve que l'Université de Man, porte la recherche et contribue au développement de la région du Tonkpi. Il est souhaitable dans un futur proche d'élargir cette étude sur plusieurs variétés et travailler dans plusieurs zones de la région dans le but d'avoir une large connaissance sur l'influence des substrats étudiés sur ces différentes variétés de tomate qu'on aura choisie.

7 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AOAC. (1975). Association of Official Analytical Chemists: 12th edn,

Washington DC, 1975, method 11.063, 202 p.



- AOAC (1995). Official methods of analysis (16th Ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Asma. B, Harkat-Madouri. L, Madani. K. (2015). Composition chimique, activités antibactériennes et antioxydantes de l'huile essentielle d'Eucalyptus globulus d'Algérie. *Cultures et produits industriels* 78 : 148-153.
- BIPEA. (1976). Bureau International d'Étude Analytique. Recueil des méthodes des communautés Économiques Européennes 1^{ère} édition, (Bruxelle) : 67-114.
- Bousba R. Ykhlef N. Djekoun A. (2009). Water use efficiency and flag leaf photosynthetic in
- Bressoud, F. (2010, October). Systèmes de Culture et Qualité de la Tomate. In *Qualité des Fruits et Légumes*.
- Dossou J, Soulé I, Montcho M. (2007). Évaluation des caractéristiques physicochimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin. *Tropicultura*, 25 (2) : 119-125. ISSN 0771-3312 eISSN 2295-8010
- Dubois M., Mc Cowen L.K., Schotch T.J., Roben F.A., Smith F. (1956). Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Analysis. Chemistry.*, 28 : 360– 356.
- Fagbohoun, O., & Kiki, D. G. (1999). Aperçu sur les principales variétés de tomate locale cultivées dans le sud du Bénin. *Bulletin de la Recherche Agronomique Numéro*, 24, 10-21.
- FAO. (2013). Production Mondiale de la Tomate en 2011. FAOSTAT, FAO : Rome, Italie. Foundation, 104 p.
- Oster.W, Rusell. L, Zhang.J., (2000). Essai randomisé dephase III sur l'omifostin comme radioprotecteur dans le cancer de le tete et du cou. *Journal d'oncologie clinique* 18 (19) : 3339-3345.
- Parrot L., Njoya A., Temple. L., Assogba K. F., Kahane R., Diao B. et Havard M., (2008). Agricultures et développement urbain en Afrique subsaharienne. In colloque agricultures et développement urbain en Afrique de l'ouest et du centre, 2005-10-30/2005-11-03, Yaoundé, Cameroun. Harmattan, 208 p.
- Perla H. (1999). Diversité génétique des plantes tropicales cultivées, 388 p.
- Reinbothe C, Bartsch S, Eggink LL, Hoober JK, Brusslan J, Andrade-Paz R, Monnet J, Reinbothe S. (2006). A role for chlorophyllide a oxygénase in the regulated import and stabilization of light-barvesting chlorophyll a/b proteins. *Proc. Natl. Acad. Sei . USA.* 103: 4777-4782.
- Rouamba A., Belem J., Tarpaga W. V., Otoidobiga L., Ouedraogo L., Konaté Y. A. et Kambou G., (2013). Itinéraires techniques de production des tomates d'hivernage FBT., INERA Farako-Bâ, 4 p.
- Rousselle P., Robert Y. et Crosnier J-C. (1996). La pomme de terre, INRA Paris, 640 p.
- Salunkhe D. K., Jadhav S. J. et Yu M. H. (1974). Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by certain biochemical and physiological changes. *Qualitas plantarum*, 24 (1-2) : 85-113.
- Siakhène N. (1984). Effet du stress hydrique Sur quelques espèces de luzerne Annuelle.
- Soro S, Doumbia M, Dao D, Tschanen A, Girardin O. (2007). Performance de six cultivars de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Contre la jaunisse en cuillère des feuilles, le flétrissement bactérien et les nématodes à galles. *Sciences & Nature*, 4(2) : 123-130.