



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département sciences Agronomique



Mémoire De Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Agronomie

Option : Sol, Plante, Environnement

Thème :

Effet de la fertilisation organique et minérale
sur la qualité et le rendement chez deux
variétés de la tomate : hybride(Tavira) et
fixés(Marmande) cultivées sous serre.

Réalisé par : M^{lle} : HADJ LARBI Nadia

M^{lle} : HADJAZ Dahbia

Président de Jury : M^{me} MEDJDOUB BENZAAD F. Professeur à l'UMMTO.

Promotrice : M^{me} : SI SMAIL GHEBBI K Maître de Conférences B.

Examinatrice : M^{me} SAHMOUN Maître-assistante, chargé de cours à l'UMMTO.

Examineur : Mr ALILI N. Maître-assistant, chargé de cours à l'UMMTO.

Année universitaire

2016/2017

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier tout d'abord le Dieu le tout puissant, qui nous donné la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Nous adressons nos remerciements à notre promotrice M^{me} SI SMAIL GHEBBI K. Maitre de conférence a la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté de nous encadré et pour ses précieux conseils et sa gentillesse.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi à la présidente de jury Mme Medjdoub-Bensaad F. Professeur à l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury.

Mes sincères remerciements à M^{er} ALLILI.N Maître-assistant à l'UMMTO d'avoir accepté de faire partie de jury de ce travail.

Je tiens à remercier M^{me}SAHMOUN Maître-assistante chargé de cours à l'UMMTO, pour avoir accepté de juger ce travail.

Nos remerciements également pour le directeur de l'ITMAS M^r TAMEN pour son soutien et ses encouragements à réaliser ce travail. Ainsi que tous les employeurs de cet institut pour leurs collaborations.

Enfin mes remerciements sont adressés a tous ceux qui ont contribué par leurs conseils, soutien et leurs encouragements a la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Dieu merci

Je dédie ce modeste travail

A la mémoire de mes chères parents que dieu le tout puissant les accueille dans son vaste paradis.

A ma chère belle mère OURDIA qui m a toujours soutenue avec son encouragement et amour « que le DIEU la protège »

A Mes frères qui ont toujours été à mes côtés . A Mes sœurs et belle sœurs.

A Toute ma famille et mes amis

A NADIA avec laquelle j'ai partagé ce travail

A Toute personne qui prend soin de notre environnement

Enfin à tous mes amis chacun par son nom.

A Toute la promotion Sol ,Plante et Environnement 2016/2017

SALIHA

Dédicaces

Dieu merci

Je dédie ce modeste travail

A Ma mère « ZOHRA » qui a été toujours là pour moi et qui m'a soutenu « que le DIEU la protège »

A La mémoire de mon père « HAMID » que le dieu le tout puissant d'accueille dans son vaste paradis.

A Mes sœurs « SADIA » et « LAMIA »

A Mes frères qui ont toujours été à mes côtés « TAKFARINAS » et « RABEI »

A Toute la famille.

A DAHBIA avec laquelle j'ai partagé ce travail

A Toute personne qui prend soin de notre environnement

Enfin à tous mes amis chacun par son nom.

A Toute la promotion Sol ,Plante et Environnement 2016/2017

NADIA

Listes des figures

Figure 1 : Deux types de croissances (a)indéterminée, (b) déterminée	10
Figure 2 : Racine de tomate.....	11
Figure 3 : Tige de tomate (Originale, 2017).....	11
Figure 4 : forme de la feuille de tomate (Originale ,2017).....	12
Figure 5 : fleur de tomate (Originale, 2017)	12
Figure 6 : fruit de tomate, A : variété Marmande, B : variété Tavira(Originale, 2017).....	13
Figure 7 : Graines de tomate (Originale, 2017).....	13
Figure 8 : Répartitions des cultures biologiques par rapport à la surface totale agricole biologique.	34
Figure 9 : localisation par satellite de la station agricole de Boukhalfa	37
Figure 10 : Diagramme ombrothermique au cours de cycle de la plante (2016/2017).....	40
Figure 11 : Plants de tomate, en pepiniere (Original, Fevrier 2017).....	42
Figure 12 : plant de tomate à différents stades. A plant de tomate, B fleur, C bouquet floral et D fruits de la variété Marmande (Originale, 2017)	43
Figure 13 : plant de tomate à différents stades. A plant de tomate, B fleur, C bouquet floral et D fruits de la variété Tavira (Originale, 2017).....	43
Figure 14 : serre d'essai (Original, 2017).....	44
Figure 15 : Disposition expérimental de l'essai	47
Figure 16 : différentes variétés étudiées, A : bloc d'essai, B : parcelle Tavira C : parcelle Marmande, D : vue générale d'un bloc (Original, 2017).....	48
Figure 17 : plants de tomate, A après germination, B stade deux feuilles (Originale, 2017)	49
Figure 18 : Epandage du fumier (Originale, 2017)	50
Figure 19 : conduite de l'irrigation de la tomate (Originale, 2017).	51
Figure 20 : palissage des plants de tomate (Original 2017)	52
Figure 21 : Différentes opérations de conduite du plant: A plants avant l'ébourgeonnage, B élimination des bourgeons axillaires, C élimination de la tige principale et D plant après l'ébourgeonnage et plissage (Originale, 2017	52
Figure 22 : Binage du plant de tomate (Originale, 2017).....	53
Figure 23 : Désherbage de la serre (Originale, 2017)	53

Listes des figures

Figure 24 : plants de tomate : A avant l'effeuillage et B après l'effeuillage	54
Figure 25 : Ecimage du plant de tomate (Originale, 2017)	55
Figure 26 : Ouvertures latérales de la serre. (Originel 2017)	55
Figure 27 : Rose d'Inde plante répulsive d'insecte (Originale, 2017)	56
Figure 28 : Maladies rencontrées chez la tomate (Originale, 2017)	56
Figure 29 : Protection des fruits de tomate par de la paille (Originale, 2017)	57
Figure 30 : fruits récoltés Tavira et Marmande respectivement (Originale, 2017)	57
Figure 31 : Couleur des fruits de tomate à maturité (Original2017)	58
Figure 32 : calibre moyen de fruit de tomate A : variété Marmande	61
Figure 33 : poids moyen de fruit de tomate (Originale, 2017)	61
Figure 34 : Matière sèche des différentes parties de la plante (Original, 2017)	63
Figure 35 : Matière sèche du fruit (Original, 2017)	63
Figure 36 : Mesure du pH du jus de tomate au moyen d'un pH-mètre (Original ,2017)	64
Figure 37 : Acidité du jus de tomate par titration (Originale, 2017)	66
Figure 38 : Dosage de la vitamine C du jus de tomate (Originale, 2017)	67
Figure 39 : extraction de lycopène de la tomate et sa lecture au spectrophotomètre UV visible (Originale, 2017)	68
Figure 40 : Dosage des sucres totaux du jus de tomate (Originale, 2017)	70
Figure 41 : Effet de fertilisation sur le nombre moyen de fleurs par bouquet	71
Figure 42 : Effet de fertilisation sur le nombre moyen de fruits par bouquet	72
Figure 43 : Effet de fertilisation sur le poids moyen d'un fruit	73
Figure 44 : Effet de fertilisation sur le calibre moyen d'un fruit	75
Figure 45 : Effet de fertilisation sur le diamètre de tige final de la tige	76
Figure 46 : Effet de la fertilisation sur le taux de nouaison (%)	77
Figure 47 : Effet de fertilisation sur le nombre de fleurs avortées	78
Figure 48 : Effet de fertilisation sur le nombre de fleur par plant	79
Figure 49 : Effet de fertilisation sur le nombre de fruit par plant	81

Listes des figures

Figure 50: Effet de fertilisation sur le rendement potentiel	81
Figure 51: Effet de fertilisation sur le rendement réel	83
Figure 52: Effet de fertilisation sur le rendement moyen par plant	84
Figure 53 : Effet de fertilisation sur le pH du jus de tomate	85
Figure 54: Effet de fertilisation sur l'acidité titrable du jus de tomate.....	87
Figure 55: Effet de fertilisation sur la teneur en vitamine C du jus de tomate (g/l).....	88
Figure 56 : Effet de fertilisation sur la teneur en β –carotène du jus de tomate.....	90.
Figure 57 : Effet de fertilisation sur la teneur en lycopène du le jus de tomate	92.
Figure 58: Effet de fertilisation sur la teneur en sucre totaux de la tomate.....	94.
Figure 59 : Effet de fertilisation sur le sucre réducteur de la tomate	96.
Figure 60: Effet de fertilisation sur la teneur en eau de fruit de tomate (%).....	98
Figure 61 : Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine (%)	100
Figure 62: Effet de la fertilisation sur le Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne (%)	102

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficiés et production de la tomate par wilaya	4
Tableau 2 : Maladies et ravageurs de la tomate	21
Tableau 3: Données climatiques enregistrées à l'intérieur de la serre	38
Tableau 4 : Humidité de l'air au cours du cycle de la plante	39
Tableau 5: Température moyennes mensuelles durant le cycle de la plante	40
Tableau 6: Pluviométrie mensuelle enregistrée durant le cycle de la plante	40
Tableau 7: résultats des analyses granulométrique du sol.....	41
Tableau 8: Résultats d'analyses chimiques du sol	41
Tableau 9 : Fertilisation minérale et organique de la tomate sous serre	45
Tableau 10 : Composition moyenne du fumier bovin.....	46
Tableau 11 : Nombre moyen de fleurs par bouquet	71
Tableau 12 : Résultats d'analyse de la variance du nombre moyen de fleurs par bouquet.....	71
Tableau 13 : Teste NEWMAN-KEULS du nombre moyen de fleurs par bouquet	72
Tableau 14 : Nombre moyen de fruits par bouquet.....	72
Tableau 15 : Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen de fruit.....	73
Tableau 16 : Poids moyen d'un fruit (g)	73
Tableau 17 : Résultats de l'analyse de la variance du poids moyen de fruit (g).....	74
Tableau 18 : Test NEWMAN-KEULS du poids moyen de fruit (g)	74
Tableau 19 : Calibre moyen d'un fruit (cm)	74
Tableau 20 : Résultats de l'analyse de la variance du calibre moyen de fruit	75
Tableau 21 : Diamètre final de la tige principale (Cm)	75
Tableau 22 : Résultats de l'analyse de la variance du diamètre final de tige.....	76
Tableau 23 : Taux de nouaison (%)	77
Tableau 24 : Résultats de l'analyse de la variance du Taux de nouaison (%)	77
Tableau 25 : Teste de NEWMAN-KEULS du Taux de nouaison (%).	78
Tableau 26 : Nombre de fleurs avortées	79
Tableau 27 : Résultats de l'analyse de la variance du Nombre de fleurs avortées.	79
Tableau 28: Nombre de fleur par plant	79
Tableau 29 : Résultats de l'analyse de la variance du nombre de fleur par plant	80
Tableau 30 : Teste de NEWMAN-KEULS du nombre de fleur par plant	80
Tableau 31 : Nombre de fruits par plant.....	80
Tableau 32: Résultats de l'analyse de la variance du nombre de fruit par plant.....	81

Liste des tableaux

Tableau 33 : Rendement potentiel	81
Tableau 34: Résultats de l'analyse de la variance du rendement potentiel	82
Tableau 35 : Rendement réel.....	82
Tableau 36 : Résultats de l'analyse de la variance du rendement réel.....	83
Tableau 37: Rendement moyen par plant (Kg/plt).....	83
Tableau 38: Résultats de l'analyse de la variance du rendement moyen par plant.....	83
Tableau 39: pH du jus de tomate	85
Tableau 40 : Résultat de la variance de pH du jus de tomate	86
Tableau 41: Test de NEWMAN -KEULS de pH du jus de tomate	86
Tableau 42 : Test de NEWMAN -KEULS de pH du jus de tomate	86
Tableau 43 : Acidité titrable du jus de tomate	87
Tableau 44: Résultat de la variance de l'acidité titrable du jus de tomate	87
Tableau 45 : Test de NEWMAN -KEULS sur l'acidité titrable du jus de tomate.....	87
Tableau 46: Teneur en vitamine C du jus de tomate	88
Tableau 47 : Résultat de la variance de la teneur en vitamine C du jus de tomate	89
Tableau 48 : Test de NEWMAN -KEULS sur la teneur en vitamine C du jus de tomate	89
Tableau 49 : Teste de NEWMAN -KEULS sur la teneur en vitamine C du jus de tomate	89
Tableau 50 : Teneur en β –carotène du jus de tomate (mg/l).....	90
Tableau 51: Résultat de la variance de la teneur de β –carotène.....	90
Tableau 52: Test de NEWMAN -KEULS de la teneur de β –carotène	91
Tableau 3 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur de β –carotène	91
Tableau 54: la teneur du lycopène du jus de tomate (mg/l)	91
Tableau 55: Résultat de la variance de Dosage du lycopène du jus de tomate	92
Tableau 56 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en lycopène du jus de tomate	93
Tableau 57: Test de NEWMAN -KEULS de la teneur du lycopène du jus de tomate	93
Tableau 58: Test de NEWMAN -KEULS de dosage du lycopène du jus de tomate.....	93
Tableau 59: sucre totaux de la tomate	94
Tableau 60: Résultat de la variance des sucres totaux de la tomate.....	94
Tableau 61: Test de NEWMAN -KEULS des sucres totaux de la tomate.....	95
Tableau 62: Test de NEWMAN -KEULS des sucres totaux de la tomate.....	95
Tableau 63: Sucre réducteur de la tomate	95
Tableau 64 : Résultat de la variance des sucres réducteurs de la tomate.....	96

Liste des tableaux

Tableau 65: Test de NEWMAN -KEULS de sucre réducteur de la tomate.....	97
Tableau 66: Test de NEWMAN -KEULS de sur le sucre réducteur de la tomate.....	97
Tableau 67 : Teneur en eau de fruit de tomate(%)	97
Tableau 68 : Résultat de la variance de la teneur en eau de fruit de tomate	98
Tableau 69 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en eau de fruit de tomate	99
Tableau 70 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en eau de tomate.....	99
Tableau 71 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en eau de fruit de tomate	99
Tableau 72: Résultat de la variance du Taux moyen de matière sèche de la partie sous terreine(%)	100
Tableau 73 : Résultat de l'analyse de la variance du Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)	100
Tableau 74 : Test de NEWMAN -KEULS du taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)	100
Tableau 75 : Test de NEWMAN -KEULS sur le taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)	101
Tableau 76: Test de NEWMAN -KEULS sur le Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)	101
Tableau 77 : Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne (%).....	102
Tableau 78: Résultat de l'analyse du Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne (%)	102
Tableau 79: Test de NEWMAN -KEULS du Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne(%)	103
Tableau 80: Test de NEWMAN -KEULS du taux moyen de matière sèche de la partie aérienne(%)	103

Liste des abréviations

°C : Degrée Celsius

C.M : Carré moyen

C.V : Coefficient de la Variance

CE : Conductivité Electrique

cm : Centimètre

CREAD : Centre de Recherches en Economie Applique pour le Développement

Cu : Cuivre

Da : Dinars

DDL: Degré deLiberté

E.T : écart type

ENSA : Ecole Nationale Supérieur d'Agronomie

FAO : Food and Agriculture Organisation (organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

FAO: Food and Agriculture Organization

FE: Fer

g: gramme

Ha: Hectare

IR : Indice Réfraction

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles

ITMAS : Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne

K: potassium

Kg: Kilogramme

Km :kilomètres

L :litres

IFOAM : Fédération Internationale des Mouvements de l'Agriculture Biologique

m: Mètre

M² : Mètre carré

MADRP : Ministère de l'Agriculture et Développement Rurale et de la Pêche

MAR : Marmande

Mg : Magnésium

mm : millimètre

MS : Matière sèche

N: azotes

Liste des abréviations

Nbr: nombre

OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé

P: Phosphor

PH: Potentiel Hydrogen

Plt: plant

Qtx : Quintaux

S.C.E: Somme des carrés des écarts

T :Tonne

TAV : Tavira

U :Unité

UV : Ultra Violet

Vi : Volume d'iode

OGM : Organes Génétiquement Modifiés

Zn : Zinc

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I généralités

1-Origine et Historique de la tomate	3
2-Situation économique de la tomate	3
2-1-Dans le monde.....	3
2-2-En Algérie	3
3-Intérêt de la tomate	6
4-Critères de qualité du fruit de tomate	6
4-1-Critères de qualité interne	6
4-2-Composition du fruit	6

Chapitre II : étude botanique et agronomique de la tomate

1- Classification de la tomate.....	9
1-1- Classification botanique de la tomate.....	9
1-2-Classification génétique	9
1-3-Classification selon le mode de croissance	9
2-Description botanique du plant de la tomate.....	10
2-1-La Racine	11
2-2-La Tige	11
2-3-Feuillage	11
2-4-Fleurs.....	12
2-5-Fruit.....	12
2-6-Graines	13
3-Exigences Edapho-climatiques.....	13
3-1-Exigences climatiques	13
3-2-Exigences Edaphiques.....	15
4-Cycle biologique de la tomate.....	15
4-1- Germination.....	15
4-2- Croissance	15
4-3- Floraison	16
4-4-Pollinisation	16
4-5- Nouaison.....	16
4-6-Maturation.....	16
5-Fiche technique de la tomate	16
5-1- Choix du terrain	16
5-2- Préparation du terrain.....	17

Sommaire

6-Conduite de la tomate	19
6-1-La taille	19
6-2-Aération.....	19
6- 3-Irrigation.....	19
6-4-Palissage	20
6-5-L'Effeillage	20
6-6-L'ébourgeonnage.....	20
6-7-L'écimage	20
6-8-Binage	20
6-9-Buttage	20
6-10-Désherbage.....	21
6-11-Aération de la serre.....	21
6-12-La récolte	21
7-Protection phytosanitaire	21

Chapitre III : la fertilisation

Les différents types de fertilisants.....	23
1-Engrais Chimiques	23
1-1-Définition.....	23
1-2- Classification des engrais.....	23
2-Les engrais naturels	24
2-1-Compost	25
2-1-1- Définition du compost	25
2-1-2- Définition du compostage.....	25
2-1-3- Objectifs de l'usage du compost	25
2-1-4- Les contraintes du compost	25
2-1-5-Le processus de compostage	25
2-1-6- Les différentes techniques de compostage.....	26
2-1-7-Les différents types de compost.....	26
2-1-8-Utilisations du compost	26
2-1-9-Les déchets qui peuvent en principe être traités par compostage.....	27
3-Fumiers.....	27
3-1-Définition du fumier.....	27
3-2-Type de fumier animal.....	28
3-3-Production d'un bon fumier.....	28
3-4-Précaution à prendre dans l'utilisation du fumier.....	29
4-Choix entre engrais biologique et chimique.....	29
5-Devenir des engrais dans le sol.....	29
6-Côté économique	30

Sommaire

Chapitre IV: agriculture biologique

1-Principales menaces écologiques de l'agriculture	31
2- Définition de l'agriculture biologique	32
3-Objectifs de l'agriculture biologique	32
4-Situation de l'agriculture biologique dans le monde	33
5- Période de transition de l'agriculture conventionnel à l'agriculture biologique	34
6-Réglementations du mode de production biologique	34
6-1-Conversion	34
6-2-Fertilisation	34
6-3- Protection des cultures.....	35
6-4- Lien au sol et mixité	35
6-5- Semences	35
7- Certification en agriculture biologique	35
7-1-A quoi sert la certification ?	36

Partie II :Matériels Et Méthodes

1-But de l'essai	37
2-Conditions expérimentales	37
2-1- Situation géographique.....	37
2-2-Données climatiques et édaphique	38
2-2-1-Données climatiques sous serre	38
2-2-2-Données climatiques de la region	39
2-3-Caractéristiques du Sol.....	41
2-3-1-Caractéristiques physiques du sol.....	41
2-3-2-Caractéristiques chimiques du sol	41
3-Matériels utilisés.....	42
3-1-Matériel végétal	42
3-2-La serre	44
3-3-Fertilisation de la plante	44
4-Conduite et suivis de la culture	48
4-1-Rotation de la culture de tomate.....	48
4-2-Précédant cultural.....	48
4-3-Préparation des plants en pépinière	48
4-4-Préparation de la serre	49
4-5-Labour	49
4-6- Fertilisations minérale et organique.....	49
4-7-Installation de la conduite d'irrigation	50
4-8-L'irrigation	51
4-9-Palissage des plants	51

Sommaire

5-Mode de conduite du plant	52
5-1- Le binage	53
5-2-Le désherbage	53
5-3-L'ébourgeonnage et l'effeuillage	54
5-4- L'écimage	55
5-5-Aération de la serre	55
5-6-Les traitements phytosanitaires	56
5-7-La récolte.....	57
6-Itinéraire technique au cours du cycle	59
7- Paramètres étudiés	60
7-1-Paramètres agronomiques	60
7-1-1- Diamètre finale de la tige principale (mm).....	60
7-1-2-Nombre de fleurs par plants	60
7-1-3 -Nombre de fruits par plants	60
7-1-4-Nombre de fleurs avortées	60
7-1-5-Taux de nouaison (%)	60
7-1-6-Calibre moyen d'un fruit (cm)	60
7-1-7-Poids moyen d'un fruit (g)	61
7-1-8-Poids total des fruits par plant (g).....	61
7-1-9- Rendement réel (Qx/ha)	61
7-1-10-Rendement potentiel (Qx/ha).....	62
7-2-Paramètres technologiques	62
7-2- 1-Détermination de la teneur en eau des différentes parties de la plante	62
7-2- 2-Détermination de la teneur en matière sèche du fruit (%).....	63
7-2- 3-pH du jus de tomate 13-06 -2017	62
7-2- 4-Acidité titrable du jus de tomate%	64
7-2- 5-La teneur en vitamine C (g/100ml)	66
7-2- 6-Dosage du lycopène et du β -carotène dans la tomate	67
7-2- 7-Dosage des sucres réducteurs	68
7-2- 8-Dosage des sucres totaux (g/100g)	69

Partie III : résultats et discussions

1-Les paramètres agronomiques	73
1-1- Le nombre moyen de fleurs par bouquet.....	71
1-2 -Le nombre moyen de fruits par bouquet	72
1-3- Poids moyen de fruit (g).....	73
1-4-Calibre moyen d'un fruit (cm).....	74
1-5- Diamètre final de la tige (cm).....	75

Sommaire

1-6- Taux de nouaison (%).....	76
1-7- Nombre de fleurs avortées.....	78
1-8- Nombre de fleur par plant.....	79
1-9- Nombre de fruit par plant	80
1-10- Rendement potentiel	81
1-11- Rendement réel	82
1-12- Rendement moyen par plant	83

2-Paramètres Technologiques

2-1-Détermination de la teneur en eau des différentes parties de la plante	85
2-2-Détermination de la teneur en matière sèche du fruit (%)	86
2-3-pH du jus de tomate	88
2-4-Acidité titrable du jus de tomate%	89
2-5-La teneur en vitamine C (g/100ml).....	91
2-6-Dosage du lycopène et du β -carotène dans la tomate	94
2-7-Dosage des sucres réducteurs.....	95
2-8-Dosage des sucres totaux (g/100g).....	97
2-9- Détermination du Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine (%)	99
2-10- détermination de matière sèche de la partie aérienne de la plante (%)..	102

Conclusion	104
------------------	-----

Références bibliographiques

Introduction

Introduction

La tomate est un légume fruit qui présente une importante valeur nutritive et gustative. Elle contribue au maintien chez l'homme d'un régime sain et équilibré, de par sa richesse en minéraux, en vitamines, en acides organiques, en sucres et en fibres alimentaires. La tomate contient beaucoup de vitamines B et C, de fer et de phosphore (SHANKARA, 2005).

Dans le monde de la production légumière, la tomate occupe la deuxième place après la pomme de terre, qu'elle soit destinée pour la consommation en frais ou transformée (TRICHPOULOU et LAGIO 1997). LEMOINES (1999) rapporte qu'il existe plus de 700 variétés.

Sur la base des dernières données de la FAO (FAO, 2014), la production mondiale de la tomate a atteint le pic de 170 millions de kilos,

La production nationale de la tomate maraîchère n'a cessé d'augmenter depuis la campagne 1999/2000, les données statistiques du ministère de l'agriculture (MADRP, 2016) ont révélé une hausse de la production pour atteindre 10 656 093 Qtx en 2014 soit une augmentation de 32,04 % par rapport à l'année 2000, et les superficies consacrées à cette culture étant 22 646 ha pour l'année 2014, les rendements ont plus que doublé en passant de 204.3 Qx/ha en 2000 à 470,6 Qtx/ha pour l'année 2014.

La direction des services agricoles de Tizi Ouzou (DSA, 2016), ont établi un bilan annuel relatif à la campagne agricole 2015/2016, où la production de tomate maraîchère dans la wilaya de Tizi Ouzou est de l'ordre de 36 950.00 Qx sur une surface de 155,66 ha, soit un rendement moyen de 237.37 Qx/ha. Ce qui reste bas comparé aux productions des pays voisins, tels que la Tunisie et le Maroc qui dépassent les 800 Qtx/ha.

L'agriculture se trouve aujourd'hui face à la nécessité d'un changement profond pour répondre aux enjeux actuels qu'ils soient environnementaux, climatiques, alimentaires, sociaux ou économiques.

Les démarches durables en agriculture visent à sortir de la dépendance aux intrants à forte nuisance environnementale (pesticides, engrais chimiques et les techniques culturales) et s'orienter vers de nouvelles formes d'énergie, une efficacité économique et le respect des ressources naturelles.

Introduction

L'agriculture durable de conservation prend en compte la gestion des paysages, la qualité de l'air, de l'eau et du sol en produisant une grande quantité de produit, sains et de qualité.

Pour assurer une agriculture durable, la conservation des sols s'impose. A cet effet, nous avons mené un essai sur l'étude de l'effet de deux types de fertilisation minérale et organique sur la production, la qualité et le rendement chez deux variétés de tomate maraîchères: Tavira (variété hybride) et Marmande (variété fixée) cultivées sous serre.

Dans le présent travail, la démarche adoptée sur trois parties, la première partie porte sur l'étude bibliographique de la tomate qui est composée de quatre chapitres qui sont généralités sur la tomate ; l'étude botanique et agronomique de la tomate; la fertilisation de la tomate et enfin l'importance de l'Agriculture biologique, La deuxième partie comprend la partie expérimentale Matériels et Methodes et enfin la troisième partie Comprend la présentation et l'interprétation des résultats obtenus, Et nous terminerons par une conclusion générale.

Première partie

Synthèse

Bibliographique

Chapitre I

Généralités

1- Origine et Historique

La tomate d'espèce (*Lycopersicon esculentum* Mill). Est originaire des Andes d'Amérique du sud, au sud de la Colombie au nord du Chili et de la côte pacifique, aux contreforts des Andes (équateur, Pérou). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVIème siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (SHANKARA, 2005).

CHAUX et FOURY (1994), rappellent que le genre *Lycopersicon* comprend neuf espèces dont une seule espèce *Lycopersicon esculentum* pourrait être directement à l'origine de nos variétés. Elle arrive d'abord en Espagne puis très vite en Italie et gagne le reste de l'Europe.

En Algérie ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (LATIGUI, 1984).

2- Situation économique de la tomate**2-1-Dans le monde**

Selon les dernières données de la FAOstat (2014) (agences statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), la production mondiale de la tomate atteint 170 millions de kilos.

Les données de l'année 2014 montrent que la Chine est à la tête de production de la tomate, atteignant 52 586,86 millions, elle produit à elle seule 30.79 % du total mondial.

L'Inde et les États-Unis se maintiennent aux deuxième et troisième places avec 18 735,91 et 14 516,06 millions de kilos respectivement, la Turquie occupe le quatrième rang avec 11 850 millions de kilos, et l'Égypte la cinquième place avec une production de 8 288,04 millions de kilos (FAO, 2014).

2-2-En Algérie

La production nationale de tomate maraîchère n'a cessé d'augmenter depuis l'année 2000, les données statistiques ont révélé une hausse de la production pour atteindre

10 656 093 Qtx en 2014 soit une augmentation de 32,04 % par rapport à l'année 2000, alors que les superficies consacrées à cette culture étant de 16 710 ha l'année 2000 et 22 646 ha l'année 2014 , et les rendement ont plus que doublé en passant de 204.3 Qx /ha en 2000 à 470,6 l'année 2014.

Sur la base des données statistiques du ministère de l'agriculture de l'année 2014 la wilaya de Biskra occupe la première place dans la production de la tomate à l'échelle nationale.

Tableau 1 : Superficies et production de la tomate en Algérie par wilaya.

WILAYA	TOMATES		Rendement Qx /ha
	Superficie (ha)	Production (Qx)	
BISKRA	2 088	2 845 871	1362,97
TIPAZA	1 571	1 001 560	637,53
MOSTGANEM	2 541	926 996	364,82
ALGER	1 391	742 060	533,47
EL-OUED	1 228	611 000	497,56
CHLEF	837	539 360	644,40
A TEMOUCHENT	637	282 445	443,40
TLEMCEN	935	271 000	289,84
SOUK AHRAS	570	245 412	430,55
ADRAR	1 043	235 335	225,63
BOUMERDES	510	225 500	442,16
AIN-DEFLA	362	224 440	620,00
RELIZANE	545	190 750	350,00
JIJEL	372	187 588	504,27
SETIF	643	164 803	256,30
SKIKDA	419	159 298	380,19
BATNA	744	154 280	207,37
O.E.BOUAGHI	668	151 250	226,42
M'SILA	325	145 000	446,15
SAIDA	440	131 590	299,07
BEJAIA	292	128 317	439,44
LAGHOUAT	350	105 250	300,71
S.B.ABBES	193	101 108	523,88
GUELMA	270	100 990	374,04
TIARET	300	84 000	280,00

MEDEA	439	79 846	181,88
ORAN	253	78 535	310,42
MASCARA	302	73 200	242,38
KHENCHELA	317	73 000	230,28
BLIDA	131	51 210	390,92
MILA	142	42 517	299,42
DJELFA	359	42 260	117,72
BOUIRA	171	35 315	206,52
TIZI-OUZOU	159	34 976	219,97
NAAMA	160	33 445	209,03
EL-BAYADH	88	28 365	322,33
BECHAR	174	26 820	154,14
TEBESSA	150	25 500	170,00
TAMANRASSET	137	18 706	136,54
OUARGLA	138	17 794	128,94
B.B.ARRERIDJ	126	17 688	140,38
TISSEMSILT	56	7 069	126,23
TINDOUF	6	5 364	894,00
GHARDAIA	32	4 930	154,06
CONSTANTINE	16	2 600	162,50
ILLIZI	16	1 750	109,38
ANNABA	0	0	0,00
EL-TARF	0	0	0,00
TOTAL ALGERIE	22 646	10 656 093	470,55

(MADRP, 2014)

3-Intérêt général de la tomate

-sur la santé humaine

Le rôle médicinal de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas en Amérique du sud, où ils utilisaient la feuille fraîche du plant de tomate comme antibiotique (ANONYME, 2010).la consommation de tomate joue plusieurs rôles :

- Diminue l'hypertension actuelle grâce à son haut taux en potassium.
- Une antifatigue en accélérant la formation du sucre dans le sang.
- Excellente pour la sante du foie, car elle contient des traces d'éléments antitoxiques appelées chlorite et sulfure.

4-Critères de qualité du fruit de tomate

4-1-Critères de qualité interne

➤ Fermeté du fruit

La fermeté est une caractéristique de qualité des tomates. Elle influence la résistance des fruits aux manipulations et leur comportement dans le circuit de commercialisation. Il est difficile de relier la fermeté à un mécanisme précis de croissance ou de développement. Elle résulte de plusieurs caractéristiques intrinsèques du fruit, comme les propriétés mécaniques de l'épiderme. Globalement la fermeté diminue en période estivale, ce qui est attribué à un effet négatif des fortes températures, peut-être à travers leurs effets sur les activités enzymatiques responsables de la dégradation cellulaire (Grasselly et al, 2000).

➤ Texture du fruit

Selon Grasselly et *al.* (2000), la texture du fruit est la résultante de la présence du la chair du gel contenu dans les loges du fruit et de l'épaisseur ou l'élasticité de la peau. La tomate est un fruit dont la composition interne n'est pas homogène. Des notions de dureté, de jutosité concernent la chair. Le gel prend une grande part dans la perception globale de la jutosité de la tomate. Au stade mur, le gel peut varier de 20 à 30% du poids total du fruit.

4-2-Composition du fruit

4-2-1-Les sucres

Selon Grasselly et *al.* (2000), les sucres sont stockés principalement sous forme de fructose et de glucose en moindre quantités de saccharose. Ils représentent près de la moitié de matière sèche du fruit mûr. L'intensité de la saveur sucrée de la tomate reste limitée car la quantité de sucre est relativement faible.

Il existe des différences importantes entre variétés sur le taux de sucres évalués par IR, pour les variétés habituellement cultivées, ronde ou gros calibres, l'IR varie de 3,5 à 5,5 % Brix, pour les variétés cocktail ou cerises, l'indice réfraction peut être beaucoup plus élevé de 6 à 10 % de Brix.

❖ Facteurs de variation de la teneur en sucres dans le fruit

D'après Grasselly et *al.* (2000), il existe une relation positive entre la teneur en amidon dans le fruit vert et sa teneur en sucres solubles à maturité, cette relation est exploitable à plusieurs niveaux.

- Entre variétés : les fruits à fortes teneur en solides solubles (IR élevé), ont un taux de conversion de sucre en amidon plus fort ce qui leur permet d'importer du phloème vers le fruit plus d'assimilats.
- Au niveau de la solution nutritive : les fortes salinités peuvent doubler le stockage d'amidon et diminuer le stockage des hexoses, pendant la phase précoce de croissance du fruit. Dans ce cas l'amidon permet de maintenir une pression osmotique constante du fruit. L'apport du potassium peut également favoriser indirectement le stockage d'amidon dans le fruit en stimulant sa synthèse.
- En été, les forts déficits de saturation de l'air semblent avoir les mêmes conséquences que les fortes salinités sur l'accumulation des sucres.
- Par contre, les fortes températures généralement favorables à l'importation des sucres, entraînent une diminution de l'accumulation d'amidon. Cette dernière n'est donc sûrement pas le seul facteur impliqué dans la régulation de l'importation des sucres.

4-2-2-Les acides

Chez la tomate les acides sont déterminants pour la saveur du fruit, le fruit est composé d'acides organiques essentiellement citrique et malique et d'acides aminés di carboxylique. L'acide citrique représente plus de 70% de l'acidité totale du fruit mûr et intervient majoritairement dans la perception de la saveur acide du fruit. L'acidité titrable traduit l'évolution des deux principaux acides, citrique et malique. Le jus de tomate constitue un milieu tampon, une grande variation des acides libres ne se traduit pas par une variation importante du pH, le pH du jus ne traduit pas sa concentration en acide, il se situe en général entre 4 et 5.

La concentration en acide varie selon la teneur en acides malique et citrique dans les tissus du fruit.

❖ Facteurs de variation de la teneur en acides

L'acidité du jus du fruit est un critère variétal. Au cours de la saison, l'acidité des tomates augmente jusqu'à la fin juillet puis diminue à nouveau. Les faibles températures diurnes réduiraient le métabolisme de l'acide malique et augmenteraient ainsi le rapport citrique / malique. Les stress salins augmentent également les teneurs en acides, en raison d'une diminution de l'absorption d'eau et donc d'une concentration élevée des éléments dans le fruit. Cependant les comparaisons sont difficiles à faire car le niveau de l'acidité pour une variété donnée est fonction du stade de maturité et l'acidité évolue après la récolte (Grasselly et *al.*, 2000).

Chapitre II

Etude botanique et agronomique

1- Classification de la tomate

1-1-Classification botanique de la tomate

La tomate appartient à la famille des Solanacées. CRONQUIST (1981), GAUSSEN et *al.* (1982), rappellent que la tomate appartient à la

Classification suivante :

Règne : Plantae.

Sous règne : Trachenobionta.

Division : Magnoliophyta.

Classe : Magnoliopsida.

Sous classe : Asteridae.

Ordre : Solonales.

Famille : Solonaceae.

Genre : *Solanum* ou *Lycopersicon*

Espèce : *Lycopersicon esculentum* Mill.

1-2-Classification génétique

La tomate cultivée, *Lycopersicon esculentum* Mill est une espèce diploïde à $2n=24$ chromosomes. Il existe de très nombreux mutants mono géniques, dont certains sont très importants pour la sélection. Sa carte chromosomique compte actuellement 235 genes localisés avec précision (GALLAIS et BANNEROT, 1992).

La structure de la fleur de tomate assure une cleistogamie (autogamie stricte), mais elle peut se comporter comme une plante allogame. On peut avoir jusqu'à 47% de fécondation croisée dans la nature (PUBLISHERS, 2004). Ces deux types de fécondation divisent la tomate en deux variétés qui sont :

- **variétés fixées**

Il existe plus de cinq cents variétés fixées (conservent les qualités parentales). leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sensibles aux maladies, mais donnent en général des fruits d'excellente qualité gustative (POLESE, 2007).

- **Variétés hybrides**

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes, puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (POLESE, 2007).

1-3- Classification selon le mode de croissance

Les tomates peuvent être classée d'après leurs caractères morphologiques et botaniques ; Ces deux caractères déterminent l'aspect et le port que revêt le plant de tomate.

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

Ainsi la plupart des variétés ont un port dit indéterminé à l'opposé des autres, dites à port déterminé (POLESE, 2007).

▪ Les variétés à port déterminé

Les variétés à port déterminé sont des variétés naines, leur croissance s'arrête une fois que la plante a produit un nombre déterminé de bouquets de fleurs (en général trois à quatre) (POLESE, 2007). Comme elles peuvent avoir quatre à six bouquets (ITCMI, 2015), la croissance se terminera par un bouquet de fleurs ne nécessitent ni tuteurage ni taille. Ce sont des variétés précoces, mais dont la production est peu échelonnée, c'est dans ce type de tomates que l'on trouve le plus souvent les variétés industrielles de conserverie, cultivées en plein champ (POLESE, 2007).

▪ variétés à port indéterminé

Les variétés à port indéterminé sont les plus nombreuses. Elles continuent de pousser et de produire des bouquets de fleurs tant que les conditions sont favorables. Leur développement est exubérant, leur tige doit être attachée à un tuteur sous peine de s'affaisser au sol. Il est également nécessaire de les tailler et de les ébourgeonner. Elles ont une production plus étalée et sont plus productives que les tomates à port déterminé (POLESE, 2007).

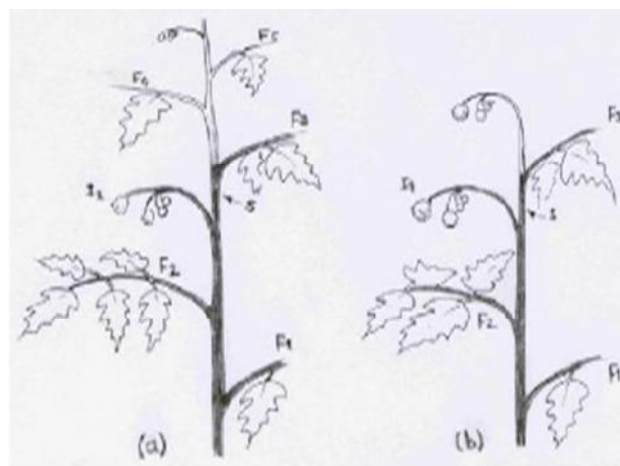


Figure 1 : Deux types de croissances (a) indéterminée, (b) déterminée (ATHERTON et HARRIS, 1986).

2-Description botanique du plant de tomate

La tomate est une plante annuelle, herbacée, poilue aux feuilles odorantes, dont le port est arbustif, buissonnant ou retombant suivant les variétés.

2-1-La Racine

Le plant de la tomate présente une 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 adventive (Fig2) (SHANKARA N, 2005).



Figure 2 : Racine de tomate.

2-2-La Tige

Le port du plant de tomate varie entre l'érigé et le prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire (Fig3) (SHANKARA N, 2005).



Figure 3 : Tige de tomate (Originale, 2017).

2-3-Feuillage

Chez la tomate les Feuilles sont disposées en spirale, de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovales à oblongues. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (SHANKARA N, 2005).



Figure 4 : forme de la feuille de tomate (Originale ,2017).

2-4-Fleurs

Selon SHANKARA N, (2005) les fleurs de tomate sont autogames, régulières mesurent 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent 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, elles sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres (Fig 5). Il y a 6 étamines et les anthères sont de couleur jaune vif et entourent le style à une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère 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.



Figure 5 : fleur de tomate (Originale, 2017).

2-5-Fruit

D'après SHANKARA N, (2005) le fruit de la tomate est une 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 (Fig 6).

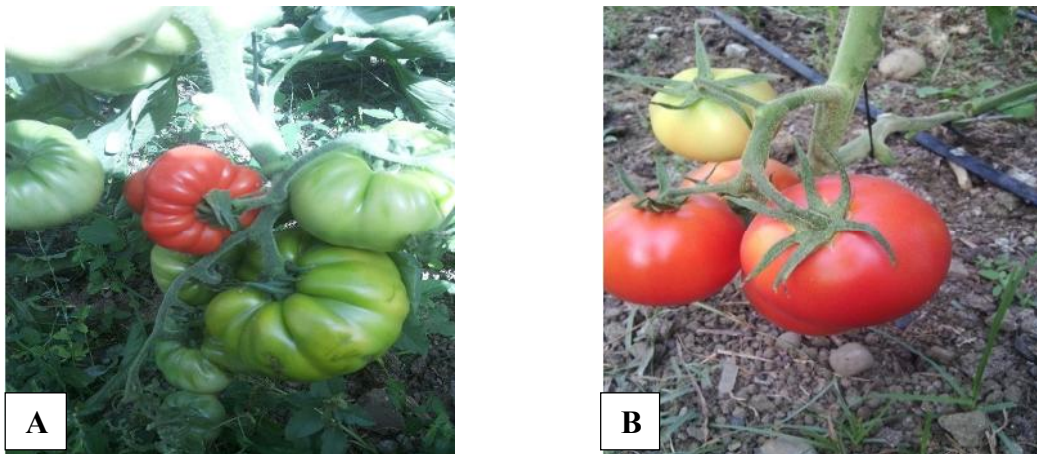


Figure 6 : Fruit de tomate, **A** : Variété Marmande, **B** : Variété Tavira(Originale, 2017).

2-6-Graines

Les graines de tomate sont nombreuses, en forme de rein ou de grains d'haricot. Elles sont poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le poids de 1000 graines est d'environ 2,5 à 3,5 g (Fig7)(SHANKARA N, 2005).

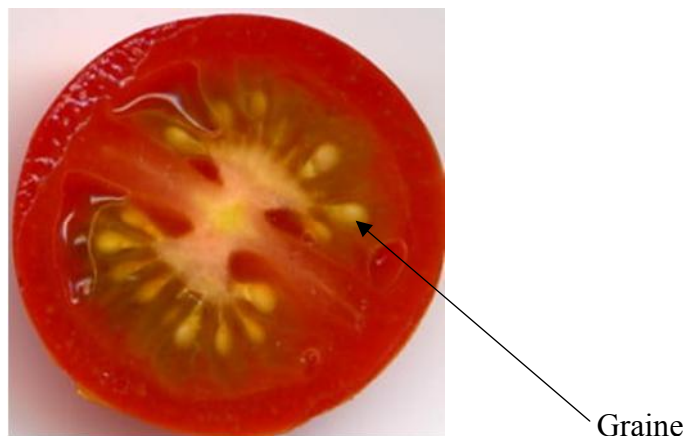


Figure 7 : Graines de tomate (Originale, 2017).

3-Exigences Edapho-climatique

3-1-Exigences climatiques

Selon CHAUX et FOURY(1994), trois facteurs essentiels interviennent de façon variable aux différents stades de développement de la plante :

- Température de l'air et du sol
- Intensité et durée d'éclairement

-Hygrométrie de l'air

3-1-1-Température de l'air

Selon MADRPM/DERD (1999), la culture la tomate réagit aux variations thermiques, les basses températures ($<10^{\circ}\text{C}$) ralentissent la croissance et le développement des plantes, entraînant la formation d'un feuillage important au détriment de la production, comme elles peuvent entraîner la ramification des bouquets, difficulté de nouaison et formation de fleurs fasciées.

Par contre les températures élevées favorisent la croissance de la plante au détriment de l'inflorescence qui peut avorter, la persistance de températures chaudes et d'une atmosphère sèche peut entraîner un allongement anormal du pistil rendant ainsi une autopolinisation difficile.

Les températures optimales sont :

- Températures diurnes $20 - 25^{\circ}\text{C}$
- Températures nocturnes $13 - 17^{\circ}\text{C}$
- Températures du sol $14 - 18^{\circ}\text{C}$.

3-1-2-Humidité

Le plant de tomate est très sensible à l'hygrométrie, elle ne tolère pas les sols engorgés d'eau. Une hygrométrie relativement ambiante de 60 à 65% est la meilleure pour la fécondation. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est fortement lié aux fortes humidités accompagnées de la chaleur (LAUMONNIER, 1979).

3-1-3-Lumière

La tomate préfère les situations bien ensoleillées et ne présente pas d'exigences photopériodiques très marquées. Durant les 4 à 6 semaines qui suivent le semis, les fortes intensités lumineuses favorisent le raccourcissement de l'axe et l'introduction du premier bouquet, surtout à température basse. Pendant la floraison, une forte intensité lumineuse favorise la pollinisation et régularise la croissance du style, surtout lorsque la température du substrat est élevée (CHAUX et FOURY, 1994).

3-2-Exigences Edaphique

3-2-1-Nature du Sol

- **Structure et texture**

La tomate n'est pas exigeante en sol. Elle se cultive presque sur tout type de sols, depuis les terrains d'alluvions jusqu'aux terres argileuses les plus lourdes, la teneur d'argile pouvant varier de 10 à 40%. Tout en évitant les sols trop battants, mal structurés en profondeurs et asphyxiants. Les sols légers perméables, meubles, profonds et riches en humus conviendraient parfaitement à la culture de tomate (CHAUX, 1994 et LAUMONNIER, 1979).

- **PH du sol**

La tomate est une culture indifférente au PH du sol. Le rendement varie peu avec la variation du pH. Cependant, sur des sols à Ph basique ($pH > 7$) certains microéléments restent peu disponibles à la plante (Fe, Mn, Zn, Cu), La carence la plus fréquente est celle du fer. Dans ce cas une correction fennique est nécessaire (MADRPM/DERD, 1999).

- **Salinité du sol**

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis à vis de la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est de 4 mmhos /cm, soit une salinité de 2,5 g/l de sels totaux, le rendement baisse de 10 %. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25 % à une salinité de l'ordre de 4 g/l (MADRPM/DERD, 1999).

4-Cycle biologique de la tomate

4-1-Germination

La germination des graines de tomate correspond au stade de levée de la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (CORBINEAU et CORE 2006). La germination chez la tomate est épigée. A ce moment une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80 % sont nécessaires (CHAUX FOURY, 1994).

4-2-Croissance

Selon l'AUMONNIER (1979), la croissance du plant de tomate se déroule en deux phases et dans milieux différents.

- En pépinière : de la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des pré-feuilles.

- En plein champ : après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance, la tige s'épaissit et augmente son nombre de feuille.

4-3- Floraison

Selon REY et COSTE (1965) C'est le développement des ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif à l'état reproducteur.

A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ 1mois, la tomate entre en parallèle avec la mise à fleur. Ces fleurs étaient des boutons floraux .La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante, car celle-ci ne peut fleurir que si elle reçoit la lumière pendant une durée qui lui est propre, en plus d'un apport équilibré en éléments minéraux.

4-4-Pollinisation

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (CHAUX et FOURY, 1994).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatique.

4-5-Nouaison

Selon REY et COSTES (1965), le temps écoule entre la pollinisation et la fécondation à température normale est de 2 à 3 jours .l'ovaire grossit et le fruit atteint sa maturité dans 49 à 53 jours après pollinisation.

4-6-Maturation

La maturation des fruits est caractérisée par le changement de la couleur vert au rouge. La lumière intense permet la synthèse active de la matière organique qui est transportée rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour (REY et COSTES, 1965).

5-Fiche technique de la culture de tomate

5-1- Choix du terrain de la serre

Selon MADRPM/DERD (1999), les conditions nécessaires que doit avoir une parcelle destinée à recevoir les abris serre sont comme suite :

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

- Les parcelles ne doivent pas avoir portées de la tomate ou d'autres solanacées sur une période d'au moins 3 ans et éviter les sols infestés de nématodes et en vers blanc.
- Installer les serres de préférence dans des terrains vierges ou à défaut bien reposé
- Eviter les terrains où le risque de gel est possible

5-2-Préparation du terrain

Préparation du terrain au moins 4 mois avant la plantation

- Epancher la fumure organique (60 tonnes par hectare de fumier de Bovin
Et la fumure minérale de fond 180 U de phosphore et du potassium)
- Effectuer un labour de 25 à 30 Cm de profondeur au cours duquel sera enfoui la fumure organique et minérale de fond
- Reprendre le sol à l'aide de façon superficielle (covercrop ou charrue à dent) pour bien émietter le sol
- Nivelier le sol en surface

5-2-1-Plantation

La mise en pleine terre des plants est réalisée selon les conditions du milieu, il convient donc de bien connaître le climat de la région et la nature du sol (LAUMOUNNIER, 1997).

5-2-2-Stade de plantation

Les plants doivent avoir 5 à 6 feuilles lors de la Transplantation (ITMCI ,2015).

5-2-3-Date de plantation

Elle diffère selon la localisation de la culture (ITMCI ,2015).

Zones du littoral	Culture d'hiver : mi-Décembre Culture d'automne : mi-Septembre
Zones du sublittoral	Début janvier à mi-Janvier
Plaines intérieures	mi-Février
Zones sahariennes	Octobre

5-2-4-Densité de plantation

❖ Cas irrigation à la raie

Entre les lignes 1mètre

Entre les plants 0.35m

❖ Cas de l'irrigation localisée

Plantation en lignes jumelées

Entre rangés 1.4m

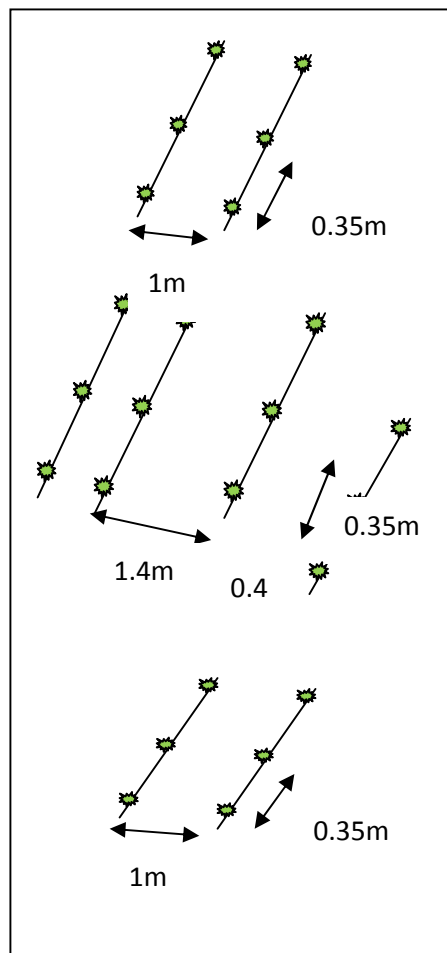
Entre rangés jumelés 0.40m

Entre plants 0.35m

Plantation en ligne

Entre rangs 1 mètre

Entre plants 0.35 m



La plantation en ligne jumelées présente l'avantage de réduire de 50% les besoins en matériaux de goutte à goutte (tuyaux et goutteurs) (ITCMI,2015).

5-2-5-Fertilisation

Sous les conditions pédoclimatique marocains les normes d'exportation de la tomate en unité/tonnes de fruits sont les suivants : N :2,85 K : 6 CaS : 2,8 Mg : 1,3.

Il convient de signaler que le potassium représente le principal constituant minéral de fruit (MADRPM/DERD, 1999).

Doses préconisées

Pour un cycle de neuf à dix mois et une densité moyenne de 18000 plants /ha : ha, les besoins en eau en irrigation goutte à goutte MADRPM/DERD (1999) sont de l'ordre de 7000 m³/ha répartie par période comme suit :

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

Période	Doses (litres/plt/ jour)
Aout à septembre	0.5
Octobre Novembre	1
Décembre février	1.5
Mars avril	2 à 2.5

(MADR /2015)

5-2-6-Technique de plantation

Il existe deux types de plantation : manuelle et mécanique.

- **Plantation manuelle** : s'effectue à l'aide d'un plantoir, le plant est mis en terre de 6 à 10 cm de profondeur.
- **Plantation mécanique** : est réalisée à l'aide d'une repiqueuse qui assure une bonne homogénéité traduisant de ce fait un faible taux de manquants.

6-Conduite de la culture

6-1-La taille

Selon SHANKARA (2005), il est important de tailler les plants de tomate, surtout pour les variétés qui forment un buisson en particulier chez les variétés à croissance indéterminée.

La Taille permet d'améliorer l'interception de la lumière ainsi que la circulation de l'air. La taille des gourmands (ébourgeonnage) et des extrémités des tiges (écimage) se fait par pincage.

6-2-Aération

Une aération matinale est toujours nécessaire pour renouveler l'air de la serre. L'aération de la serre est indispensable à chaque fois que la température avoisine les 25°C. Ceci permettra d'éliminer les excès d'humidité et de la chaleur, qui favorisent le développement des maladies cryptogamiques (ITCMI, 2015).

6- 3-Irrigation

Les besoins en eau de la tomate se situent entre 4000 et 5000 m³/Ha. Cependant, 3 phases physiologiques correspondant à des besoins en eau différents sont à distinguer :

- **De la plantation à la 1^{re} floraison** : phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés.
- **De la floraison à la maturation** : phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés.
- **En fin de récolte** : phase de vieillissement les besoins en eau sont réduits (ITMCI 2015).

6-4-Palissage

En général, toutes les variétés de tomates utilisées sous serre sont à croissance indéterminée. De ce fait, elles nécessitent un soutien pour que la tige demeure verticale. En serre, une ficelle doit être fixée au fil de fer au niveau de chaque plante. La ficelle est accrochée sur la 1^{ère} ou la 2^{ème} feuille basale de la plante d'une façon lâche afin de ne pas engendrer de dégâts (blessures ou coupures). Lors du 2^{ème} passage, on enroule manuellement la plante autour de la ficelle à un tour complet entre 2 feuilles et ainsi de suite jusqu'à la fin du cycle (MADRPM /DERD, 1999).

6-5-L'Effeuillage

L'effeuillage consiste à supprimer une partie du feuillage du plant notamment, les feuilles âgées jaunâtres ou apparemment malades il permet aux tomates de murir plus vite en favorisant une meilleure aération et une meilleure pénétration du soleil, surtout pour les variétés à feuillage abondant (POLESE, 2007).

6-6-L'Ébourgeonnage

La tomate sous serre est conduite à 1 ou à deux bras, donc il faut procéder à la suppression de tous les bourgeons axillaires à un stade précoce (MADRPM /DERD, 1999).

6-7-L'Écimage

Il consiste à pincer la tige principale au niveau désiré, l'opération doit se faire 2 à 3 feuilles après le dernier bouquet afin de permettre un grossissement normal des fruits (MADRPM /DERD, 1999).

6-8-Binage

Cette opération est effectuée durant presque tout le cycle végétatif, afin d'assurer l'aération et de réduire le tassement du sol (MADRPM /DERD, 1999).

6-9-Buttage

Cette opération est effectuée en un ou plusieurs passages avant le début floraison, afin de favoriser l'émission de nouvelles racines.

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

6-10-Désherbage

Un paillage est réalisé 15 jours à 3 semaines après la plantation, pas avant pour la gestion de la température du sol (moins de réchauffement si il y a de la paille au sol) et pour la germination des adventices (passage de la sarclette).

Il est réalisé sur les 60 cm entre rangs et 10 cm de chaque côté Son but est de maintenir l'humidité et de limiter les adventices.

6-11-Aération de la serre

Elle a pour but d'atténuer les amplitudes thermiques et d'éliminer l'excès de chaleur et d'humidité cumulée à l'intérieur de la serre (MADRPM /DERD, 1999).

6-12-La récolte

La récolte de la tomate se fait manuellement et peut s'échelonner sur plusieurs mois. Le stade de récolte est fortement tributaire de la variété, des conditions climatique, de la destination et des moyens de transport.

7-Protection phytosanitaire

La tomate est sujette à de nombreuses maladies et ravageurs (tab 2)

Tableau 2 : Maladies et ravageurs de la tomate

L'organe	symptômes	Causes	remèdes
Racines	Flétrissement de la plante, jaunissement général, puis crispation des feuilles et impression de dessèchement	Croky Root (<i>Pyrenochaetalycopersici</i>)	Organisé une bonne rotation Planter les variétés résistantes Arroser au pied des plants avec un fongicide
Racines	L'extrémité de la plante se flétrit les feuilles de la base jaunissent	Pourriture des racines ou Fusarium (<i>fusaruimoxyspoum</i> sp. <i>radicislycopesice</i>)	Planté des variétés résistantes Arrachez et brûlé les plants atteints

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

Sur le collet et les tiges	Développement à différentes endroits de la tige d'un chancre brunhumide bien délimité se couvriront de points noirs	Pied noir Ou pourriture du pied (<i>Didymella lycopersice</i>)	Arrachez et brûlez les plants atteints N'arroser pas trop en terrain humide
Sur le collet et la tige	Présence d'un ou de plusieurs chancres de couleurs beige brunâtre sec à contour bien délimité sur la tige principale des plants jeunes, le plant se flétrit en suite	Pourriture grise (<i>botrytis cinerea</i>)	Limiter les arrosages en terrain humide
Les feuilles	Flétrissement et jaunissement des folioles d'abord s'un seul côté, puis se généralise par la suite d dessèchement des feuilles de la base	Verticilles (<i>verticilla dahliae</i>)	Dès de début du jaunissement des folioles, pulvériser un fongicide à base de manèbe ou mancozebe
Les feuilles	Présence sur les de taches brun noirâtre s'élargissant par anneaux concentriques, éventuellement cernées d'un halo jaune. Taches également sur les	Alternariose (<i>Alternaria solani</i>)	Dès l'apparition des premières taches, pulvérisez un fongicide à base de mancozébe de manèbe

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

	tiges, mais ovales		
fruits	Sur l'épiderme des fruits, taches noires creuses de 1 à 2 cm	Alternariose (<i>Alternariasolani</i>)	Pulvérisez un fongicide à base de mancozèbe, dès l'apparition des premier symptôme.
Fruits	Sur les fruits bien rouges, épiderme parsemé de taches aux centres noirâtres, légèrement creusées, de 5 à 10 mm de diamètre	Anthraxnose (<i>Colletotrichumcoccodes</i>)	Dès l'apparition des premières taches pulvérisez avec un fongicide.

Chapitre III

Fertilisation

La fertilisation consiste à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires au développement de la plante. Ces éléments peuvent être de deux types, les engrais et les amendements (site internet).

Les différents types de fertilisants

1-Engrais Chimiques

1-1-Définition

Un engrais minéral est un produit inorganique qui apporte aux plantes les quantités suffisante en un ou plusieurs éléments essentiels à la plante (SOLTNER, 2003 in CHAABANE et LABDIOUENE, 2007).

1-2-Classification des engrais

Plusieurs classifications sont possibles, elles sont principalement basées sur les paramètres suivant :

1-2-1-Classification selon le nombre d'éléments fertilisants

- **Engrais simple**

Ce type de fertilisant ne contient qu'un seul élément nutritif. Il est utilisé lorsqu'une culture présente une déficience spécifique.

- **Engrais composés**

Ce sont les engrais qui comportent deux ou trois éléments majeurs N P K et peuvent apporter aussi d'autres éléments secondaires (Ca, Mg, S) et des oligoéléments (Fe, Mn, Mo)(SOLTNER, 2003 in BOUDHAR et CHAOU ,2016).

1-2-2-Classification selon leur origine et la nature d'élément majeur

Les engrais sont classés selon leur origine et la nature des éléments majeurs qui les caractérisent :

1-2-1-1-Selon l'origine

➤ Les engrais minéraux

Ces engrais ont des origines diverses, on distingue des engrais minéraux d'origine éruptives, sédimentaires, ou salines, soit de synthèse ou des transformations industrielles (SOLTNER, 2003 in CHAABANE et IABDIOUENE, 2007).

➤ Les engrais organique

Les engrais organiques sont issus de la transformation des déchets végétaux et animaux et sont apportés sous de forme de fumier (PREDESCU, 1976 in CHAABANE et LABDIOUENE, 2007).

Ce sont des produits qui apportent du carbone organique et des éléments minéraux pour les plantes. Parmi ces éléments on distingue les éléments majeurs (absorbés en grande

quantités, tels que l'Azote, le Phosphore, le Soufre, le Potassium, le Calcium et le Magnésium), les oligoéléments (nécessaires à faible dose, tels que le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le bore, le molybdène et le vanadium) et les éléments utiles à certaines espèces végétales (le Cobalt, le Sodium, le Chlore et la Silice) (MUSTIN, 1987).

1-2-1-2-Selon la nature des éléments majeurs

Les éléments majeurs sont les éléments nécessaires à la vie des plants en quantités importantes. Ce sont l'azote, l'acide phosphorique et le potassium.

➤ Les engrais azotés

L'azote est un élément fondamental de la matière vivante, on distingue :

- Engrais azotés nitriques
- Engrais azotés ammoniacaux
- Engrais azotés ammoniacaux- nitriques

➤ Les engrais phosphatés

Selon Les engrais phosphatés sont caractérisés par leur teneur en phosphore, exprimés en anhydride phosphorique P_2O_5 , et par leur solubilité dans différents réactifs, on distingue :

- Les engrais phosphatés solubles
- Les engrais phosphatés hydrosolubles
- Les engrais phosphatés insolubles

➤ Les engrais potassiques

Le potassium provient de dépôts de sels souterrains ou marins. Pour leur interaction (Kcl et Nacl), ces minéraux sont soit dissous dans l'eau soit extraits en tant que solide. Le chlorure de potassium sert pour la fabrication des autres engrais, tel que le sulfate de potassium par l'action de l'acide sulfurique (MADREF /DERD ,2000).

Les différents engrais potassiques sont :

- chlorure de potassium
- sulfate de potassium
- .nitrate de potassium
- patent Kali
- Sylvinite

2-Les engrais naturels

Les engrais naturels sont de différents types :

2-1-Compost**2-1-1-Définition du compost**

Un compost est une transformation de produits végétaux et animaux aérés mécaniquement pour faire évoluer la matière organique vers une forme plus stable.

2-1-2-Définition du compostage

Le compostage est un processus de décomposition et de transformation « contrôlées » de déchets organiques biodégradables, d'origine végétale et animale, sous l'action de populations microbiennes diversifiées évoluant en milieu aérobique (en présence d'oxygène).

2-1-3- Intérêt du compost

L'utilisation du compost a pour but d'améliorer la fertilité du sol (structure, aération, humidité, capacité d'absorption des minéraux, activation de la vie biologique du sol : vers, micro-organisme).

Le compostage sert à stabiliser l'azote et les autres matières organique dans le compost, à en diminuer le volume et les couts de transport, en ralentir la minéralisation à diminuer les impacts négatifs potentiels sur la saveur des légumes et à éliminer les consommateurs microbiens potentiellement nocifs pour le consommateur (DENIS LAFRANCE ,2010).

2-1-4- Les contraintes du compost

L'usage du compost présente certains inconvénients :

- L'azote est peu disponible pour les plantes en première année
- La maîtrise de la technique de compostage est à acquérir
- Il faut disposer d'un fumier adapté (pas trop pailleux) et d'un matériel de compostage et d'épandage spécifique

2-1-5- Le processus de compostage

Selon DOLIGEZ P(2007), Le processus de compostage se déroule en 4 phases

- **Phase mésophile** : en présence d'oxygène la synthèse des éléments solubles (sucres simples, protéines, lipides) par les bactéries provoque une montée en température.
- **Phase thermophile** : la température atteint jusqu'à 60 à 80°C au cœur stimulant les microorganismes aérobies.
- **Phase de refroidissement** : Dégradation des sucres complexes (cellulose, lignine) par les champignons : c'est Compost jeune désodorisé.
- **Phase de maturation** : formation d'un produit stable à pH neutre, à température ambiante.

2-1-6- Les différentes techniques de compostage

Il existe plusieurs systèmes de compostage, ayant des avantages et des inconvénients, à choisir selon le type de déchets et le volume produit.

➤ Compostage en tas

Le compostage en tas permet de transformer rapidement et facilement une grande quantité de déchets.

Cette technique demande de grandes surfaces de stockage et nécessite un peu d'entretien pour surveiller l'humidité et la température.

Cette technique consiste à entasser les déchets de cuisine et entre dans un endroit accessible, ombragé, à distance suffisante des habitations voisines et à l'abri du vent et de la pluie (site internet).

➤ Compostage en silo

Il présente de nombreux avantages notamment une transformation plus rapide, moins ou pas de retournement, un encombrement et des nuisances réduites (peu de rongeurs ou d'insectes), une meilleure esthétique et intégration dans le jardin (site internet).

➤ Compostage en bac

Les déchets sont stockés dans un bac en bois ou en plastique, cette technique convient aux déchets essentiellement alimentaires, elle évite les nuisances et permet un compostage plus rapide (site internet).

➤ Compostage de surface

Cette technique de compostage consiste à épandre sur le sol les tas de certains déchets de jardin broyés, elle est réservée aux déchets verts et doit être appliquée avec précaution car certaines plantes, trop fragiles risquent d'en souffrir (site internet).

➤ Lombric –compostage

Il s'agit d'une technique de compostage avec des lombrics, il fonctionne toute l'année mais ne tolère pas les températures excessives (site internet).

2-1-7- Les différents types de compost

On énumère les composts suivants :

- Les composts ménagers
- Les composts pour les potagers
- Les composts minéralisés
- Les composts spéciaux (déchets des industries)

2-1-8-Utilisations du compost

Le compost peut avoir beaucoup d'utilisations différentes, on peut citer :

- Engrais ;
- Terreau, terre de pépinière, plantation d'arbres ;
- Prévention contre l'érosion ;
- Aliment pour poissons ;
- Culture des champignons

2-1-9-Les déchets qui peuvent en principe être traités par compostage

➤ Déchets de cuisine

- épluchures de légumes et fruits non traités
- coquilles d'œufs écrasées
- marc de café, thé avec papier filtrant

➤ Déchets de jardins

- fleurs coupées, plantes en pots
- mauvaises herbes
- tailles de haies et d'arbres (préalablement coupées en petits morceaux)
- feuilles mortes
- gazon

➤ Déchets divers

- sciure de bois (bois non traité)
- cendre de bois
- papiers et cartons non imprimés(en petites quantités)

3-Fumiers

3-1-Définition du fumier

Le fumier est le résultat du mélange dans le bâtiment, des déjections animales avec une litière (paille, copeaux ou sciure). Ils fermentent sous les animaux et sur leur plate-forme de stockage (BODET, 1990).

Il présente la première source 'humus des exploitations qui ont du bétail et cultivent des céréales dont les pailles font retours au sol à l'état de fumier (Agros, 1960) in (AMEUR et BENSEBBA ,2005)

On distingue le fumier d'origine animale et végétale caractéristique des fumiers en général et les quantités varient selon le système d'élevage pratiqué. Leur composition dépend :

- La nature de la litière : elle détermine la facilité de décomposition, la richesse en matières minérales et en azote.
- Des animaux : leurs âge et leurs alimentation.

- Du mode d'élevage : étable traditionnelle, stabulation...etc.
- Des soins et des apports pratiques (apport de superphosphates par exemple)

3-2-Type de fumier animal

3-2-1-Le fumier de cheval

Excellent fertilisant organique, Le fumier de cheval est l'un des meilleurs alliés du jardinier, mais il est pauvre en phosphore c'est la raison pour laquelle il est vivement recommandé d'ajouter une phase de compostage, bonne quantité de déchets verts qui vont rééquilibrer sa valeur fertilisante (OOREKA, 2007).

3-2-2-Le fumier dit : froids fumier de vache

Le fumier de vache est le mélange composé de bouses de vache et de paille de litière. Les bovins étant de grands herbivores, le fumier de vache apporte beaucoup d'humus au sol, matière organique essentielle à la bonne croissance. La paille contenue dans le fumier des ruminants herbivores joue un rôle non négligeable parce qu'elle apporte beaucoup d'humus au sol.

3-2-3-Le fumier d'oiseaux

Le fumier d'oiseaux est très riche en azote, il convient de les utiliser avec prudence dans la mesure où elles peuvent avoir une action négative sur la croissance des plantes.

3-2-4-Le fumier d'ovins

Le fumier ovins sont sec est chaud, le fumier de mouton, en particulier, se distingue par sa richesse en potasse, toutefois, il est assez délicat à utiliser : il doit être parfaitement composté car il risque de brûler les racines.

Les fientes et les fumiers de volailles, également appelés poulaitte, sont d'excellents fertilisants à action rapide. Ils peuvent être mis en même temps que les semis ou plantations. Leur faible quantité nécessaire (3 tonnes/ha suffisent) permet d'éviter une forte concentration de matière organique. En effet, toutes les matières organiques en dégradation ont des effets plus ou moins allopathiques qui se traduisent par des effets anti-germination (principalement) et des inhibitions de croissance.

3-3-Production d'un bon fumier

Pour réaliser un compost de fumier pendant la formation il faut arroser si le fumier est très riche en paille.

- Retourner le tas du fumier à la fourche environ toutes les 6 semaines

- Laisser vieillir le fumier au minimum 3 mois avant de l'utiliser pour ne pas brûler les plantes et les racines, il est judicieux de ne pas éparpiller du fumier, sachant que sa teneur en azote est très importante.
- Il est donc vivement recommandé de mélanger le fumier de poule et de ne pas l'utiliser seul pour éviter un surdosage d'engrais. Prévoyez plutôt des apports réguliers ou avec parcimonie, plutôt que des apports massifs risquant d'abîmer vos plantes ou de les brûler (OOREKA, 2007).

3-4-Précaution à prendre dans l'utilisation du fumier

- Il contient une quantité plus ou moins conséquente de graines d'adventices qui ne demande qu'à germer : on risque alors d'être confronté à une prolifération d'herbes sauvage ou herbes folles locales.
- Il peut être riche en germes pathogènes risquant de contaminer certains végétaux
- Si on enfouit en terre du fumier non composté sa décomposition va épuiser le sol en azote ce qui aura pour conséquence de créer des carences en azote chez certains végétaux qui ne pourront plus se développer normalement (OOREKA).

4-Choix entre engrais biologique et chimique

- L'engrais bio, signifie principalement un engrais organique utilisable en agriculture biologique. Il peut être d'origine animale (fientes de volailles, farine de plume, farine de poisson, farine animales) ou végétale (compost de végétaux divers).
- L'engrais chimique est issu d'une transformation chimique, tel que les engrais azotés fabriqués à partir du gaz ou du pétrole (SILI ,2015).

Contrairement aux engrais chimiques, les engrais bio sont naturels, non toxiques et écologiques, et n'ont aucun effet nocif sur les nappes phréatiques et les aliments. Les engrais chimiques solides, sont généralement constitués de sels hygroscopiques peu hydraté, ce qui peut les rendre irritants en cas de contact avec la peau ou les muqueuses. Aussi, ils génèrent de la poussière, ce qui peut entraîner des irritations de la peau, des irritations respiratoires et peut provoquer des lésions oculaire grave (SILI ,2015).

5-Devenir des engrais dans le sol

Les engrais apportés au sol subissent des transformations chimiques et biologiques qui finissent par libérer dans la solution du sol selon sa composition, l'azote sous forme de NO_3 ou NH_4 , le phosphore sous forme de H_2PO_4 et le potassium sous forme de K.

Ces éléments nutritifs peuvent soit être absorbés par des racines des plantes, soit s'accumuler dans le sol, soit perdus par lessivage.

La compréhension de ces transformations, permet de faire des choix judicieux de l'engrais à utiliser. Les réactions que les engrais composés subissent dans le sol peuvent être réduites à partir de leur composition.

6-Coté économique

Si le coût des analyses des engrais naturels peuvent apparaître élevé pour l'agriculteur, elles ne sont pas chères en regard de leur richesse pour le sol (en azote, en phosphore, en potassium, en soufre et en magnésie) et des économies sur les engrais minéraux.

Le compost et le fumier sont des engrais qui ne coutent pas chers contrairement aux engrais chimiques qui sont excessivement chers.

Chapitre IV

L'agriculture biologique

1-Principales menaces écologiques de l'agriculture

L'agriculture durable répond aux besoins du présent de l'homme sans compromettre la ceux des générations futures. Brutland (1987), a recensé 70 définitions et l'agriculture biologique entre dans cette catégorie. C'est l'agriculture durable mise en pratique.

L'agriculture utilise essentiellement des ressources naturelles comme facteurs de production. A cet effet la durabilité de l'agriculture dépend de la durabilité de ces ressources naturelles. Les principales menaces de l'agriculture sur les ressources naturelles sont :

1-1-Pollution des eaux

C'est le facteur le plus connu causé par les engrais chimiques les engrais organiques et les pesticides.

1-2-Pollution de l'air

Pesticides en suspensions, notamment par traitements aériens ; dégagent de l'ammoniac à partir des engrais et des lisiers et les usines de fabrication d'engrais

1-3-Dégradation des sols

Baisse du taux de matière organique dû à l'érosion ; la contamination par les pesticides et les métaux lourds ; la salinisation ; l'alcalinisation ou l'acidification et le compactage.

1-4-Réduction de la biodiversité

Agrandissement des parcelles par suppression des haies ; talus fossés bois ; par drainage des zones humides, par suppression des pâturages dans certaines zones ; par empoisonnement dû aux pesticides par disparition des variétés anciennes et développement des variétés hybrides.

1-5-Modification du climat

La modification du climat due principalement à la fermentation et aux divers l'emploi de certaines pesticides, en particulier le bromure de méthyle et le méthane.

1-6-Menace sur l'environnement humain

L'agriculture des pays développés, entraîne l'exportation de ses excédents alimentaires, à désorganiser l'agriculture locale. L'industrialisation a pour conséquences l'exode rural, la mondialisation des échanges et la paupérisation d'un grand nombre d'agriculteurs.

2-Définition de l'agriculture biologique

Selon Larousse agricole, 2002, l'agriculture biologique est un mode de production agricole excluant tout recours aux fertilisants de synthèses et impliquant l'abandon de la quasi-totalité des produits chimiques pour la protection des plantes et des animaux.

Carnavalet (2011), définit l'agriculture biologique comme étant une science à part entière, faite de connaissances extrêmement pointues sur les plantes, sur la biologie et la microbiologie des sols, sur les mécanismes de vie et les associations symbiotiques entre les micro-organismes et les plantes, sur les techniques précises de travail ou l'absence du travail du sol, sur les principes généraux d'équilibre environnementaux et de diversité végétale nécessaire à l'alimentation aussi bien des organismes telluriques que des plantes qu'on désire cultiver.

Selon Miguel et Altieri (1986), l'agriculture biologique est un système de production fondé sur l'utilisation maximale de rotation de cultures, de résidus organiques, de fumier, de légumineuses, d'engrais vert, d'apports externes de matière organique, de machines agricoles, toutes ces pratiques permettent d'entretenir la couche arable et la productivité de la terre, de contrôler les insectes, les mauvaises herbes et autres ravageurs. D'évitent ou limitent sévèrement l'utilisation des régulateurs de croissance, les additifs alimentaires pour le bétail, les engrais et les pesticides de synthèses.

3-Objectifs de l'agriculture biologique

Sur la base du cahier de charge de l'IFOAM (Fédération Internationale des Mouvements d'Agriculture Biologique), les objectifs sont :

- Produire des denrées alimentaires de haute qualité nutritive en quantité suffisante
- Accroître et renforcer les systèmes vivants au travers des cycles biologiques

- Maintenir et améliorer la fertilité des sols à long terme
- Utiliser autant que faire se peut les ressources naturelles et les renouvelées
- Donner à tous les animaux d'élevage des conditions de vie ne contrariant pas les aspects fondamentaux de leur comportement.
- Eviter toute forme de pollution pouvant résulter d'une pratique agricole.
- Maintenir la diversité génétique des systèmes agraires, de leur environnement y compris la protection des plantes et animaux sauvages.
- Permettre aux agriculteurs une juste rémunération, une satisfaction de leur travail dans un environnement sain.
- Tenir compte de l'impact des techniques culturales sur l'environnement et le tissu social (GUET, 2003).

4-Situation de l'agriculture biologique dans le monde

La surface mondiale cultivée suivant le mode biologique (certifiée et en conversion) a été estimée à près de 43,7 millions d'hectares fin 2014.

Entre 2000 et 2014, le nombre de fermes bio a été multiplié par 9 dans le monde. La surface mondiale cultivée selon le mode biologique a été multipliée par 2,8.

87 pays s'étaient dotés d'une réglementation pour l'agriculture biologique en 2015

Les Etats-Unis en première position avec près de 44 % du marché bio mondial (près de 36 milliards \$ en 2014 et 39,8 en 2015). Le marché bio canadien a été évalué à 3,3 milliards \$ en 2014.

En Europe, le marché des produits bio s'est élevé à 33,9 milliards \$ (27,8 milliards €) en 2014, dont 31,1 milliards \$ (25,5 milliards €) dans l'Union européenne. L'Allemagne est en deuxième place au plan mondial avec 11 % du marché bio en 2014. En 2015, le marché bio allemand a progressé de 11 %, atteignant 8,62 milliards € (9,38 milliards \$). La Suisse est le principal marché bio européen hors de l'Union européenne. Il a atteint 2,3 milliard \$ en 2015 (+5,2 % vs 2014). Le marché bio russe est encore modeste mais connaît une croissance rapide. Il a été évalué à 185 millions \$.

Près de 76 % des terres cultivées en bio dans le pourtour méditerranéen se trouvaient en Espagne, en Italie et en France en 2014. (2016 ; Sarah Le Douarin La bio dans le monde : les carnets de l'agence bio octobre)

Au sud de la méditerranéen, la Tunisie (175 066 ha) arrive en tête avec son ambitieux programme de développement du bio. Elle est secondée de loin par l'Égypte (56000 ha). Le Maroc (17030 ha), l'Algérie et la Libye commencent à peine à s'intéresser à la production agricole bio, avec des surfaces très modestes (HADJOU et al 2013).

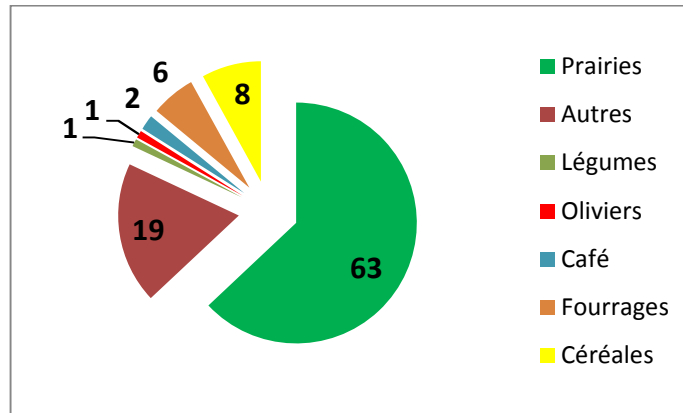


Figure 8: Répartitions des cultures biologiques par rapport à la surface totale agricole biologique.

5-Période de transition de l'agriculture conventionnel à l'agriculture biologique

Les toutes premières années de production biologique sont les plus difficiles. Les normes biologiques exigent que les terres biologiques soient gérées selon les pratiques biologiques pour une période de 36 mois avant la récolte d'une première culture certifiée biologique. Durant ce qu'on appelle la période de transition, tant l'exploitant que le sol doivent s'adapter au nouveau mode de production. Les populations d'insectes et de mauvaises herbes s'ajustent elles aussi pendant cette période. C'est pour cette raison que certains producteurs choisissent de ne passer que progressivement à la production biologique. Il faut bien planifier la conversion. On peut convertir 10-20% de sa superficie la première année (toujours commencer avec ses meilleurs champs), puis étendre la superficie quand on a acquis assez d'assurance et d'expérience avec cette nouvelle façon de produire. Le passage progressif à une production à 100% biologique peut prendre 5-10 ans, mais, au bout du compte, cette façon de procéder donnera de meilleurs résultats qu'une conversion immédiate, surtout si on a des contraintes financières.

6- Réglementations du mode de production biologique.

La conduite des productions végétales est basée sur l'amélioration constante de la fertilité et de l'activité biologique des sols et privilégie l'apport d'amendements organiques. L'utilisation de produits chimiques de synthèse est interdite. Il s'agit de nourrir le sol pour nourrir la plante.

6-1-Conversion

Avant que leurs récoltes ne puissent être considérées et vendues comme étant issues de l'agriculture biologique, les surfaces passent par une phase de conversion de 2 ans avant ensemencement pour les annuelles, 3 ans avant la récolte pour les pérennes. Pendant cette période de conversion, toutes les règles de la bio doivent être appliquées. Sous certaines conditions, il est possible commercialiser des produits végétaux certifiés en deuxième année de conversion.

6-2-Fertilisation

La fertilisation est basée sur de rotations longues des cultures, comprenant des légumineuses, des engrais verts, l'épandage d'effluents bio. Si ces méthodes ne suffisent pas, d'autres engrais peuvent être utilisés, y compris des effluents conventionnels d'origine non industrielle, à condition qu'ils soient dans la liste positive dédiée. Par accord tacite, l'interprétation courante est qu'il est possible d'utiliser le fumier d'un élevage dès lors qu'il n'est pas « hors-sols »

L'azote minéral est interdit. L'apport d'effluents animaux ne doit pas dépasser 170 kg N/ha, cette limite ne s'appliquant qu'aux engrais organiques d'origine animale.

6-3-Protection des cultures

La protection des plantes (maîtrise des adventices, lutte contre les ravageurs et les maladies) est basée sur la protection par des auxiliaires naturels, le choix des espèces et des variétés culturales, la rotation des cultures, les techniques culturales, le travail du sol et les procédés thermiques. En cas de menace avérée pour une culture et si les moyens précédents ne suffisent pas, seules les spécialités commerciales autorisées à la mise sur le marché (AMM) et conformes à la réglementation bio peuvent être utilisées. Le désherbage utilise principalement des moyens mécaniques et thermiques.

6-4-Semences

Les semences et matériel de reproduction végétative doivent être bio. Des dérogations sont possibles en cas d'indisponibilité. Depuis 2004, la vérification de la

disponibilité en semences biologiques passe par le site Internet. L'utilisation d'OGM (notamment de semences OGM) et de ses dérivés est interdite.

7-Certification en agriculture biologique

Elle représente l'ensemble des procédures qui permettent de garantir la conformité d'un produit à un référentiel technique (cahier des charges, règlement). La certification en agriculture biologique a pour champs d'application les productions végétales et animales et a pour domaines d'application les exploitations ou unités de production, de préparation et d'exportation des produits issus de l'agriculture biologique.

7-1- A quoi sert la certification ?

La certification bio constitue le moyen de garantir et de prouver que les produits agricoles et agro-alimentaires sont obtenus selon le mode de production biologique, c'est-à-dire conformément aux dispositions des cahiers des charges. Le contrôle et la certification sont effectués par des organismes de contrôle et de certification agréés par le Ministère de l'Agriculture sur avis de la commission nationale pour l'agriculture biologique. Le système de contrôle et de certification effectué par les organismes représente une procédure formelle et documentée qui permet de garantir que les normes de l'agriculture biologique sont respectées. La certification entraîne donc la confiance du consommateur dans le système de production biologique et ses produits et par conséquent, facilite l'accès au marché.

Deuxième partie

Matériels et méthodes

1-But de l'essai

Notre essai a porté sur l'étude de l'influence de la fertilisation organique et minérale sur la qualité, le rendement chez deux variétés de tomate maraîchère l'une hybride (Tavira) et l'autre fixée (Marmande), conduites sous serre.

2-Conditions expérimentales

2- 1- Situation géographique

L'essai est réalisé à l'ITMAS (Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne) situé dans la localité de Boukhalfa en zone de montagne (200 -300 m d'altitude) à cinq Km au Nord-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou, qui est implantée sur une superficie de 30,13 ha (fig 9).

Au nord : par la route menant vers Tizirt.

Au sud : par l'exploitation agricole SBAIHI.

A l'est : par la route reliant boukhalfa à la ville de Tizi Ouzou.

A l'ouest : par la route reliant Boukhalfa à Draa Ben Khedda.



Figure 9 : Localisation par satellite de la station agricole de Boukhalfa (Google earth ,2017)

2-2- Données climatiques et édaphique de la région

2-2-1-Données climatiques sous serre

Les températures et l'humidité ont été suivies presque quotidiennement la matinée (8h à 9h) et au milieu de la journée (12h à 13h30) à l'intérieur de la serre à l'aide d'un thermo- hygromètres fixé au milieu de la serre à une hauteur de 1.5 m (Tab 3).

Tableau 3: Données climatique enregistrées à l'intérieur de la serre.

Mois	Février	mars	Avril	Mai	juin	juillet
Température Maximale (°C)	24	30	37	39	42	44
Température minimale (°C)	16	18	21	23	28	29
Température moyenne (°C)	19	24.85	26	29	33	35
Humidité maximale (°C)	94	88	76	62	60	55
Humidité minimale (°C)	45	27	31	28	15	10
Humidité moyenne (°C)	62	65.28	50	41	35	32

Sur la base des données enregistrées à l'intérieure de la serre on remarque que le mois de Février et Mars enregistrent des températures et humidité moyenne. Durant ces mois l'ouverture et la fermeture des portes de la serre se font selon la température et de l'humidité à l'intérieure et à l'extérieure de la serre.

A partir du mois d'Avril et de Mai les températures commencent à augmenter et l'humidité de l'air à baisser, ce qui nous oblige à laisser les portes de la serre ouvertes plus longtemps et les fermées le soir à partir de 16h 30.

A partir de mois de Juin Juillet les températures sont très élevées à l'intérieure de la serre. Pour faire baisser la température on a recouru à l'ouverture du film plastique de la serre par les deux cotés afin de permettre le changement rapide d'air à l'intérieur de la serre.

On a surveillé les températures et l'humidité à l'intérieur de la serre afin d'éviter toutes les maladies cryptogamiques.

2-2-2-Données climatiques de la region

➤ Humidité de l'air

L'humidité relative de l'air est un facteur écologique important (DAJOZ, 2006).durant la période végétative l'humidité doit être maintenue entre 70 et 80% (CHAUX et FOURY, 1994).

La région de Tizi-Ouzou est caractérisée par un degré hygrométrique assez élevé tout au long de l'année. Le tableau 4 montre que l'humidité moyenne de l'air la plus élevée est observée au mois de Février et Avril 69,8%, tandis que la plus faible a été au mois de Juillet en moyenne 40,3%.

Tableau 4 : Humidité de l'air au cours du cycle de la plante.

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Humidité (%)	78	69,8	62,5	69,8	51,9	47,8	40,3	47,8

(Station MétéoTizi ouzou, 2017)

➤ Température

Le tableau 5, fait apparaitre que durant la compagne agricole 2016/2017, les températures maximales sont enregistrées durant les mois d'Aout et Juillet, qui sont respectivement de 31,4 C° et 31.8 C°. quand aux temperatures minimales,elles sont enregistrées pour les mois de Janvier et Fevrier et qui sont respectivement 10 C°et 13,8 C°.

Tableau 5: Température moyennes mensuelles durant le cycle de la plante.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O
Tmax (C°)	13.3	17.5	20.8	22.2	28.8	33.7	36.8	36.3
Tmin (C°)	5.8	8.8	9	10.6	15.2	19.8	22.1	23.8
T moy (C°)	10	13.8	16.1	18.2	24	28.9	31.8	31.4

(Station Météo Tizi ouzou, 2017)

➤ Pluviométrie

Durant la campagne agricole 2016/2017, il y'a une irrégularité des précipitations ayant compromis la production de la tomate (Tab 6).

Le tableau 6, montre que la pluviométrie totale de la campagne agricole 2016/2017 a enregistré une somme de précipitation de 333,5mm. A cet effet, le mois de Janvier avec une quantité de 219.2mm. Durant le cycle de la culture (de mois de Février jusqu'au début de mois d'Aout), nous avons enregistré une somme de précipitation de 114,3mm.

Tableau 6: Pluviométrie mensuelle enregistrée durant le cycle de la plante.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O
P (mm)	219.2	35.05	33.02	35.05	2.29	7.87	1.02	0

(Station Météo Tizi ousou, 2017)

➤ Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953), nous permet de délimiter la durée et des périodes sèches et humides le long de l'année, en respectant la convention d'échelle : $P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$.

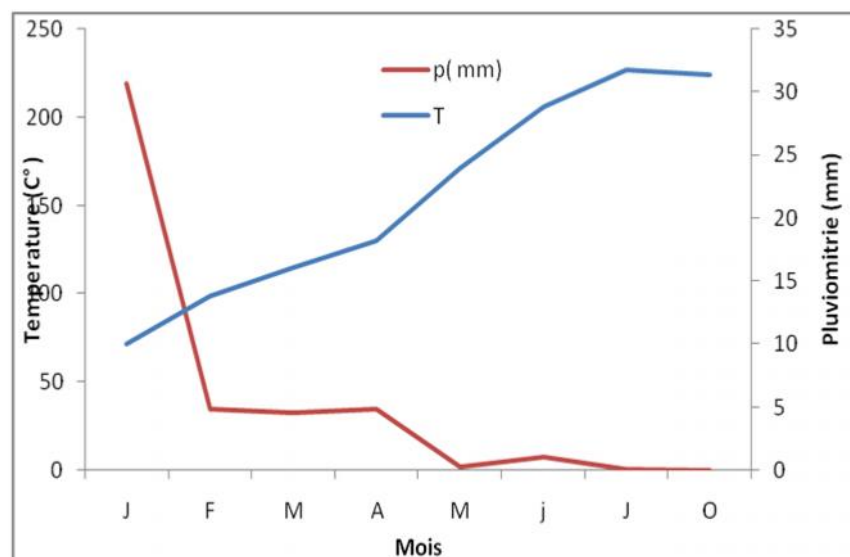


Figure 10 : Diagramme ombrothermique au cours de cycle de la plante (2016/2017)

Le diagramme ombrothermique (fig10) montre la présence d'une période humide et une période sèche :

-la première période humide s'étale depuis le début de Janvier jusqu'à la fin du mois de Février.

-la période sèche est longue, elle s'étale du mois du Février. Elle coïncide avec la période de l'essai.

2-3-Caractéristiques du Sol

2-3-1-Caractéristiques physiques du sol

Le sol d'essai a fait objet d'une analyse physico-chimique au niveau de l'Ecole ENSA à Alger du département de science du sol.

Tableau 7: résultats des analyses granulométrique du sol.

Caractéristiques chimiques	Résultats	Observation
Argile (%)	29.55	Selon la méthode GEPPA la texture du sol est limono-argileuse (sol lourd)
Limon fin (%)	29.75	
Limon grossier(%)	28.40	
Sable fin (%)	15.35	
Sable grossier	3.05	

(Source : ENSA, 2017)

2-3-2- Caractéristiques chimiques du sol

Tableau 8: Résultats d'analyses chimiques du sol.

Caractéristiques chimiques	Résultats	Observation
PH	pH : 7.54	Légèrement alcalin
Salinité	CE : 0.345 ds/m	Non salé
Calcaire	CaCO ₃ : 7.95%	Moyennement calcaire
Matière organique	MO : 1.73%	Faible
Azote total	0.003%	Très faible
Capacité d'échange cationique	CEC :20.50meq/100g	Moyenne
Potassium	0.53meq/100g	Pauvre
Phosphore	64.50 ppm	>22,5 ppm sol bien pourvu

(Source : ENSA, 2017)

Sur la base des analyses effectuées, les résultats montrent que le sol est de texture argilo-limoneuse.

Les analyses chimiques montrent que le sol d'étude, est non salé, légèrement alcalin avec un taux faible en matière organique et en calcaire, il est pauvre en azote et une capacité d'échange cationique moyenne.

3- Matériels utilisés

3-1-Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé lors de notre essai sont deux variétés de tomate maraîchère sous serre, l'une étant variété fixe (MARMANDE) et l'autre une variété hybride (TAVIRA).

Les plants de la variétés Marmandes ont été produites au niveau de la pépinière de l'ITMAS de Boukhalfa. Après avoir acheter la semence nous avons procédé au semis dans des plateaux avec du tereau, substrat désinfecté acheté auprès des vendeurs des produits agricoles. La semence achetée avec un prix de 150.00DA pour un sachets de 1 g (300graines) .

Les plants de la variétés Tavira ont été achetés au niveau de la pépinière de Cap Djenat , spcialisée dans la production des plants maraichères .

On a pas pu soumer nous-mêmes les plants de la variété hybride Tavira car cette semences se vend dans des sachets de 2.24g , une quantité énorme de semence . Alors que nous n'avons besoin de 60 plant , le prix du sachet coute 3460.00 Da/500graine.



Figure 11 : Plants de tomate, en pepinière (Original, Fevrier 2017).

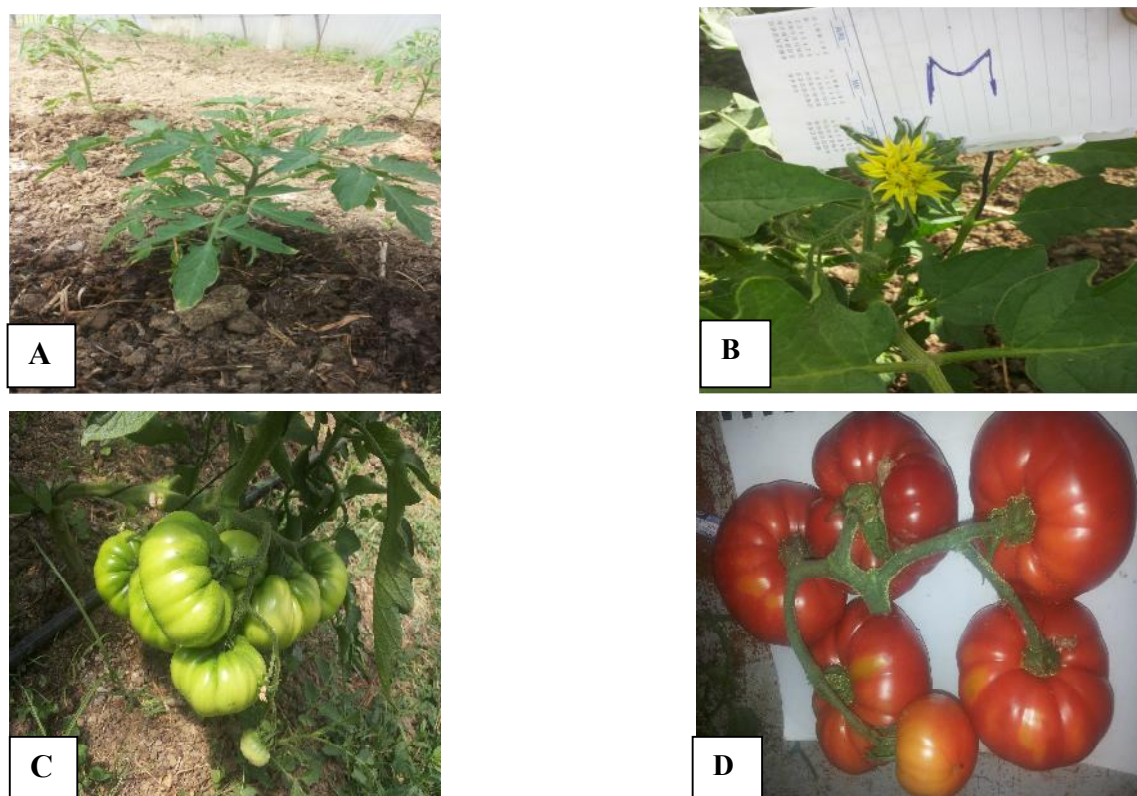


Figure 12 : plant de tomate à différents stades. A plant de tomate, B fleur, C bouquet floral et D fruits de la variété Marmande (Originale, 2017).

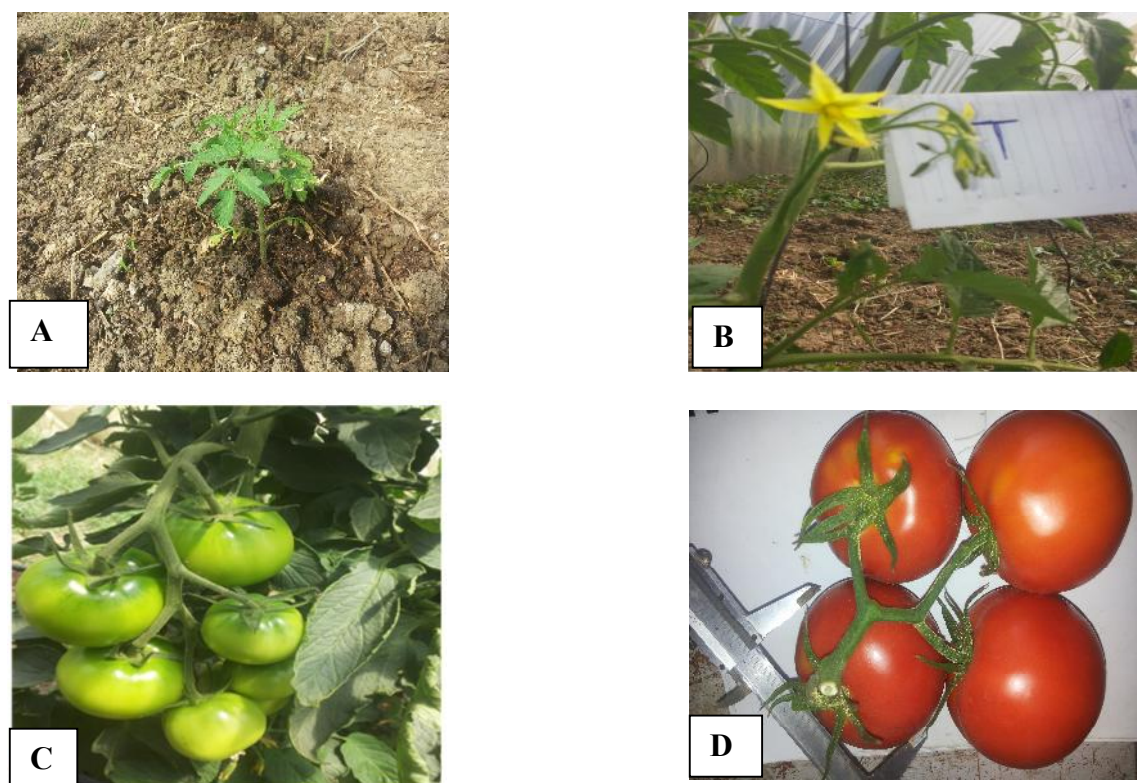


Figure 13 : plant de tomate à différents stades. A plant de tomate, B fleur, C bouquet floral et D fruits de la variété Tavera (Originale, 2017).

3-2-La serre

La serre d'essai présente d'une superficie de 99 m² (5.5m x 18m) avec une orientation Est Ouest.

Le film plastique de la serre est renouvelé chaque trois année.



Figure 14 : serre d'essai (Original, 2017).

3-3-Fertilisation de la plante

Deux types de fertilisant sont utilisés pour la fertilisation chimique, on a utilisé comme engrais du fond le N. P. K. (15 15 15) et d'azote qui est apporté en couverture avec le potasol (50).

La fumure organique est un fumier bovin décomposé qui provient de l'étable de l'ITMAS de Boukhalifa.

➤ Période d'apport

Les engrais chimiques de fond sont apportés avant la plantation des plants.

Les engrais chimiques de couverture (l'urée et le potasol) sont apportés en solution, en mélangeant la quantité d'engrais à apporter dans un volume d'eau (de 5 à 10 l d'eau). Après avoir dissout l'engrais dans cette eau on le verse ensuite dans la citerne d'irrigation remplie au préalable à 500 l d'eau.

La fumure organique est apportée avant la plantation des plants et elle est épandue sur l'ensemble des parcelles concernées par la fertilisation organique

➤ Doses d'apport

Les doses d'engrais chimiques et organiques apportées. Sont calculées suivant une fiche technique de la culture de tomate sous serre (l'ITCMI de Staoulai, 2015) (tab 9).

Le calcul des quantités moyennes d'éléments minéraux apportés par le fumier de bovin sont calculés sur la bases des donnés d'une fiche technique de l'année 2011 de la chambre d'agriculture de DEUX-SEVRES (Tab 9)

Tableau 9 : Fertilisation minérale et organique de la tomate sous serre.

Type d'engrais	Quantités d'engrais (Qx/ha)	Qtx/parcelle élémentaire (kg/4.29 m ²)	Date d'apport	Unités à l'hectare (kg/ha)	Stade l'apport
Fumure organique	450	19.3	25/01/17	247,5 U d'azote 157.5 U de phosphore 360 U de potassium 85,5 U de Mg O	Avant la plantation
N.P.K (15-15-15) Engrais minéral de fond	4,66	0,2	12 /02/17	70 U d'azote 70U de phosphore 70U de potassium	Avant plantation
L'urée 46%	2	0.8	13/04/17	1 ^{er} apport : 92 U d'azote	Grossissement des fruits
	2	0.8	14/05/17	2 ^{ème} apport : 92 U d'azote	Un mois après le 1 ^{er} apport
	2	0.8	14/06/17	3 ^{ème} apport 92 U d'azote	un mois après le 2 ^{ème} apport
Le potasol	2	0.7	13/06/17	1 ^{er} apport : 100U de potassium	Grossissement des fruits

	2	0.7	14/05/17	2 ^{ème} apport : 100 U de potassium	Un mois après le 1 ^{er} apport
	2	0.7	16/06/17	3 ^{ème} apport 100 U de potassium	un mois après le 2 ^{ème} apport

Tableau 10 : Composition moyenne du fumier bovin (U ou Kg/T).

Fertilisant	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Vache laitière	5 ,5	3.5	8	4	1.9

(Chambre d'agriculture DEUX-SEVRES, 2011)

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental de notre essai est un bloc aléatoire complet avec quatre répétitions à deux facteurs : la fertilisation organique et minérale et deux variétés de tomate (Marmande et Tavera).

La figure 15, montre une vue générale de la parcelle d'essai.

Les caractéristiques du dispositif sont :

Longueur de l'essai : 18 m

Largeur de l'essai : 5, 5 m

Surface de l'essai : 99 m²

Nombre de bloc : 4

Distance entre les blocs : 1,5 m

Largeur de bloc : 3,2 m

Longueur du bloc : 3,9 m

Nombre de parcelles élémentaires : 16.

Distance entre ligne : 70Cm Distance entre plants : 70Cm

Nombre de plants par bloc : 24 plants.

Nombre de plants par variété par bloc : 12 plants.

Densité de plantation : 9696 plants/ha.

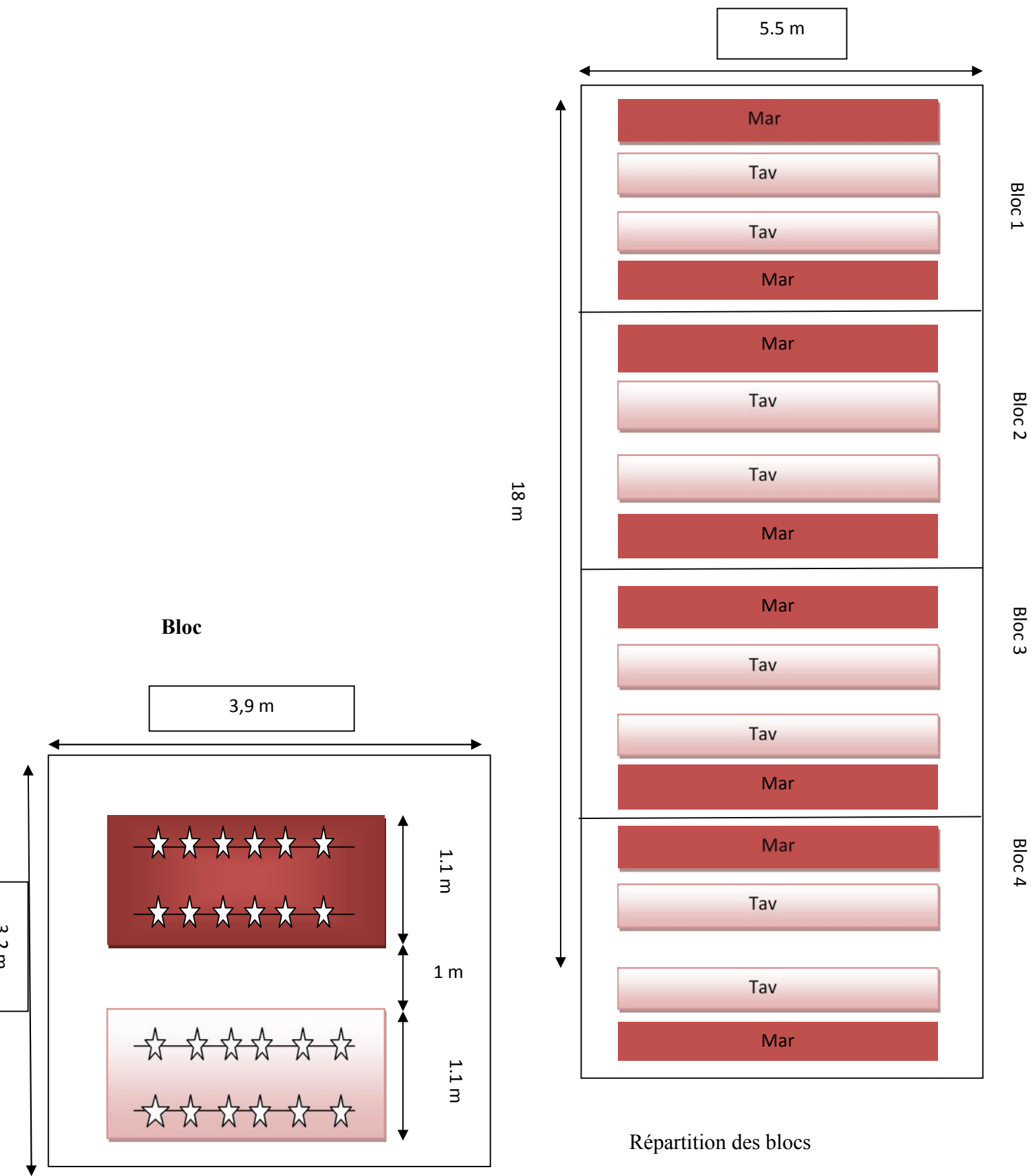


Figure 15 : Disposition expérimental de l’essai

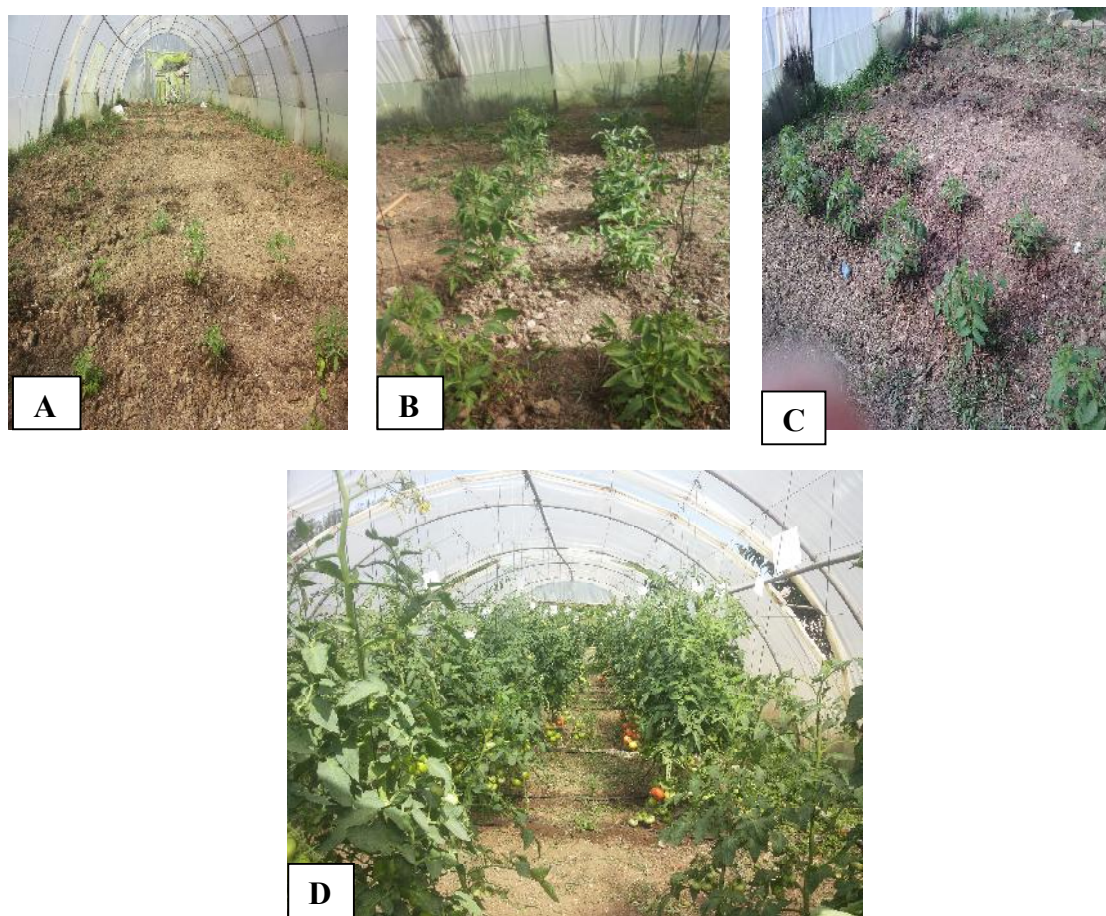


Figure 16 : différentes variétés étudiées, A : bloc d'essai, B : parcelle Tavira C : parcelle Marmande, D : vue générale d'un bloc (Original, 2017).

4- Conduite et suivis de la culture

4-1- Rotation de la culture de tomate

La tomate est une plante exigeante en éléments nutritifs elle épuise très vite le sol de ses éléments nutritifs. Elle trouvera sa place dans la rotation après une culture de légumes feuilles ou une période de jachère.

4-2-Précédant cultural

Notre culture est précédée par la culture du piment poivron appartenant à la même famille ce qui favorise l'apparition des maladies cryptogamiques comme le mildiou ou l'alternariose.

4-3- Préparation des plants en pépinière 08/01/2017 au 12 /02/2017

Les semences des deux variétés sont achetées. Le semis est réalisé à raison de deux graines dans des plaques alvéolées remplis de terreau. Des irrigations fréquentes sont réalisées pour favoriser la formation



Figure 17 : plants de tomate, A après germination, B stade deux feuilles (Originale, 2017).

Les semences des variétés fixées ont un taux de germination plus faible par rapport aux variétés hybrides, donc on a dû majorer le taux de semis.

4-4-Préparation de la serre 23/01/2017

Plusieurs travaux sont réalisés avant plantation

-désherbage ; drainage,

4-5-Labour 11 /01/2017

Le labour est réalisé sur une profondeur de 20 cm avec un mini tracteur puis suivi des travaux superficiels réalisés avec un Ratovator afin d’ameublir le sol. Ces travaux sont déroulés quelque jour avant la plantation.

4-6- Fertilisations minérale et organique

L’apport du fumier organique et de la fertilisation minérale (fumure de fond) est réalisé avant la mise en place des plants. Les doses sont apportées suivant le protocole expérimental.



Figure 18 : Epannage du fumier (Originale, 2017)

Plantation de la tomate

La plantation est effectuée lorsque les plants ont atteint 3 à 4 feuilles vraies, soit 3 à 4 semaines après plantation.

4-7- Installation de la conduite d'irrigation

A la plantation, le système d'irrigation goutte à goutte est mis en place la rampe d'amenée d'eau et placée dans le sens de la longueur de la serre, afin de minimiser les pertes d'eau comme il nous permet de contrôler la fertilisation et l'apport en d'eau de chaque ligne de plantation. La citerne est d'une capacité de 1000 L.



Figure 19 : conduite de l'irrigation de la tomate (Originale, 2017).

4-8- L'irrigation

Le sol de notre parcelle est de type argilo limoneux. L'apport de l'eau est fait selon le stade

Physiologique de la plante.

-Au cours du cycle (stade feuille) trois citernes de 1000 L sont apportées tous les 15 jours

- Stade grossissement jusqu' à la fin de cycle quatre citernes de 1000 L sont apportées a raison deux citernes par semaine.

4-9-Palissage des plants : 17/03/2017

Le palissage de plants est réalisé à l'aide des fils en plastique, deux fils pour chaque plant.



Figure 20 : palissage des plants de tomate (Original 2017).

5-Mode de conduite du plant

Le choix du mode de conduite de la culture est basé sur le rendement et de la qualité des fruits maximum par plant.

La culture est conduite sur deux tiges choisies à la base du plant, les deux tiges choisies sont opposées l'une à l'autre. On a pris les plus vigoureuses.

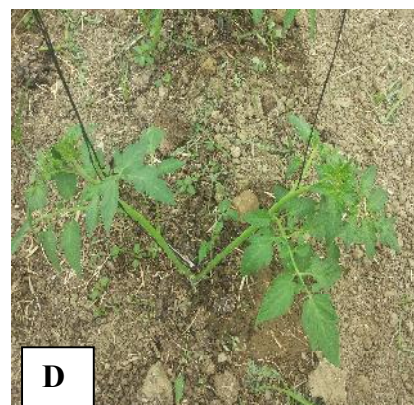
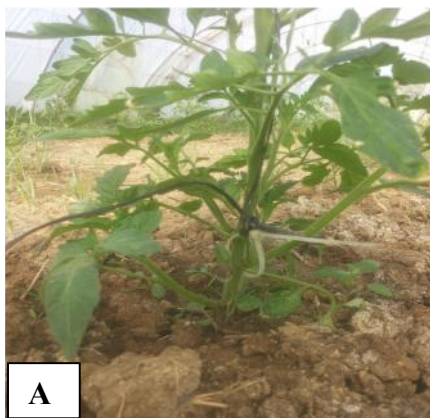


Figure 21 : Différentes opérations de conduite du plant : **A** plants avant l'ébourgeonnage, **B** élimination des bourgeons axillaires, **C** élimination de la tige principale et **D** plant après l'ébourgeonnage et plissage (Originale, 2017).

5-1-Le binage

Le binage est réalisé tout au long du cycle de la plante afin d'aérer et d'ameublir le sol, aussi il permet de détruire la croute de battance, et d'éliminer les mauvaises herbes.



Figure 22 : Binage du plant de tomate (Originale, 2017).

5-2-Le désherbage

Les conditions favorables sous serre ont entraîné développement de mauvaises herbes notamment l'ortie, chien dent.

Plusieurs désherbages sont effectués continuellement pour éliminer le risque d'apparition des maladies, et la connaissance avec la plante hôte.



Figure 23 : Désherbage de la serre (Originale, 2017).

5-3- L'ébourgeonnage et l'effeuillage

Le plant de tomate à la propriété de développer à l'aisselle de chaque feuille des bourgeons latéraux. Ces bourgeons créent de la concurrence pour les éléments minéraux. Comme ils génèrent un milieu favorable au développement des maladies par manque d'aération au tour du plant. Un ébourgeonnage tardif peut engendrer un affaiblissement des plantes. Il faut procéder à un badigeonnage de la tige au niveau du bourgeon enlevé au risque que blessures de tige entraînent une porte d'entrée aux maladies.

Les feuilles âgées à la base du plant sont enlevées, car elles peuvent être source de maladies en particulier lorsqu'elles sont en contact avec le sol.

L'ébourgeonnage et l'effeuillage permet d'avoir de gros fruits de couleur uniforme, car la concurrence pour les éléments minéraux est réduite et la luminosité est améliorée.

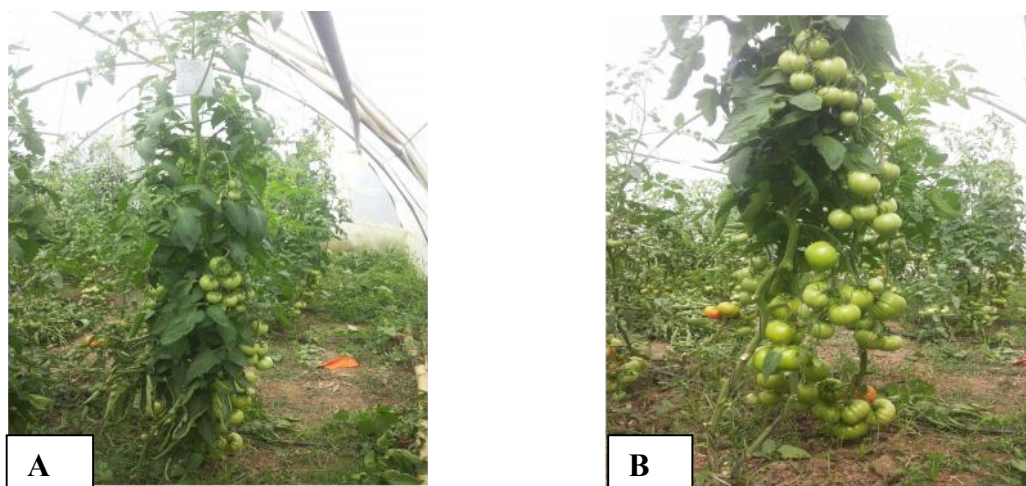


Figure 24 : plants de tomate : A avant l'effeuillage et B après l'effeuillage (Originale, 2017).

5-4- L'écimage

Les variétés de tomate à croissance indéterminée on fait l'objet d'un écimage .Afin d'arrêter la plante à un niveau de croissance déterminée ceci limite le nombre de bouquets. Un écimage est nécessaire. L'opération consiste à pincer la tige principale au niveau désiré.

L'écimage est réalisé avoir laissé 08 bouquets par plant.



Figure 25 : Ecimage du plant de tomate (Originale, 2017).

5-5-Aération de la serre

L'aération de la serre joue un rôle essentiel dans la gestion du climat sous serre. A cet effet, elle a pour but d'atténuer les amplitudes thermiques et d'éliminer les excès de températures et d'humidité accumulées à l'intérieure de la serre.

Durant la période de février à mars ou les températures maximales sont modérées < à 19 °C on a ouvert dans la matinée les portes de la serre et on les a refermées l'après-midi vers 14 h. A partir du mois d'avril ou les températures commencent à augmenter on laisse plus long temps les ouvrants. Au mois de juin et juillet on laisse les portes ouvertes nuit et jours et même les ouvertures latérales par écartement des bâches sont faites.



Figure 26 : Ouvertures latérales de la serre. (Originel 2017).

5.6. Les traitements phytosanitaires

Malgré l'utilisation des variétés résistantes. Nématodes et aux maladies vasculaires (fusariose et verticilliose), la tomate sous serre demeure sujette aux attaques

d'autres maladies et ravageurs occasionnant parfois des dégâts très importants. Durant l'essai on a essayé d'éviter au maximum l'emploi des produits chimiques par l'utilisation des méthodes préventives telles que la plantation des plantes répulsives d'insectes (fig 27) planté entre les plants de tomate. Le désherbage dans la serre et l'élimination des feuilles et des fruits malades est fréquentes.



Figure 27 : Rose d'Inde plante répulsive d'insecte (Originale, 2017).

Les fourmis (Fig D) sont les insectes qui nous ont causés le plus de nuisance dans la serre. Pour cela on a utilisé du marc du café, mais n'a été efficace alors on a utilisé un traitement chimique contre les fourmis (**fourmicide**).

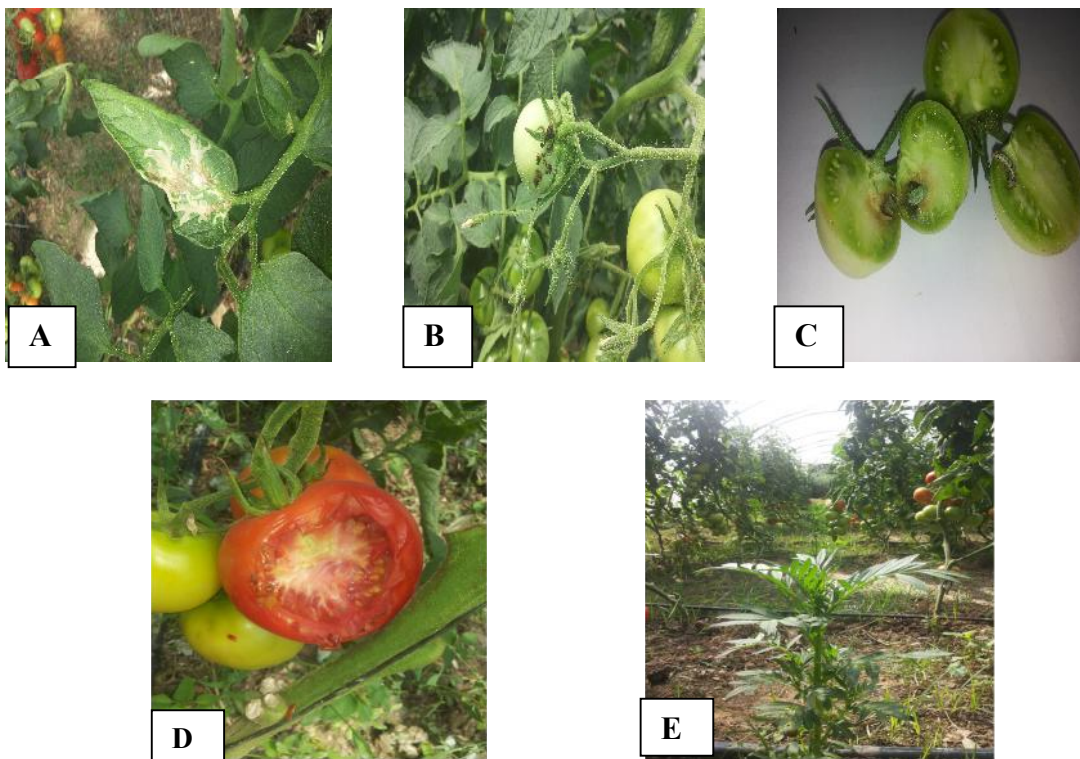


Figure 28 : Maladies rencontrées chez la tomate (Originale, 2017).

Durant la maturité des fruits on a eu quelque attaque de mineuse (Fig 28 A) sur les feuilles (03feuilles) des plants de tomate de la variété. Tavira ainsi mais on a éliminé à l'immédiat les feuilles attaquées et on à pu arrêter la propagation de la maladie. La variété Marmande n'a pas été attaquée par cet insecte.

De même les cochenilles ont également attaqué plus la variété Tavira (Fig B et C). La variété Marmande semble plus tolérante. Pour éviter la pourriture due aux maladies cryptogamiques des fruits au contacts du sol nous avons mis de la paille sous les bouquets de fruits. (Fig 29)



Figure 29 : Protection des fruits de tomate par de la paille (Originale, 2017).

5-7- La récolte

La récolte des fruits à commencé le 06/06/2017.



Figure 30 : fruits récoltés Tavira et Marmande respectivement (Originale, 2017)

Les fruits de la variété Marmande et Tavira fertilisés avec du fumier sont les premier à arriver à maturité, que les fruits des parcelles fertilisées avec de l'engrais.

La couleur des fruits des parcelles fertilisées avec du fumier est plus forte que ceux fertilisées avec de l'engrais

Les récoltes sont échelonnées, comme suite :

1^{er} récolte le 06/06/2017

2^{ème} récolte le 15/06/2017

3^{ème} récolte le 22/06/2017

4^{ème} récolte le 06/07/2017

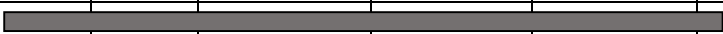
5^{ème} récolte le 17/07/2017

6^{ème} récolte le 24/07/2017



Figure 31 : Couleur des fruits de tomate à maturité (Original, 2017).

6- Itinéraire technique au cours du cycle

Opération réalisées	Février 	mars 	avril 	mai 	juin 	juillet 
Labour						
Délimitation de la parcelle						
Epandage d'engrais minéraux						
Epandage d'engrais organique						
Repiquage des plants						
Irrigations						
Palissage						
Ecimage						
Aération de la serre						
Ebourgeonnage s et effeuillages						
Dés herbages						
Traitements phytosanitaires						
récoltes						

(Originale, 2017)

7- Paramètres étudiés

Au cours de notre essai, quatre plants pris au hasard, sont étiquetés dans chaque parcelle élémentaire pour les mesures biométriques des paramètres quantitatif et qualitatifs.

7-1-Paramètres agronomiques

Les mesures biométrique sur les plants étiquetés sont réalisées depuis la plantation jusqu'à la récolte.

7-1-1-Diamètre finale de la tige principale (mm)

Durant l'essai, le diamètre de la tige principale est obtenu en mesurant à l'aide d'un pied à coulisse le collet de la plante. Ce dernier nous renseigne sur la vigueur de la plante.

7-1-2- Nombre de fleurs par plants : (04-06-2017)

Le nombre total de fleurs par plant est obtenu par comptage des fleurs sur les plants mesurés.

7-1-3- Nombre de fruits par plants : (04-06-2017)

Le nombre total de fruit par plant est obtenu par comptage des fruits sur les plants mesurés.

7-1-4- Nombre de fleurs avortées :

Les fleurs avortées sont des fleurs qui n'ont pas nouées, il est obtenu par comptage des fleurs avortées sur chaque plant.

7-1-5- Taux de nouaison (%)

Le Taux de nouaison est le rapport du nombre total de fruits formés sur le nombre total de fleurs, exprimé en pourcentage .Il nous renseigne sur l'aptitude d'une variété à résister aux divers facteurs en particulier climatique, qui entravent la nouaison.

7-1-6-Calibre moyen d'un fruit (cm) 06- 06 -2017

Le Calibre moyen d'un fruit nous renseigne sur le poids du fruit et de leur teneur en matière sèche. Nous le mesurons au moyen d'un pied à coulisse.

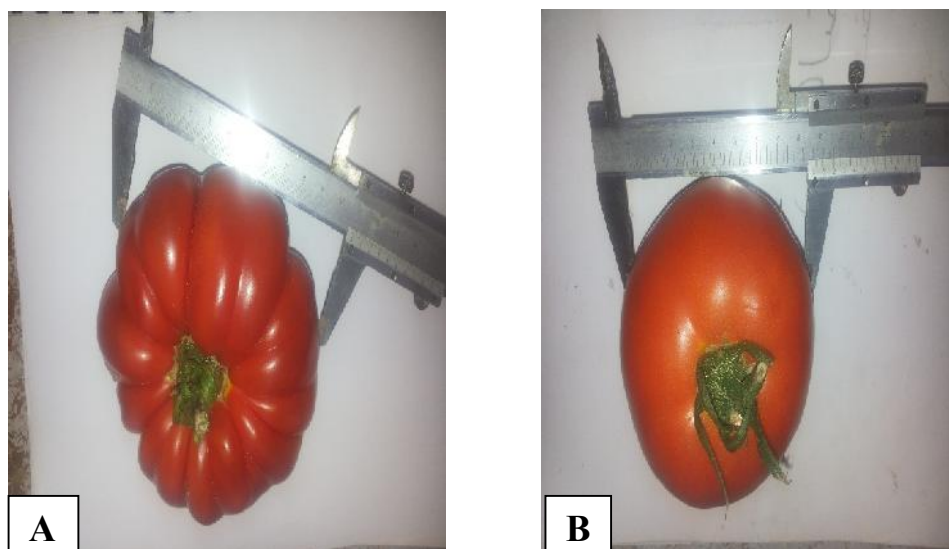


Figure 32 : calibre moyen de fruit de tomate A : variété Marmande, B : variété Tavira (Originale, 2017).

7-1-7- Poids moyen d'un fruit (g) 06- 06 -2017

Le Poids moyen d'un fruit est le rapport du poids total des fruits sur le nombre total des fruits par Plant.



Figure 33 : poids moyen de fruit de tomate (Originale, 2017).

7-1-8-Poids total des fruits par plant (g)

Par plant, on additionne les poids des fruits de chaque plant étiqueté.

7-1-9-Rendement réel (Qx/ha)

Le rendement réel est le poids total des fruits récoltés par parcelle élémentaire ou superficie cultivée.

7-1-10- Rendement potentiel (Qx/ha)

Le Rendement potentiel est calculé selon la formule suivante :

$R_p = \text{Nombre moyen des fruits par plant} \times \text{Poids moyen d'un fruit par plant} \times \text{la densité de plantation.}$

7-2- Paramètres technologiques :

Les Paramètres technologiques nous informent sur la qualité nutritionnelle de la tomate et l'aptitude des fruits à la transformation et à leur conservation.

Au cours de notre travail, les fruits récoltés sont analysés au niveau du laboratoire commun de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomique de l'UMMTO,

7-2-1- Détermination de la teneur en eau des différentes parties de la plante

09- 07 -2017

la teneur en eau est déterminée en mettant les parties concernées de la plante et des fruits dans l'étuve réglée à 105°C pendant 24 à 48 heures

- Mode opératoire

- Séparer les différentes parties de la plante : partie aérienne et souterraine (racine) de chaque type de fertilisants (fumier, engrais) .
- Peser à l'aide d'une balance de précision tous ces échantillons (fruits, parties aérienne et souterraine).
- Mettre la partie aérienne et souterraine de chaque plant dans des sacs d'emballage en papier, régler l'étuve à 105°C
- La teneur en eau par rapport à la masse humide est calculée par la formule suivante :
- $$W(\%) = \frac{m_i - m_f}{m_f} \times 100$$

Ou :

$W(\%)$: pourcentage de la teneur en eau .

m_i : masse fraîche initiale, en gramme.

m_f : masse sèche finale, en gramme.



Figure 34 : Matière sèche des différentes parties de la plante (Original, 2017).

7-2-2- Détermination de la teneur en matière sèche du fruit (%) 13-06 -2017

La matière sèche totale du fruit est ensemble de toutes les substances qui dans les conditions physique déterminées, ne se volatilisent pas. Ces conditions doivent être fixées de telle manière que les substances composant cet extrait subissent le minimum d'altération.

Matière sèche=100 le pourcentage de la teneur en eau

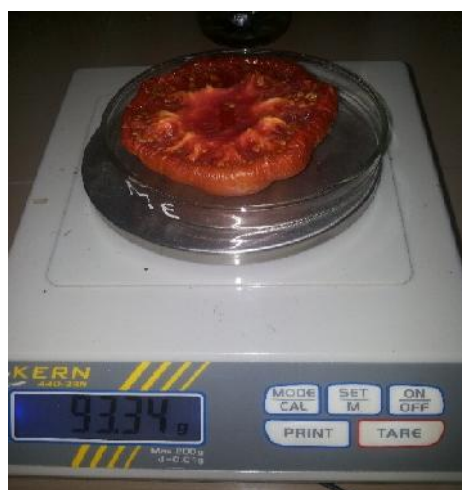


Figure 35 : Matière sèche du fruit (Original, 2017).

7-2-3-pH du jus de tomate 13-06 -2017

Le potentiel hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit (JORA, 1998).

C'est une mesure de la concentration des ions hydrogène (H^+) dans le jus de tomate.

La concentration des ions hydrogène détermine le caractère acide, neutre ou alcalin (basique) du jus de tomate. Le pH se mesure sur une échelle logarithmique variant de 1 à 14. Ainsi une solution est neutre lorsque le pH est égal à 7, alcalin lorsque le pH est supérieur à 7 et acide lorsque ce dernier est inférieur à 7.

Mode opératoire :

- Prélever 5g d'échantillon de jus de tomate.
- ajouter 50ml de l'eau distillée puis agiter pendant 15mn.
- Introduire l'électrode du pH-mètre dans le becher, puis lire la mesure en plongeant l'électrode dans la solution KCl.



Figure 36 : Mesure du pH du jus de tomate au moyen d'un pH-mètre (Original ,2017).

7-2-4- Acidité titrable du jus de tomate%

Selon BOARD (1987), il s'agit de quantifier la teneur totale en acide organiques naturels .le dosage étant effectué avec une base forte (NaOH 0,1N) jusqu'au virage avec un indicateur colore (phénophtaléine a 2%).

Préparation des solutions

Solution de phénophtaléine a 2% :

- La solution est préparée de 2g de phénophtaléine dans 100ml l'eau distillée

Solution de soude :

- Pour la Solution de soude, nous avons mis 222g de NaOH (0, 1) dans 500ml l'eau distillée.

Mode opératoire :

- Couper la tomate, éliminer les pépins puis la mixer.
- Peser 25g d'échantillon.
- Placer l'échantillon dans une fiole conique, ajouter ensuite 50ml l'eau distillée, préalablement bouillie, refroidie, puis bien mélanger.
- Refroidir puis transvaser le contenu de la fiole dans une fiole conique jaugée de 250ml.
- Compléter jusqu'au trait du jauge avec l'eau distillée bouillie, refroidie, puis filtrer.
- Prélever à la pipette 25ml du filtrat, le verse dans un bécher.
- Ajouter deux à trois gouttes de la phénophtaléine tout en agitant.
- La titration est faite au moyen d'une burette contenant la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N) jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante, noter le volume de la solution de soude versée.

Remarque :

- L'eau doit être légèrement bouillie pour éliminer le dioxyde de carbone dissous qui pourrait fausser les résultats.
- L'eau permet d'extraire les acides contenus dans le jus de tomate pour la doser.

Expression des résultats :

$$\text{Acidité titrable (\%)} = \frac{V_{\text{NaOH}}}{V_0} \times 100 \times C$$

V_{NaOH} (ml) : volume titré de NaOH.

V_0 : 25ml d'échantillon.

C : coefficient de l'acide citrique.



Figure 37 : Acidité du jus de tomate par titration (Originale, 2017).

7-2-4- 5-La teneur en vitamine C (g/100ml)

L'acide ascorbique fond à 192°C , il est très soluble dans l'eau. Son oxydation est accélérée quand le pH augmente (FRENOT et VIERLING, 2002).

Le dosage de la vitamine C est réalisé par la méthode iodométrique (BARKATOVET, 1979).

Mode opératoire

- Mettre 50 ml de filtrat dans Becher,
- ajouter 3 ml de H_2SO_4 (0,1 N)
- Mettre quelques gouttes d'empois d'amidon à 0,5 % comme indicateur coloré.
- titrer avec une solution d'iode (0,05 N).
- Apparition d'une coloration vert persistante.

Expression des résultats

$$V_C (\text{g}/100\text{ml}) = V_i \times 4,4$$

V_i : volume d'iode (ml).



Figure 38 : Dosage de la vitamine C du jus de tomate (Originale, 2017).

7-2-6-Dosage du lycopène et du β -carotène dans la tomate 19-06-2017

Le lycopène est un paramètre de qualité chez la tomate. La détermination du taux de lycopène se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à 503 nm et β carotène à 451 nm (GROLIER et *al.*, 2000).

Mode opératoire

- Peser 10 g d'échantillon broyés
- Ajouter 30 ml d'acétone après agitation pendant 15 minutes
- on verse le mélange dans une ampoule à décanter ayant des entonnoirs avec un papier filtre.
- On met 50 ml d'éther du pétrole pour extraire le lycopène a doser.
- Pour faciliter la séparation des deux phases et pour rinçage, on rajoute 30 ml d'eau distillée en trois fois.
- Après une agitation, on retourne les ampoules pour faire le dégazage.
- Obtention de deux phases, la phase aqueuse est jetée et la phase organique est récupérée dans des fioles de 50 ml.
- Emballer les fioles contenant la phase organique avec l'aluminium pour éviter l'oxydation du contenu et les mettre dans le congélateur pendant 24 heures.
- la lecture est réalisée au moyen du spectrophomètre UV-visible sur deux longueurs d'ondes 451 et 503nm.

Expression des résultats :

$$CL \text{ (g/100ml)} = 3,956 \times DO \text{ 503} - 0,806 \times DO \text{ 451.}$$

$$Cc \text{ (g/100ml)} = 6,624 \times DO \text{ 451} - 3,091 \times DO \text{ 503.}$$

Où CL : concentration en lycopène

Cc : concentration en B- carotène



Figure 39 : extraction de lycopène de la tomate et sa lecture au spectrophotomètre UV visible (Originale, 2017).

7-2-7-Dosage des sucres réducteurs 19-06-2017

Le dosage des sucres est réalisé par la méthode de BERTRAN (1968). L'obtention du filtrat, est réalisée comme suit :

-On introduit 20 ml de l'échantillon tomate dans une fiole jaugée de 100ml, ajouter 5 ml d'acétate de plomb, ajuster avec de l'eau distillée.

-Mettre dans bécher 5 ml de la solution de Fehling B ajuster jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée.

-Chauffer le mélange jusqu'à ébullition, ensuite verser 2 gouttes de bleu de méthylène dans la solution Fehling, et titrer avec le filtrat qui va s'écouler à partir d'une burette, la fin de la titration va se traduire par un virage de couleur vers la couleur bleue vert.

-Arrêter la titration et noter le volume du filtrat déversé (v_1)

La qualité de sucres réducteurs dans la prise d'essai est donnée par la formule suivante :

$$SR = \frac{240}{V \times (V_1 - 0,05)} \times 10$$

S_R : quantité des sucres réducteurs (g/l)

V : volume de la prise d'essai (ml)

V_1 : volume du filtrat déversé pour le titrage

7-2-8. Dosage des sucres totaux (g/100g) 15-06 -2017

Le dosage des sucres est réalisé par la méthode de BERTAN (1968).

- Préparation de la solution de liqueur de Fehling

❖ Solution Fehling A (Solution Bleu)

Mélanger dans 1 litre d'eau distillée 40g de CuSO_4 et 2 ml de H_2SO_4 pur.

❖ Solution Fehling B (solution non colorée)

Mélanger dans 1 litre d'eau distillée 200 g de Titrate de Na et k avec 150 g de NaOH solide.

- **Mode opératoire**

D'une part

-Prendre 50 ml de filtrat de tomate dans un bécher

-Ajouter 5 ml de HCl concentré

-Porter au bain marie à 70°C pendant 5 minute puis neutraliser avec NaOH à (10 N) en présence de deux gouttes de phénolphtaléine à 1 % jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante.

D'autre part

-Prendre 5 ml de solution Fehling A et 5 ml de solution Fehling B

- Ajuster jusqu'à 100 ml avec l'eau du robinet et mettre à l'ébullition (la solution obtenue est d'une couleur bleu)
- Titrer par le mélange rose jusqu'à la disparition de la couleur bleu
- Ajouter 2 gouttes de bleu de méthylène et continuer la titration jusqu'au remplacement de la couleur bleu par une couleur marron cuivré, à ce moment arrêter la titration et noter le volume du filtrat versé.

▪ **Expression des résultats (g/100g)**

La teneur des sucres totaux est déterminée par la formule suivante :

$$\text{Sucre totaux} = 500/v (v_2 - 0,05) \times 10$$

V : volume de l'échantillon analysé

V₂ : volume de filtrat titré (ml)

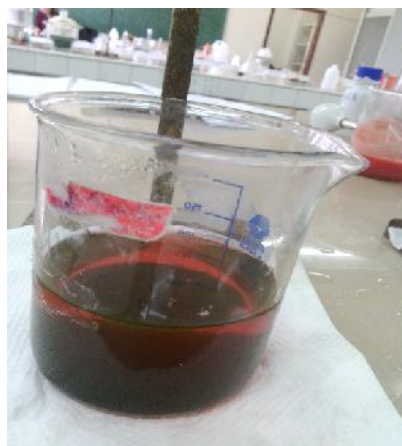


Figure 40 : Dosage des sucres totaux du jus de tomate (Originale, 2017).

Troisième partie

Résultats et discussion

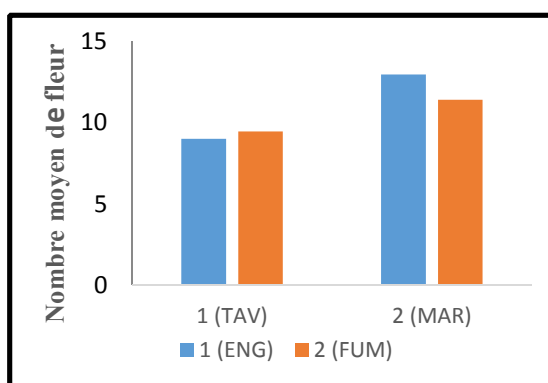
1- Paramètres agronomiques

1-1- Le nombre moyen de fleurs par bouquet

La valeur maximale du nombre moyen de fleurs par bouquet est obtenue avec le traitement engrais de la variété Marmande(12,97), et la valeur minimale est obtenue avec le même traitement mais la variété Tavera (9,00). La figure 41 illustre ces différences.

Tableau 11:Nombre moyen de fleurs par bouquet.

	TAV	MAR
ENG	9±1,139	12,97±1,555
FUM	9,468±2,534	11,415±2,805

**Figure 41 :** Effet de fertilisation sur le nombre moyen de fleurs par bouquet.

Les résultats de l'analyse de la variance (tab12) montrent une différence significative pour le facteur variété par contre il y a aucune différence significative pour le facteur type de fertilisant ainsi que leurs interactions il s'agit d'un caractère variétal.

Tableau 12:Résultats d'analyse de la variance du nombre moyen de fleurs par bouquet.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	102,8	15	6,853				
VAR.FACTEUR 1	35,017	1	35,017	5,834	0,03763		
VAR.FACTEUR 2	1,183	1	1,183	0,197	0,66971		
VAR.INTER F1*2	4,091	1	4,091	0,682	0,4349		
VAR.BLOCS	8,491	3	2,83	0,472	0,71195		
VAR.RESIDUELLE 1	54,018	9	6,002			2,45	22,87%

Le Test de NEWMAN-KEULS (tab13) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur variété, en groupe **A** la variété Marmande avec le traitement fumier(12,193), et en groupe **B** la variété Tavera avec le traitement engrais(9,234).

Tableau 13 : Teste NEWMAN-KEULS du nombre moyen de fleurs par bouquet.

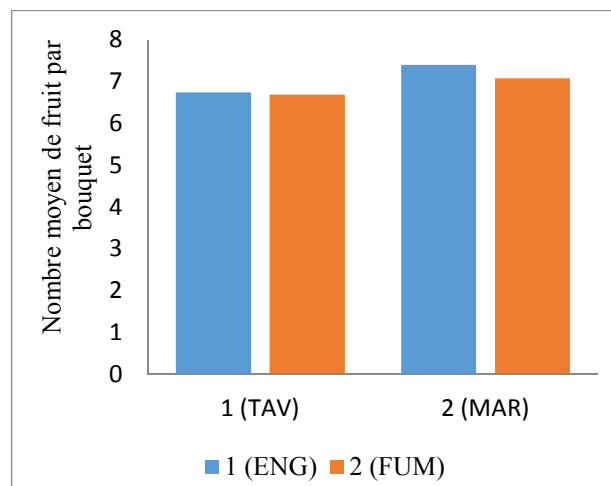
F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	MAR	12,193	A	
1.0	TAV	9,234		B

1-2- Le nombre moyen de fruits par bouquet

La valeur la plus élevée du nombre moyen de fruits par bouquet est obtenue avec le fertilisant engrais et de la variété Marmande (7,403), et la valeur minimal est obtenue avec le traitement fumier variété Tavira (6,687). La fig 42 illustre ces différences.

Tableau 14 : Nombre moyen de fruits par bouquet.

	TAV	MAR
ENG	6,738±0,978	7,403±1,059
FUM	6,687±0,701	7,078±0,569

**Figure 42 :** Effet de fertilisation sur le nombre moyen de fruits par bouquet.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab15) ne montrent aucune différence significative pour les deux facteurs variété et fertilisation ainsi que leurs interactions. Bien que la fertilisation par le fumier enregistre des résultats très proches de celle de la fertilisation minérale. Les résultats de Achir et Djebra (2015), sont meilleurs que les notes notamment pour la variété Tavira qui enregistre un nombre de fruits de 12,04 fruit par bouquet.

Cette différence est probablement due à la date de plantation (11 Novembre 2014) que la notre, ou les températures étaient plus clémentes dans leur cas.

Tableau 15 : Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen de fruit.

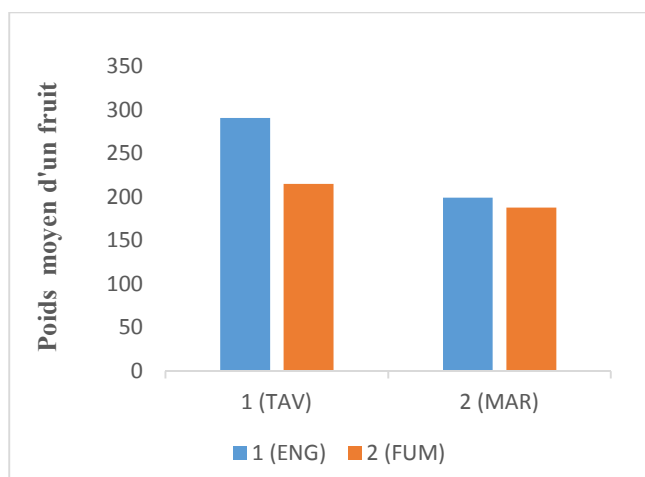
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	17,537	15	1,169				
VAR.FACTEUR 1	1,113	1	1,113	1,155	0,31159		
VAR.FACTEUR 2	0,141	1	0,141	0,146	0,71104		
VAR.INTER F1*2	0,076	1	0,076	0,078	0,7813		
VAR.BLOCS	7,53	3	2,51	2,603	0,11582		
VAR.RESIDUELLE 1	8,678	9	0,964			0,982	14,08%

1-3- Poids moyen de fruit (g)

Au cours de notre essai, la plus grande valeur du Poids moyen d'un fruit est obtenue avec le traitement engrais avec la variété Tavera (290,563), et la valeur minimale est obtenue avec le traitement fumier variété Marmande(187,703). La fig 43 illustre ces différences.

Tableau 16:Poids moyen d'un fruit (g).

	1 (TAV)	2 (MAR)
1 (ENG)	290,563±38,435	199,238±11,084
2 (FUM)	214,808±45,131	187,703±15,143

**Figure 43 :** Effet de fertilisation sur le poids moyen d'unfruit.

Les Résultats de l'analyse de la variance du poids moyen d'un fruit (tab 17) montrent une différence hautement significative pour le facteur variété, par contre il n'y'a aucune différence significative pour le facteur type de fertilisation ainsi que l'interaction entre les deux facteurs. La différence du poids moye d'un fruit entre les deux variétés est probablement dû au potentiel génétique de la plante. Nosrésultats enregistrés pour la variété

Tavirafertilisée avec de l'engrais minéral et de 290.56g. Fruit qui se trouve supérieur à celui obtenu par ACHIR et DJEBRA (2015), qui est 209,94 g. Cette différence est liée au fruit que lorsque nous avons un nombre élevé en fruits le poids a tendance à diminuer.

Tableau 17 : Résultats de l'analyse de la variance du poids moyen de fruit (g)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	39616,03	15	2641,069				
VAR.FACTEUR 1	14025,67	1	14025,67	10,883	0,00912		
VAR.FACTEUR 2	7619,563	1	7619,563	5,912	0,03664		
VAR.INTER F1*2	4124,193	1	4124,193	3,2	0,10462		
VAR.BLOCS	2248,02	3	749,34	0,581	0,64444		
VAR.RESIDUELLE 1	11598,58	9	1288,731			35,899	16,09%

Le test NEWMAN-KEULS relatif au poids moyen de fruit par plant, montre deux groupes homogènes avec en groupe **A** le traitement Engrais (244,9g), et en groupe **B** le traitement Fumier (201,255g).

Tableau 18 : Test NEWMAN-KEULS du poids moyen d'un fruit (g)

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	ENG	244,9	A	
2.0	FUM	201,255		B

1-4-Calibre moyen d'un fruit (cm)

La valeur maximale du calibre moyen d'un fruit est obtenue avec le traitement engrais minéral variété Tavira (8,103), et la valeur minimale est obtenue avec le traitement fumier de la même variété Tavira (7,278). La fig44 illustre ces différences. Nos résultats rejoignent ceux de Achiret Djebra (2015), bien que nos résultats sont supérieurs aux leurs.

Tableau 19: Calibre moyen d'un fruit (cm).

	TAV	MAR
ENG	8,103± 0.59	7,375± 0.279
FUM	7,05± 0.608	7,278± 0.204

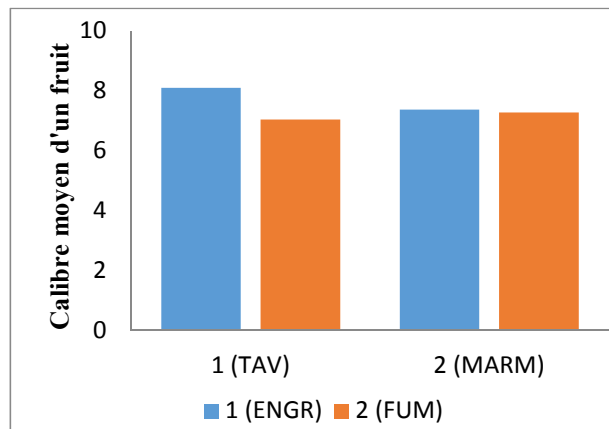


Figure 44 : Effet de fertilisation sur le calibre moyen d'un fruit

Les Résultats d'analyse de la variance du calibre moyen d'un fruit (tab) ne montrent aucune différence significative pour les deux facteurs ainsi que leur interaction.

Tableau 20 : Résultats de l'analyse de la variance du calibre moyen de fruit.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,338	15	0,356				
VAR.FACTEUR 1	0,25	1	0,25	0,896	0,3714		
VAR.FACTEUR 2	1,323	1	1,323	4,738	0,05565		
VAR.INTER F1*2	0,912	1	0,912	3,267	0,10153		
VAR.BLOCS	0,342	3	0,114	0,408	0,75331		
VAR.RESIDUELLE 1	2,512	9	0,279			0,528	7,09%

1-5-Diamètre final de la tige (cm)

Le Diamètre final de la tige principale nous renseigne sur la vigueur de la plante. Le tab 21 montre que la grande valeur du diamètre final de la tige est obtenue par la variété Marmande traitement fumier (1,75 cm), et la plus faible valeur est obtenue avec la même variété avec le traitement engrais (1,63 cm).

Tableau 21 : Diamètre final de la tige principale (Cm).

	TAV	MAR
ENG	1,66±0,061	1,63±0,064
FUM	1,72±0,107	1,75±0,121

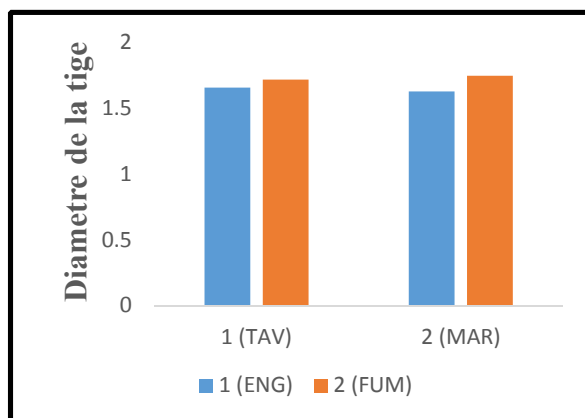


Figure 45: Effet de fertilisation sur le diamètre de tige final de la tige.

Les résultats d'analyse de la variance (Tab 22), ne montrent aucune différence significative pour le facteur type fertilisation et le facteur variété sur ce paramètre. Nos résultats (1.66 cm) par rapport à la variété Tavira fertilisée avec de l'engrais est supérieur à ceux obtenus par ACHIR et DJEBRA (2015) qui est de 0.933 cm. Cette différence est probablement due à la différence dans l'éclairement lumineux relatif à la période de plantation.

Tableau 22 : Résultats de l'analyse de la variance du diamètre final de tige.

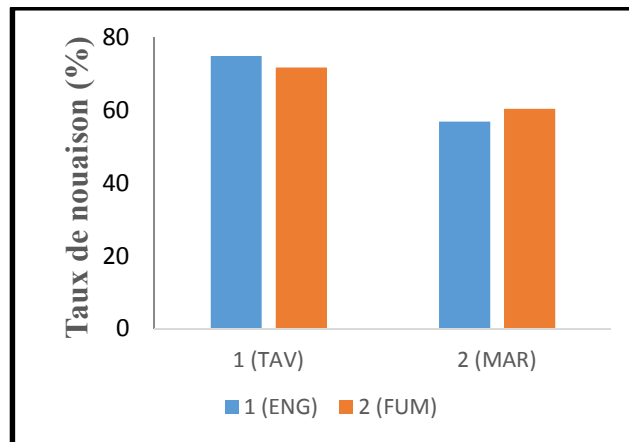
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,142	15	0,009				
VAR.FACTEUR 1	0	1	0	0	0,99		
VAR.FACTEUR 2	0,032	1	0,032	2,857	0,12252		
VAR.INTER F1*2	0,004	1	0,004	0,317	0,59197		
VAR.BLOCS	0,004	3	0,001	0,128	0,94041		
VAR.RESIDUELLE 1	0,102	9	0,011			0,106	6,30%

1-6- Taux de nouaison (%)

Ce paramètre nous renseigne sur les aptitudes d'une variété à résister aux divers facteurs entravant la nouaison. Le tab 23 montre que le taux de nouaison le plus élevé est obtenu avec la variété Tavira le traitement engrais minéral (74,88%), la plus faible valeur est obtenue avec la variété Marmande avec le même traitement (56,89%). La fig 46 illustre ces différences.

Tableau 23 : Taux de nouaison (%).

	TAV	MAR
ENG	74,888±5,652	56,897±6,635
FUM	71,685±10,534	60,425±14,313

**Figure 46:** Effet de la fertilisation sur le taux de nouaison (%).

Les résultats d'analyse de la variance (Tab 24) révèlent une différence significative pour le facteur variété, mais il n'y a aucune différence significative pour le facteur type de fertilisation ainsi que l'interaction des deux facteurs. La différence entre les deux variétés sur le taux de nouaison est principalement due au potentiel hybride de la variété Tavira alors que la Marmande est une variété fixée.

Tableau 24 : Résultats de l'analyse de la variance du Taux de nouaison (%).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2375,292	15	158,353				
VAR.FACTEUR 1	855,565	1	855,565	6,551	0,02973		
VAR.FACTEUR 2	0,106	1	0,106	0,001	0,97611		
VAR.INTER F1*2	45,293	1	45,293	0,347	0,5758		
VAR.BLOCS	298,96	3	99,653	0,763	0,54487		
VAR.RESIDUELLE 1	1175,368	9	130,596			11,428	17,32%

Le Teste NEWMAN-KEULS (tab 24) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur variété, avec en groupe **A** la variété Tavira (73,286) et en groupe **B** la variété Marmande (58,661).

Tableau 25 : Teste de NEWMAN-KEULS du Taux de nouaison (%).

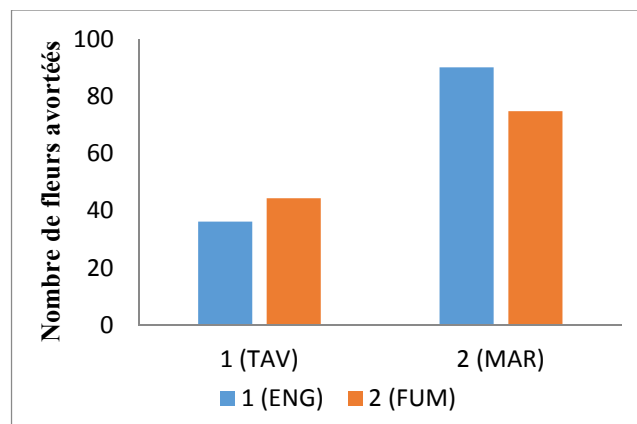
F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TAV	73,286	A	
2.0	MAR	58,661		B

1-7-Nombre de fleurs avortées

Le tableau 25 montre que la valeur maximale de fleurs avortées est obtenue avec la variété Marmande et du traitement engraisminéral (90,25), et la valeur la plus faible est obtenue avec le même traitement avec la variété Tavira (36,25), le tableau et la figure illustrent ces différences.

Tableau 26 : Nombre de fleurs avortées.

	TAV	MAR
ENG	36,25±10,208	90,25±24,373
FUM	44,5±27,269	75±35,192

**Figure 47: Effet de fertilisation sur le nombre de fleurs avortées.**

Les résultats de l'analyse de la variance du nombre de fleurs avortées (tab 27) montrent une différence significative pour le facteur variété, et aucune différence significative pour le facteur type de fertilisation ainsi que leurs interactions. Ces différences sont dues aux caractéristiques variétales.

Tableau 27: Résultats de l'analyse de la variance du Nombre de fleurs avortées.

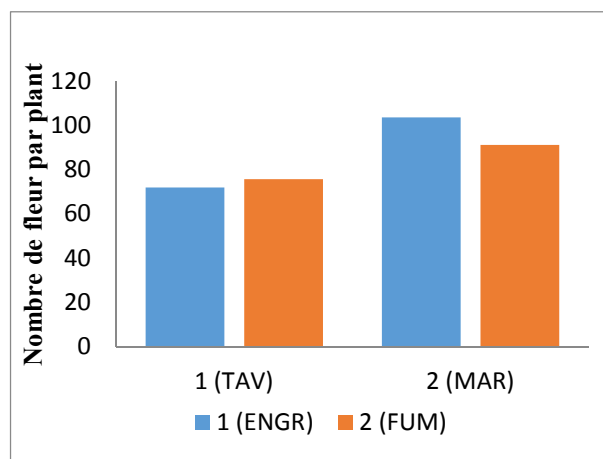
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	16134	15	1075,6				
VAR.FACTEUR 1	7140,251	1	7140,251	7,992	0,01927		
VAR.FACTEUR 2	49,001	1	49,001	0,055	0,81434		
VAR.INTER F1*2	552,249	1	552,249	0,618	0,45691		
VAR.BLOCS	351,501	3	117,167	0,131	0,93838		
VAR.RESIDUELLE 1	8040,999	9	893,444			29,891	48,60%

I-8-Nombre de fleur par plant

La valeur la plus élevée (103.76) est enregistrée avec la variété Marmande fertilisée avec de l'engrais alors que la valeur la plus faible est obtenue avec la variété Tavira fertilisé avec le même engrais. Le tab 28 et la fig 48 illustrent ces différences.

Tableau 28: Nombre de fleur par plant.

	TAV	MAR
ENG	72±9,114	103,76±12,437
FUM	75,74±20,274	91,32±22,441

**Figure 48 :** Effet de fertilisation sur le nombre de fleur par plant.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab 29) montrent une différence significative pour le facteur variété et aucune différence significative pour le facteur type de fertilisation ainsi que l'interaction des deux facteurs. La différence enregistrée pour le facteur variété est peut être dû aux potentiel génétique de la plante.

Tableau 29 : Résultats de l'analyse de la variance du nombre de fleur par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6579,17	15	438,611				
VAR.FACTEUR 1	2241,074	1	2241,074	5,834	0,03763		
VAR.FACTEUR 2	75,689	1	75,689	0,197	0,66971		
VAR.INTER F1*2	261,793	1	261,793	0,682	0,4349		
VAR.BLOCS	543,45	3	181,15	0,472	0,71195		
VAR.RESIDUELLE 1	3457,163	9	384,129			19,599	22,87%

Le teste de NEWMAN-KEULS (tab 30) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur variété, en groupe **A** la variété Marmande (97.52) et en groupe **B** la variété Tavira (73.87).

Tableau30: Teste de NEWMAN-KEULS du nombre de fleur par plant

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	MAR	97,54	A	
1.0	TAV	73,87		B

1-9-Nombre de fruit par plant

Le tableau 31 montre que la valeur la plus élevée est obtenues avec la variété Marmande fertilisée avec l'engrais alors que la valeur la plus faible est obtenue avec la variété Tavira fertilisée avec du fumier. La fig 49 illustre ces différences.

Tableau 31 : Nombre de fruits par plant.

	TAV	MAR
ENG	53,9±8,724	59,22±8,47
FUM	53,5± 5,606	56,62±4,556

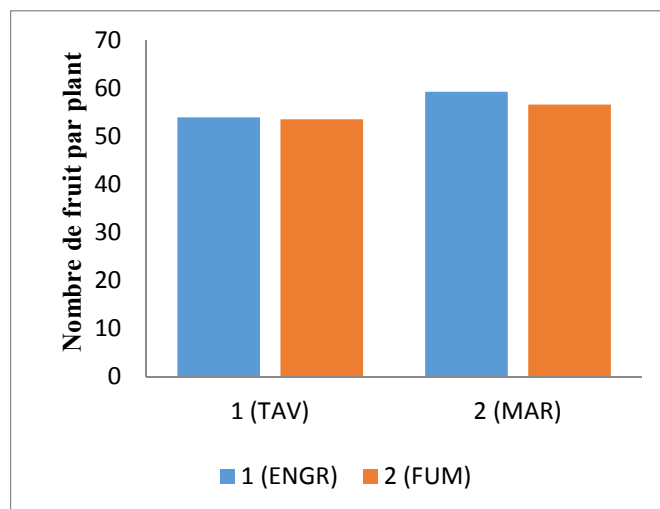


Figure 49: effet de fertilisation sur le nombre de fruit par plant

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab 32) ne montrent aucune différence significative pour les deux facteurs étudiés ainsi que leur interaction.

Tableau 32: Résultats de l'analyse de la variance du nombre de fruit par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1122,319	15	74,821				
VAR.FACTEUR 1	71,235	1	71,235	1,154	0,31161		
VAR.FACTEUR 2	9,001	1	9,001	0,146	0,71107		
VAR.INTER F1*2	4,839	1	4,839	0,078	0,78127		
VAR.BLOCS	481,892	3	160,631	2,603	0,11582		
VAR.RESIDUELLE 1	555,353	9	61,706			7,855	14,08%

1-10- Rendement potentiel (Qx/ha)

Le tableau 33 montre que la valeur maximale du rendement potentiel est obtenue chez la variété Tavira avec le traitement engrais minéral (740,338) et la plus faible valeur est obtenue avec la même variété avec le traitement fumier (726,32), la figure (50) illustre ces variations.

Tableau 33 : Rendement potentiel (Qx /ha).

	TAV	MAR
ENG	740,338±108,23	737,21±62,11
FUM	726,32±77,171	736,328±26,24

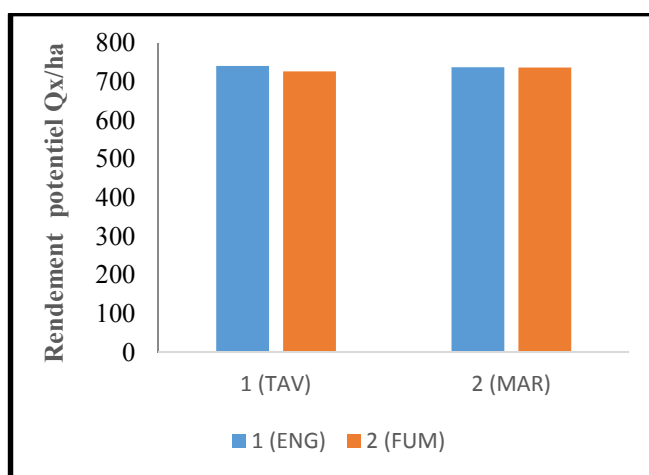


Figure 50: Effet de fertilisationsur le rendement potentiel.

Les résultats de l'analyse de la variance du rendement potentiel (Tab 34) ne montrent aucune différence significative pour les deux facteurs ainsi que leurs interactions.

Tableau 34: Résultats de l'analyse de la variance du rendement potentiel.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	93116,6	15	6207,773				
VAR.FACTEUR 1	47,32	1	47,32	0,006	0,9359		
VAR.FACTEUR 2	222,016	1	222,016	0,03	0,8605		
VAR.INTER F1*2	172,531	1	172,531	0,023	0,87665		
VAR.BLOCS	26028,9	3	8676,3	1,172	0,37411		
VAR.RESIDUELLE 1	66645,84	9	7405,093			86,053	11,71%

1-11- Rendement réel (Qx/ha)

Le tableau montre que la valeur maximale du rendement réel est obtenu par la variété Tavira avec le traitement engrais (550,41), et la plus faible valeur est obtenue avec la même variété mais le traitement est le fumier (419,165), la figure (51) illustre ces variation.

Tableau 35 : Rendement réel (Qx /ha).

	TAV	MAR
ENG	550,41±100,946	419,165±64,38
FUM	521,978±52,046	532,155±60,236

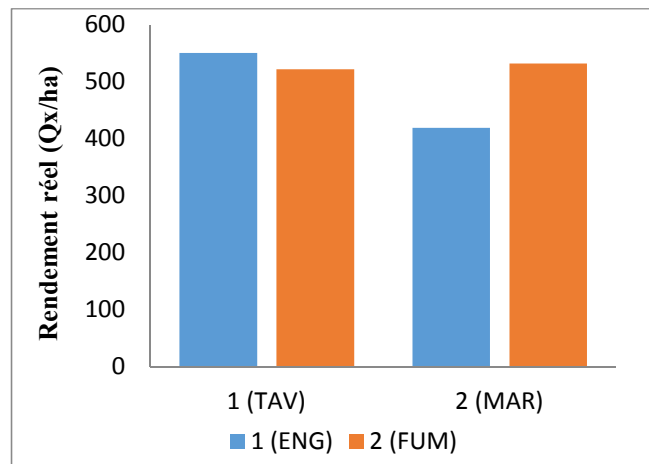


Figure 51: Effet de fertilisation sur le rendement réel. (Qx/ha)

Les résultats d'analyse de la variance (Tab 36) ne montrent aucune différence significative pour les deux facteurs ainsi que leurs interactions. L'absence de différence entre les deux variétés par rapport au rendement réel, est probablement due au fait que les deux variétés se sont rattrapées de par le nombre élevé du fruit chez l'une s'est traduit par un nombre plus faible chez l'autre mais avec un poids plus élevé.

Les résultats de Achiret Djebra(2015) ont été meilleures que les nôtres (913Qtx/ha), cela est dû à la période de plantation novembre 2014 et la période de récolte était plus longue (5 mois).

Tableau 36 : Résultats de l'analyse de la variance du rendement réel.

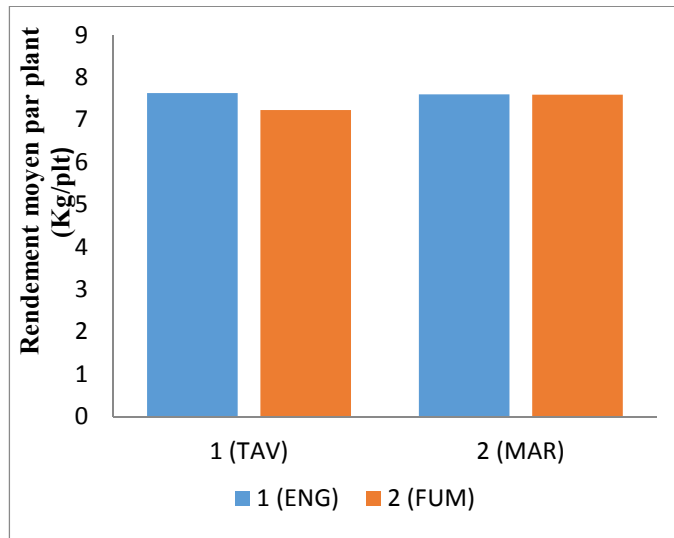
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	113760,2	15	7584,01				
VAR.FACTEUR 1	14657,31	1	14657,31	2,127	0,17642		
VAR.FACTEUR 2	7149,984	1	7149,984	1,038	0,33676		
VAR.INTER F1*2	20000,33	1	20000,33	2,903	0,11995		
VAR.BLOCS	9936,234	3	3312,078	0,481	0,70618		
VAR.RESIDUELLE 1	62016,3	9	6890,7			83,01	16,41%

1-12-Rendement moyen par plant (Kg/plt)

La valeur maximale du rendement moyen par plant est obtenue avec la variété Tavira fertilisée avec du l'engrais minéral (7,635), et la valeur minimale est obtenue avec la même variété avec fertilisation du fumier. On peut dire que la variété hybride Tavira produit plus avec les engrais, alors que la variété fixe Marmande sa production est presque la même pour les deux fertilisants. Le (tab 37) ainsi que la (fig 52) illustrent ces différences.

Tableau 37: Rendement moyen par plant (Kg/plt).

	TAV	MAR
ENG	7,635±1,231	7,602± 0,632
FUM	7,235±1.155	7,595±0,217

**Figure 52:** Effet de fertilisation sur le rendement moyen par plant(Kg/plt).

Les résultats d'analyse de la variance (Tableau 38) ne montrent aucune différence significative pour les deux facteurs ainsi que leurs interactions

Tableau38: Résultats de l'analyse de la variance du rendement moyen par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	13,194	15	0,88				
VAR.FACTEUR 1	0,107	1	0,107	0,098	0,75866		
VAR.FACTEUR 2	0,166	1	0,166	0,151	0,70659		
VAR.INTER F1*2	0,154	1	0,154	0,14	0,7162		
VAR.BLOCS	2,87	3	0,957	0,87	0,4934		
VAR.RESIDUELLE	9,897	9	1,1			1,049	13,95%

2 - Paramètres technologiques

2-1-pH du jus de tomate

Le tableau montre que la valeur maximale du pH du jus de tomate est obtenue avec la variété Tavera avec le traitement engrais minéral (4,48), et la valeur minimale est obtenue avec la variété Marmande avec le traitement fumier (4,063), la figure (53) illustre ces variations.

Tableau 39:pH du jus de tomate.

	TAV	MAR
ENG	4,48±0,125	4,237±0,042
FUM	4,373±0,04	4,063±0,045

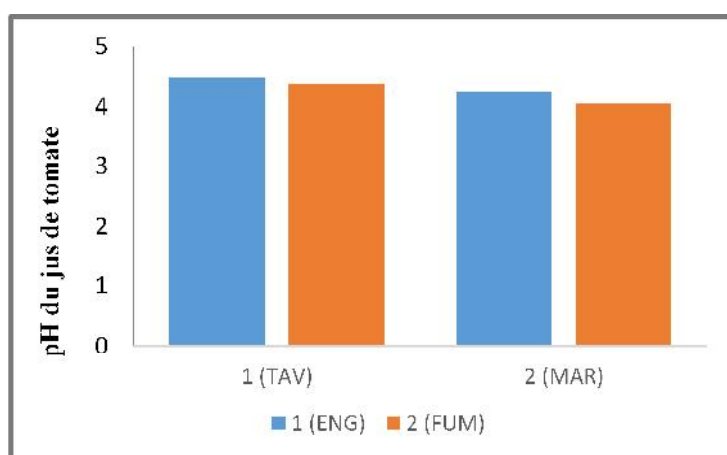


Figure 53 :Effet de fertilisation sur le pH du jus de tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance du pH du jus de tomate (Tab 40) montrent une différence hautement significative pour le facteur variété et une différence significative pour le facteur type de fertilisation. Pour l'interaction des deux facteurs, aucune différence significative n'est enregistrée. Nos résultats rejoignent ceux obtenus par SILI (2016) avec une valeur de 4.37 pour le traitement fumier et 4.75 pour la fertilisation minérale, Aussi nos résultats sont proches des résultats obtenus par MILADI (1970) qui sont de 4,5.

Le fumier semble faire baisser le pH par rapport à l'engrais minéral ce qui est important pour la conservation et la transformation du fruit.

Tableau 40 : Résultat de la variance de pH du jus de tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,334	11	0,03				
VAR.FACTEUR 1	0,23	1	0,23	43,753	0,00022		
VAR.FACTEUR 2	0,059	1	0,059	11,202	0,01003		
VAR.INTER F1*2	0,003	1	0,003	0,636	0,45305		
VAR.RESIDUELLE 1	0,042	8	0,005			0,072	1,69%

Le Test de NEWMAN –KEULS (tab 41) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur variété avec en groupe **A** la variété Tavera (4,427), et en groupe **B** la variété Marmande (4,15).

Tableau 41: Test de NEWMAN -KEULS de pH du jus de tomate.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TAV	4,427	A	
2.0	MAR	4,15		B

Le Test de NEWMAN –KEULS (tab 42) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation minérale avec en groupe **A** le traitement engrais (4,358), et en groupe **B** le traitement fumier (4,218).

Tableau 42 : Test de NEWMAN -KEULS de pH du jus de tomate.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	ENG	4,358	A	
2.0	FUM	4,218		B

2-2-Acidité titrable du jus de tomate (g /100ml).

Une bonne acidité du jus de tomate intervient dans la qualité gustative du fruit. Le tableau montre que la valeur maximale de l'acidité titrable du jus est obtenue avec la variété Tavera avec le traitement engrais minéral (4,107), et la plus faible valeur est obtenue avec la variété Marmande avec le traitement fumier (2,707). La figure (54) illustre ces variations.

Tableau 43 : Acidité titrable du jus de tomate.

	1 (TAV)	2 (MAR)
1 (ENG)	4,107±0,428	4,013±0,428
2 (FUM)	2,893±0,162	2,707±0,162

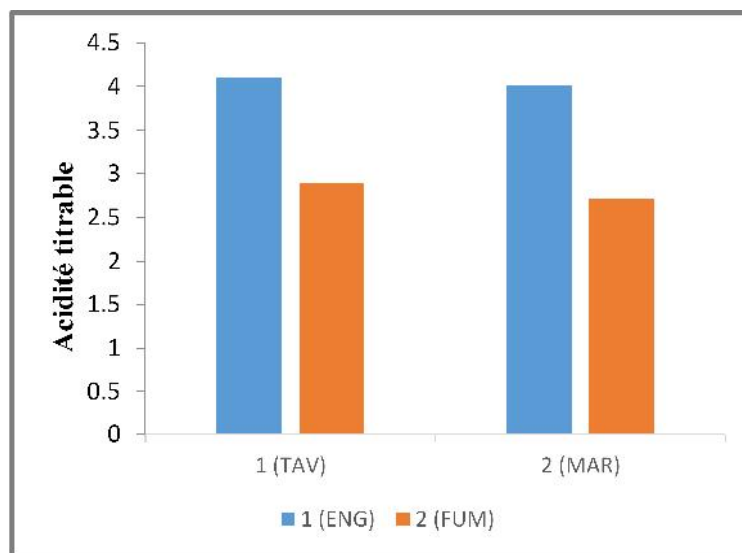


Figure 54: Effet de fertilisation sur l'acidité titrable du jus de tomate.

Les résultats d'analyse de la variance (Tab 44) montrent une différence très hautement significative pour le facteur type de fertilisation et ne montrent aucune différence significative pour le facteur variété ainsi que l'interaction des deux facteurs. On peut dire que l'engrais minéral fait augmenter l'acidité du jus de tomate.

Tableau 44: Résultat de la variance de l'acidité titrable du jus de tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,664	11	0,515				
VAR.FACTEUR 1	0,059	1	0,059	0,562	0,47989		
VAR.FACTEUR 2	4,763	1	4,763	45,563	0,00019		
VAR.INTER F1*2	0,007	1	0,007	0,063	0,80333		
VAR.RESIDUELLE 1	0,836	8	0,105			0,323	9,43%

Le Test de NEWMAN –KEULS (tab 45) fait apparaitre deux groupes homogène pour le facteur type de fertilisation avec en groupe **A** le traitement engrais minéral (4,06), et en groupe **B** le traitement fumier (2,8).

Tableau 45 : Test de NEWMAN -KEULS sur l'acidité titrable du jus de tomate.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	ENG	4,06	A	
2.0	FUM	2,8		B

2-3-Vitamine C du jus de tomate (mg/l)

La valeur maximale de la teneur en vitamine C du jus de tomate est obtenue avec la variété Tavira fertilisée avec l'engrais minéral (3,52g/l), et la valeur minimale est obtenue avec la variété Marmande fertilisée avec du fumier (2,64). Le tableau et la figure (55) illustrent ces variations.

Tableau 46: Teneur en vitamine C du jus de tomate.

	TAV	MAR
ENG	3,52±0,12	3,08±0,18
FUM	3,08±0,28	2,64±0,14

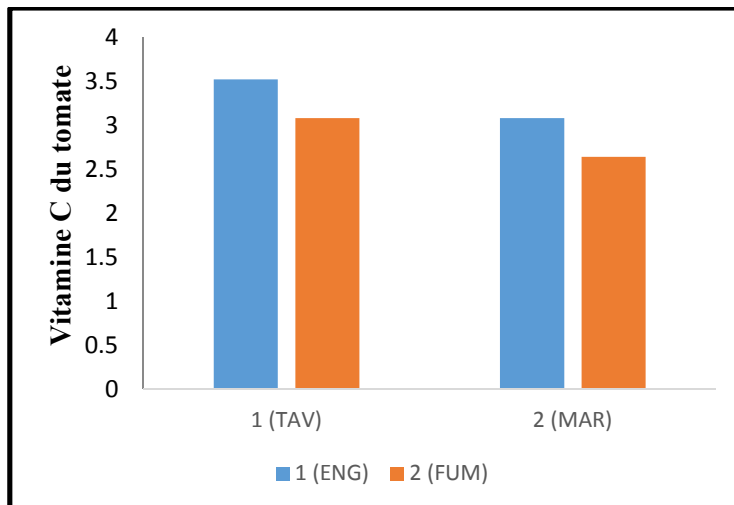


Figure 55: Effet de fertilisation sur la teneur en vitamine C du jus de tomate (g/l).

Les résultats d'analyse de la variance (Tab 47) montrent une différence hautement significative pour les deux facteurs et ne montrent aucune différence significative pour l'interaction des deux facteurs.

Tableau 47 : Résultat de la variance de la teneur en vitamine C du jus de tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,451	11	0,132				
VAR.FACTEUR 1	0,581	1	0,581	16,05	0,00401		
VAR.FACTEUR 2	0,581	1	0,581	16,048	0,00401		
VAR.INTER F1*2	0	1	0	0	0,99		
VAR.RESIDUELLE 1	0,29	8	0,036			0,19	6,18%

Le Test de NEWMAN-KEULS (tab 48) fait apparaitre deux groupes homogène pour le facteur variété avec en groupe **A** la variété Tavira (3,3), et en groupe **B** la variété Marmande (2,86).

Tableau 48 : Test de NEWMAN -KEULS sur la teneur en vitamine C du jus de tomate

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPEs HOMOGENES	
1.0	TAV	3,3	A	
2.0	MAR	2,86		B

Le Test de NEWMAN-KEULS (tab 49) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation avec en groupe **A** le traitement engraisminéral (3,3), et en groupe **B** le traitement fumier (2,86).

Tableau 49 : Teste de NEWMAN -KEULS sur la teneur en vitamine C du jus de tomate.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPEs HOMOGENES	
1.0	ENG	3,3	A	
2.0	FUM	2,86		B

2-4-Teneur en β -carotène du jus de tomate (mg/l).

Le tableau montre que la plus grande valeur de la teneur en β -carotène du jus de tomate est obtenue avec le traitement fumier avec la variété Marmande (3,07), et la valeur minimale est obtenue avec la variété Tavira avec le traitement fumier (2,43), la figure (56) illustre ces variations.

Tableau 50 : Teneur en β –carotène du jus de tomate (mg/l).

	1 (TAV)	2 (MAR)
1 (ENG)	2,61 $\pm$ 0,09	2,6 $\pm$ 0,2
2 (FUM)	2,43 $\pm$ 0,23	3,07 $\pm$ 0,17

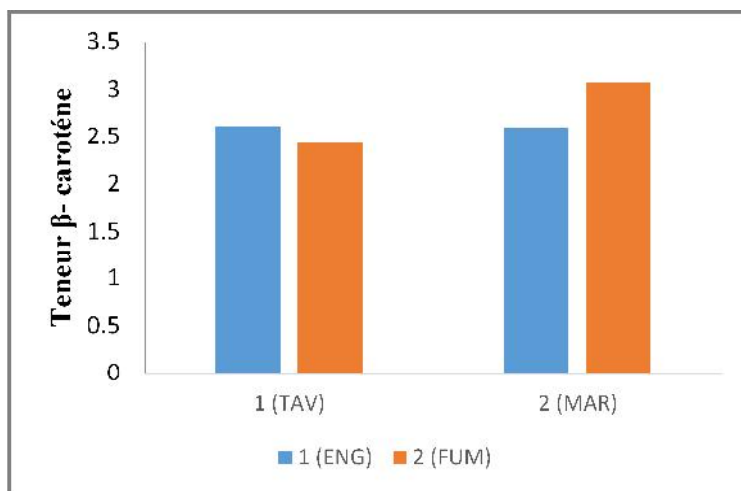


Figure 56 : Effet de fertilisation sur la teneur en β –carotène du jus de tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance de la teneur en β –carotène du jus de tomate. (Tab 51) montrent une différence significative pour le facteur variété ainsi que l'interaction des deux facteurs mais non significative pour le facteur type de fertilisation. Nos résultats rejoignent ceux obtenus par ACHIR et DJEBRA (2015) ayant travaillé sur le même thème que le notre, avec une valeur de 3,8 mg/l pour la variété Tavira.

Tableau 51: Résultat de la variance de la teneur de β –carotène.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,937	11	0,085				
VAR.FACTEUR 1	0,298	1	0,298	9,166	0,01604		
VAR.FACTEUR 2	0,063	1	0,063	1,942	0,19912		
VAR.INTER F1*2	0,317	1	0,317	9,758	0,01391		
VAR.RESIDUELLE 1	0,26	8	0,032			0,18	6,73%

Le Test de NEWMAN –KEULS (tab52) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur variété avec en groupe A la variété Marmande (2,835), et en groupe B la variété Tavira (2,52).

Tableau 52: Test de NEWMAN -KEULS de la teneur de β –carotène.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	MAR	2,835	A	
1.0	TAV	2,52		B

Le test de NEWMAN-KEULS (Tab53), fait apparaitre deux groupes homogène pour l'interaction des deux facteurs avec en groupe A la variété Marmande et du traitement fumier.

Tableau 53 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur de β –carotène.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0 2.0	MAR FUM	3,07	A	
1.0 1.0	TAV ENG	2,61		B
2.0 1.0	MAR ENG	2,6		B
1.0 2.0	TAV FUM	2,43		B

2-5- Dosage du lycopène du jus de tomate (mg/l)

Le tableau montre que la valeur maximale est obtenue avec la variété Marmande et le traitement fumier (2,56), et la valeur minimale est obtenue avec la variété Tavira et le traitement engrais minéral (1,13), la figure (57) illustre ces variations.

Tableau 54:la teneur du lycopène du jus de tomate (mg/l).

	TAV	2 (MAR)
1 (ENG)	1,13±0,11	1,55±0,15
2 (FUM)	1,22±0,12	2,56±0,16

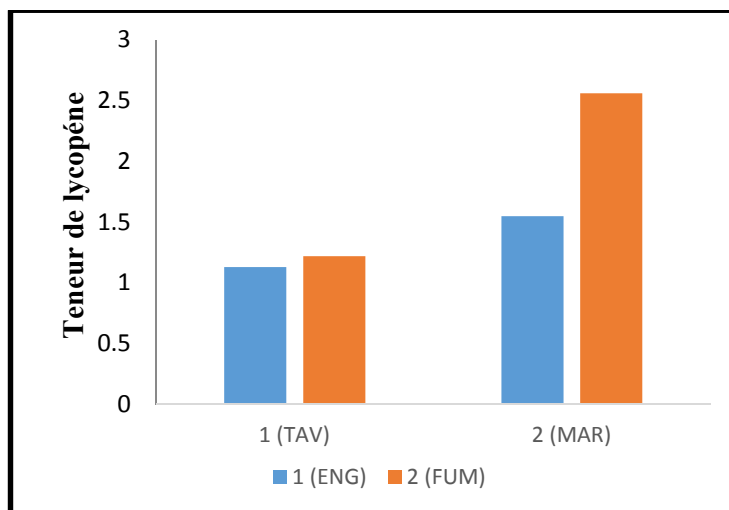


Figure 57 : Effet de fertilisation sur la teneur enlycopène du le jus de tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab 55) montrent une différence très hautement significative pour les deux facteurs (variété et type de fertilisation) et une différence hautement significative pour l'interaction des deux facteurs. On peut dire que le fumier enregistre de meilleures teneurs en lycopène comme est le cas des travaux de SILI (2016).

Tableau 55: Résultat de la variance de Dosage du lycopène du jus de tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4,015	11	0,365				
VAR.FACTEUR 1	2,323	1	2,323	124,573	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	0,908	1	0,908	48,662	0,00016		
VAR.INTER F1*2	0,635	1	0,635	34,035	0,00047		
VAR.RESIDUELLE 1	0,149	8	0,019			0,137	8,46%

Le Test de NEWMAN –KEULS (tab56) fait apparaitre deux groupes homogène pour le facteur variété avec en groupe **A** la variété Marmande (2,055), et en groupe **B** la variété Tavira (1,175).

Tableau 56 : Test de NEWMAN-KEULS de la teneur en lycopène du jus de tomate.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	MAR	2,055	A	
1.0	TAV	1,175		B

Le Test de NEWMAN –KEULS (tab57) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation avec en groupe **A** l’apport du fumier (1,89), et en groupe **B** la fertilisation minérale(1,34).

Tableau 57: Test de NEWMAN -KEULS de la teneur du lycopène du jus de tomate.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	FUM	1,89	A	
1.0	ENG	1,34		B

Le Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en lycopène du jus de tomate (Tab 58) fait apparaître trois groupes homogènes pour l’interaction des deux facteurs avec en groupe **A** la variété Marmande combinée avec l’apport du fumier.

Tableau 58: Test de NEWMAN -KEULS de dosage du lycopène du jus de tomate.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	MAR FUM	2,56	A		
2.0 1.0	MAR ENG	1,55		B	
1.0 2.0	TAV FUM	1,22			C
1.0 1.0	TAV ENG	1,13			C

2-6-Sucre totaux du jus du fruit de tomate (mg/100ml).

Le tableau 59 montre que la valeur maximale de la teneur en sucres totaux du jus de tomate est obtenue avec la variété Tavera avec le traitement fumier (20,163), et la valeur minimale est obtenue avec la variété Marmande et le même traitement (17,77), la figure (58) illustre ces variations.

Tableau 59: sucre totaux de la tomate.

	TAV	MAR
ENG	19,2±0,2	18,6±0,6
FUM	20,163±0,604	17,77±0,57

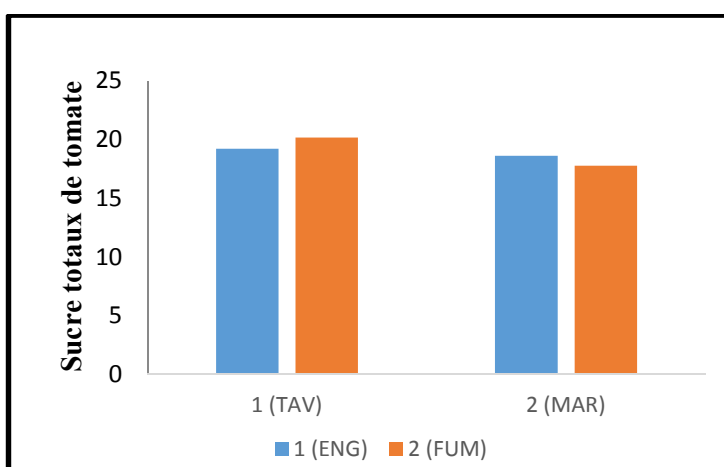


Figure 58 : Effet de fertilisation sur la teneur en sucre totaux de la tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab 60) montrent une différence significative pour le facteur variété et une différence significative pour l'interaction des deux facteurs. Pour le facteur type de fertilisation, aucune différence significative n'est enregistrée pour ce paramètre.

Tableau 60: Résultat de la variance des sucres totaux de la tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	11,323	11	1,029				
VAR.FACTEUR 1	6,72	1	6,72	24,679	0,00121		
VAR.FACTEUR 2	0,013	1	0,013	0,049	0,82443		
VAR.INTER F1*2	2,412	1	2,412	8,858	0,01732		
VAR.RESIDUELLE 1	2,178	8	0,272			0,522	2,76%

Le Test de NEWMAN –KEULS (Tab 61) montre deux groupes homogènes avec en groupe **A** la variété Tavira (19,682) et la variété Marmande en groupe **B** (18,185).

Tableau 61: Test de NEWMAN -KEULS des sucres totaux de la tomate.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPEES HOMOGENES	
1.0	TAV	19,682	A	
2.0	MAR	18,185		B

Pour l'interaction, le test de NEWMAN -KEULS (Tab 62) fait apparaitre trois groupes homogènes avec en groupe **A** la variété Tavira et le Fumier (20,163) et la variété Tavira Engrais (19,2), en groupe intermédiaire **AB** pour l'interaction Tavira Engrais (19,2).

Tableau 62: Test de NEWMAN -KEULS des sucres totaux de la tomate.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPEES HOMOGENES		
1.0 2.0	TAV FUM	20,163	A		
1.0 1.0	TAV ENG	19,2	A	B	
2.0 1.0	MAR ENG	18,6		B	C
2.0 2.0	MAR FUM	17,77			C

2-7- Sucres réducteurs (g/l)

Le tableau montre que la valeur maximale des sucres réducteurs de la tomate est obtenue avec la variété Marmande avec le traitement engrais (12,53), et la valeur minimale est obtenue chez la variété Tavira avec le traitement fumier (8,55), la figure (59) illustre ces variations.

Tableau 63: Sucre réducteur de la tomate.

	TAV	MAR
ENG	11,39 ±0,59	12,53±0,43
2 (FUM)	8,55±0,55	9,59±0,69

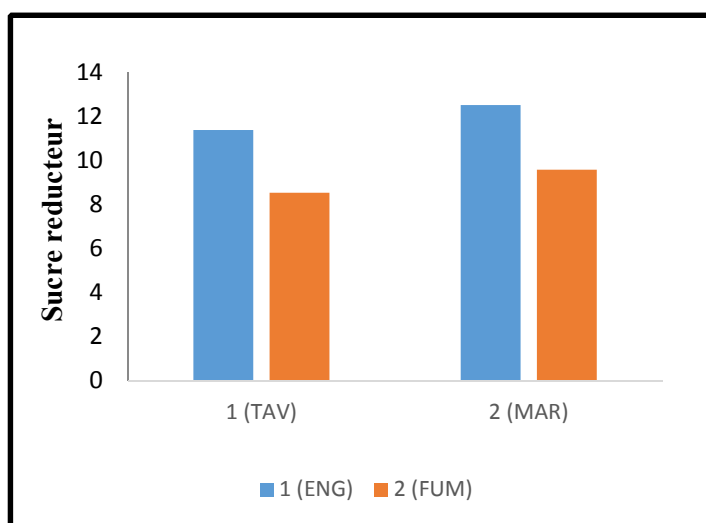


Figure59 : Effet de fertilisation sur le sucre réducteur de la tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab 64) montrent une différence significative pour le facteur variété et une différence très hautement significative pour le facteur type de fertilisation sur la teneur en sucre réducteur de la tomate. Nos résultats rejoignent ceux de obtenus par NEDJAR ET GHEZRAOUI (2012)

Tableau 64 : Résultat de la variance des sucres réducteurs de la tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	31,251	11	2,841				
VAR.FACTEUR 1	3,564	1	3,564	10,87	0,01079		
VAR.FACTEUR 2	25,056	1	25,056	76,414	0,00004		
VAR.INTER F1*2	0,007	1	0,007	0,023	0,87815		
VAR.RESIDUELLE 1	2,623	8	0,328			0,573	5,45%

Le Test de NEWMAN–KEULS (tab 5) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur variété avec en groupe **A** la variété Marmande (11,06), et en groupe **B** la variété Tavira (9,97).

Tableau 65: Test de NEWMAN -KEULS desucre réducteur de la tomate.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	MAR	11,06	A	
1.0	TAV	9,97		B

Pour le facteur Type de fertilisation, le Test de NEWMAN –KEULS (tab 66) fait apparaître deux groupes homogènes avec en groupe **A** le traitement Engrais (11,96), et en groupe **B** le traitement (9,07).

Tableau 66: Test de NEWMAN -KEULS de sur le sucre réducteur de la tomate.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	ENG	11,96	A	
2.0	FUM	9,07		B

2-8-Teneur en eau du fruit de tomate (%)

Le tableau montre que la valeur maximale du la teneur en eau de fruit de tomate est obtenue avec la variété Tavira avec le traitement engrais (59,38), et la valeur minimale est obtenue avec la variété Marmande avec le traitement fumier (48,95), la figure (60) illustre ces variations.

Tableau 67 : Teneur en eau de fruit de tomate (%).

	TAV	MAR
ENG	59,38±0,38	58±0,835
FUM	56,15±0,14	48,95±0,05

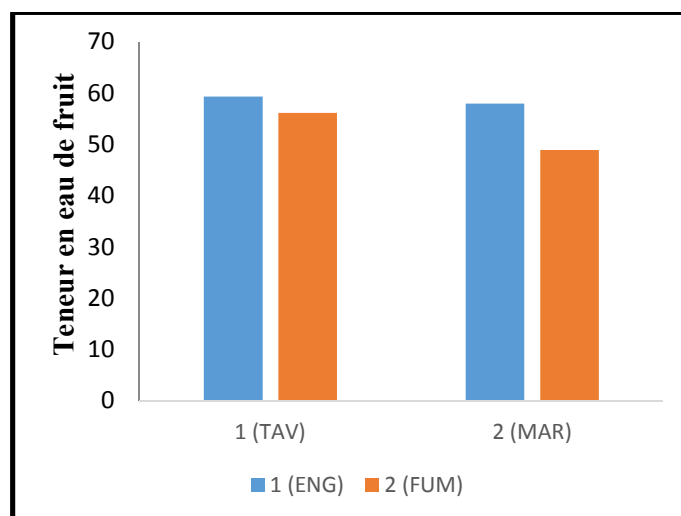


Figure 60: Effet de fertilisation sur la teneur en eau de fruit de tomate (%)

Les résultats de l'analyse de la variance (Tab 68) montrent une différence très hautement significative pour les deux facteurs ainsi que leur interaction. Nos résultats confirment ceux obtenus par SILI (2016) par rapport à l'influence du type de fertilisation sur la teneur en eau de la tomate. On peut dire que la fertilisation minérale accumule plus d'eau dans le fruit que la fertilisation organique.

Tableau 68 : Résultat de la variance de la teneur en eau de fruit de tomate.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	195,444	11	17,768				
VAR.FACTEUR 1	55,212	1	55,212	255,584	0		
VAR.FACTEUR 2	113,099	1	113,099	523,547	0		
VAR.INTER F1*2	25,404	1	25,404	117,599	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	1,728	8	0,216			0,465	0,84%

En effet le Test de NEWMAN –KEULS(Tab 69) montre deux groupes homogènes pour le facteur variété avec en groupe **A** la variété Tavira (57,765),et en groupe **B** la variété Marmande (53,475).

Tableau 69 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en eau de fruit de tomate.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TAV	57,765	A	
2.0	MAR	53,475		B

Le Test de NEWMAN –KEULS (Tab 70) montre deux groupes homogènes pour le type de fertilisation, avec en groupe A l’engrais minéral (58,69) et le fumier en groupe B (52,55).

Tableau 70 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en eau de de tomate.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	ENG	58,69	A	
2.0	FUM	52,55		B

Le Test de NEWMAN -KEULS (Tab 71) fait apparaitre fait apparaitre quatre groupes homogène pour l’interaction des deux facteurs, avec en groupe A l’interaction variété Tavira Engrais (59,38).

Tableau 71 : Test de NEWMAN -KEULS de la teneur en eau de fruit de tomate.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 1.0	TAV ENG	59,38	A			
2.0 1.0	MAR ENG	58		B		
1.0 2.0	TAV FUM	56,15			C	
2.0 2.0	MAR FUM	48,95				D

2-9 Détermination du Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine (%)

La valeur maximale du taux moyen de matière sèche de la partie souterraine est obtenue avec la variété Marmande fertilisée avec du fumier (57,73) et la valeur minimale est obtenue avec la variété Tavira et le traitement engrais minéral (14,91). Le tableau et la figure illustrent ces différences.

Tableau 72: Résultat de la variance du Taux moyen de matière sèche de la partie sous terraine(%)

	TAV	MAR
ENG	14,91 ± 0.442	29,74 ± 0,872
FUM	28,64 ± 0,445	57,73 ± 1,05

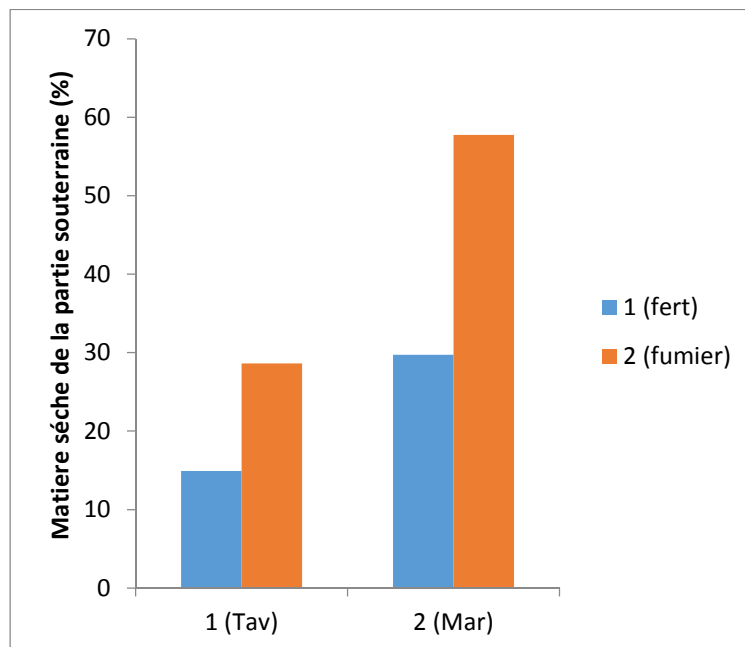


Figure 61 : Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)

Les résultats de l'analyse de la variance du Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine de la plante, montre une différence très hautement significative pour les deux facteurs ainsi que leurs interactions.

Tableau 73 : Résultat de l'analyse de la variance du Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2910,359	11	264,578				
VAR.FACTEUR 1	1446,725	1	1446,725	1938,432	0		
VAR.FACTEUR 2	1305,418	1	1305,418	1749,099	0		
VAR.INTER F1*2	152,511	1	152,511	204,346	0,00003		
VAR.BLOCS	1,226	2	0,613	0,822	0,48631		
VAR.RESIDUELLE 1	4,478	6	0,746			0,864	2,64%

Le Test de NEWMAN -KEULS (Tab74), fait apparaitre deux groupes homogènes avec en groupe A la variété Marmande (43.735) et en groupe B la variété Tavira (21,775).

Tableau 74 : Test de NEWMAN -KEULS du taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	MAR	43,735	A	
1.0	TAV	21,775		B

Le Test de NEWMAN -KEULS sur le taux moyen de matière sèche de la partie souterraine (Tab 75) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur type de fertilisation, avec en groupe A le fumier (43.185) et en groupe B la fertilisation avec de l'engrais minéral (22,325).

Tableau 75 : Test de NEWMAN -KEULS sur le taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	FUM	43,185	A	
1.0	ENG	22,325		B

Le Test de NEWMAN -KEULS sur le taux moyen de matière sèche de la partie souterraine (Tab 76) fait apparaitre trois groupes homogènes pour l'interaction des deux facteurs avec en groupe A, la variété Marmande avec le fumier (57.73).

Tableau 76: Test de NEWMAN -KEULS sur le Taux moyen de matière sèche de la partie souterraine(%)

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	MAR FUM	57,73	A		
2.0 1.0	MAR ENG	29,74		B	
1.0 2.0	TAV FUM	28,64		B	

1.0 1.0	TAV ENG	14,91			C
---------	---------	-------	--	--	---

9-10-determination de matière sèche de la partie aérienne de la plante (%)

La valeur la plus élevée du taux moyen de matière sèche de la partie aérienne du plant est obtenue chez la variété Tavira fertilisée avec du fumier (25.08%) et la valeur la plus petite est obtenue avec la variété Marmande fertilisée avec du fumier (19.29%). Le tableau et la figure illustrent ces différences.

Tableau 77 : Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne (%)

	TAV	MAR
ENGR	21,33±0.029	21,9±0.623
FUM	25,08±0.279	19,29±0.62

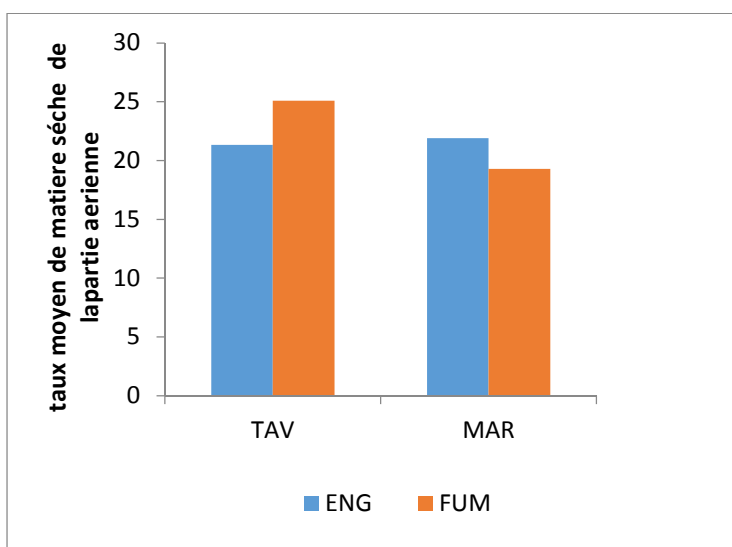


Figure 62: Effet de la fertilisation sur le Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne (%)

Le tableau de l'analyse de la variance montre une différence hautement significative pour le facteur variété et une différence hautement significative pour l'interaction des deux facteurs. Et il ne montre aucune différence pour le facteur fertilisation.

On peut dire que la fertilisation organique est minérale donne la même vigueur au plant.

Tableau 78: Résultat de l'analyse du Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne (%)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
--	-------	-----	------	--------	-------	------	------

VAR.TOTALE	55,458	11	5,042				
VAR.FACTEUR 1	20,436	1	20,436	72,094	0,00026		
VAR.FACTEUR 2	0,975	1	0,975	3,439	0,11118		
VAR.INTER F1*2	30,337	1	30,337	107,025	0,00011		
VAR.BLOCS	2,01	2	1,005	3,546	0,09597		
VAR.RESIDUELLE 1	1,701	6	0,283			0,532	2,43%

Le Test de NEWMAN -KEULS (Tab 79) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur variété avec en groupe **A** la variété Tavira (23,205), et en groupe **B** la variété Marmande (20.595).

Tableau 79: Test de NEWMAN -KEULS du Taux moyen de matière sèche de la partie aérienne(%)

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	TAV	23,205	A	
2.0	MARM	20,595		B

Le Test de NEWMAN -KEULS (Tab 80) fait apparaitre trois groupes homogènes pour l'interaction des deux facteurs étudiés avec en groupe **A** l'interaction Tavira Engrais (25.08).

Tableau 80: Test de NEWMAN -KEULS du taux moyen de matière sèche de la partie aérienne(%)

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 2.0	TAV ENG	25,08	A		
2.0 1.0	MAR ENG	21,9		B	
1.0 1.0	TAV ENG	21,33		B	
2.0 2.0	MAR FUM	19,29			C

Conclusion

Notre travail a porté sur l'influence de deux types de fertilisations : l'une à base d'engrais minéral et l'autre est un apport de fumier organique, sur les paramètres agronomiques et technologiques chez deux variétés de tomate maraîchères Hybride (Variété Tavira) et fixée (Variété Marmande). L'objectif de l'étude est de déterminer la possibilité de réduire et même de substituer la fertilisation minérale par une fertilisation organique pour une agriculture durable de conservation. Aussi réduire l'utilisation des variétés hybrides et maintenir la culture des variétés fixées en améliorant leurs performances en quantité et en qualité.

Sur la base des résultats de l'analyse de la variance sur les deux facteurs étudiés, il ressort les observations suivantes :

- Pour les paramètres agronomiques

Sur l'ensemble des paramètres agronomiques mesurés, aucune différence significative n'est enregistrée à savoir: le nombre de fruits par bouquet, le calibre moyen d'un fruit, le diamètre final de la tige, le rendement potentiel ainsi que le rendement réel.

Pour le facteur variété, une différence significative est notée pour le nombre de fleur par bouquet, le taux de nouaison et le nombre de fleurs avortées. Nous avons noté une différence hautement significative pour le poids moyen d'un fruit.

Pour l'interaction des deux facteurs, aucune différence significative n'est enregistrée par rapport à ces paramètres cités.

En effet, la variété fixée Marmande et l'utilisation du fumier organique ont montré les hautes performances de celle-ci sur le plan vigueur du plant et tolérance ainsi que la résistance aux maladies comparée à la variété hybride Tavira qui elle était plus productive étant donné le caractère hybride de la variété qui est dû à l'effet hétérosis hérité des deux parents.

Pour les paramètres technologiques :

Nous avons enregistré une différence hautement significative pour plusieurs paramètres à savoir: La teneur en eau du fruit de tomate ; le taux de matière sèche du fruit, teneur en matière sèche de la partie souterraine ainsi que de la partie aérienne, les sucres réducteurs, l'acidité titrable, le pH, et les lycopènes.

Une différence significative est notée pour les sucres totaux, la vitamine C, ainsi que la teneur en β carotène.

Conclusion

On peut dire que l'apport du fumier contribue à la baisse du pH du jus de tomate comme il enregistre une meilleure teneur en Lycopène. Par contre la teneur en Vitamine C, les sucres totaux et β carotène semblent se concentrer avec la fertilisation minérale.

Il faut signaler qu'il est important de maîtriser l'itinéraire technique de la plante afin d'optimiser les capacités de production des deux variétés étudiées. La technologie d'aujourd'hui a mis à notre disposition des moyens pour obtenir un produit de qualité et en quantité suffisante reste à augmenter la qualité de nutriments dans le fruit au bénéfice de la santé humaine.

En perspective :

-Pour les essais futurs, nous conseillons d'approfondir cette recherche pour confirmer nos résultats.

- D'apporter le fumier bien avant la plantation pour que la plante profite de sa richesse en éléments minéraux lors de sa décomposition dans le sol.

- Respecter le calendrier de production de la plantation évitant les fortes chaleurs dans la serre au risque de compromettre le potentiel de production de la plante.

-Sensibilisé la population et les agriculteurs sur le danger que présente l'utilisation abusive des produits chimiques de synthèses ainsi que les produits phytosanitaires.

-Que les agriculteurs soient encouragés par l'Etat par le biais de formation ainsi que des subventions pour les produits qui respectent l'homme et l'environnement.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- 1) **ACHIR R et DJEBRA N, 2015.** Effet de différentes doses de la fertilisation potassique sur le comportement de la qualité nutritionnelle chez deux variétés de tomate hybride cultivées sous serre.
- 2) **AMEUR et BENSEBBA ,2005.** Contribution à l'étude de l'utilisation des engrais et des produits phytosanitaires dans la wilaya de Tizi-Ouzou (mémoire d'ingénieur, UMMTO.
- 3) **ATHERTON et HARRIS. 1986.** Flowing in the tomato crop. Scientific basis for improvement. Ed ATHERTON .G and RUDICH J .London .New York.
- 4) **BODET J, 1990 .**fertiliser avec les engrais de ferme. Institut de l'élevage. New Holland.
- 5) **BOUDHAR et CHAOU ,2016** industrielles certification %20ABO.pdf , le contrôle et la certification en agriculture biologique, version Tunisie 1^{er} édition 2006.
- 6) **CHAABANE et IABDIOUENE ,2007.** Contribution à l'étude des contraintes de l'usage de l'engrais dans la cerealiculture dans la wilaya de Tizi Ouzou.
- 7) **CHAUX et FOURY. , 1994.** Culture légumière Tome 3 .Ed Lavoisier, Paris.
- 8) **CHRISTIANE de Carné-Caravalet, 2011.** Agriculture biologique, une approche scientifique ; 472p.
- 9) **CRONQUIST (1981), GAUSSEN et al. (1982),**
- 10) **DOLIGEZ P, 2007.** Guide pratique le compostage de fumier de cheval en élevage, Les Haras nationaux
- 11) **Gabriel GUET, 2003.** Mémento d'agriculture biologique ; 416p.
- 12) **GALLAIS et BANNEROT, 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA
- 13) **GERARD M, 1998.** Soignez toutes les plantes potagères ; 304p.
- 14) **GRASSELLY ,2000.** tomate pour un produit de qualité .Ed Lavoisier. CTIFL.
- 15) **HADJOU L. 2013.** Les cahiers du CREAD n°105/106-2013 agriculture biologique en Algérie : potentiel et perspectives de développement.
- 16) **ITCMI, 2015,** guide pratique, la culture de tomate sous serres ; 12p.
- 17) **Larousse agricole, 2012 ; 767p.**
- 18) **LATIGUI A, 1984.** Effet des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister. INRA

Références bibliographiques

- 19) **LAUMONNIER R.**, 1979. Culture légumière et maraichère Tome 3 .Ed Bailliére, Paris. 279p.
- 20) **Madeleine Inckel et al., 2005.**La fabrication et l'utilisation du compost *Série Agrodok* No. 8, Fondation Agromisa, Wageningen Pays-Bas.
- 21) **MADRPM/DERD IN° 571** Juin 1999. Fiche Technique Tomate sous serre ; 4p.
- 22) **MIGUEL A. ALTIERI ,1986.** L'agro écologie bases scientifiques d'une agriculture alternative, 237p.
- 23) **MUSTIN M, 1987.**Le composte, Ed F. Dubuse, Paris ; 953p.
- 24) **OOREKA**, 2007).
- 25) **OOREKA, 2007.**Fumier composté : quelle utilisation ?
- 26) **PERON J., 2006.**productions légumières Tome 2 .Ed Lavoisier, Paris.
- 27) **PHILIPPE H et ANGLAG ,2011.**Fiche technique, Chambre d'agriculture de DEUX SEVRES de France. [sevres.chambagri.fr/fileadmin/publication/CA79/19_Production Animales/Documents/FTECH_2011_ABI_Fertiliser_les_prairies_avec_les_fumiers_02. Pdf](http://sevres.chambagri.fr/fileadmin/publication/CA79/19_Production_Animales/Documents/FTECH_2011_ABI_Fertiliser_les_prairies_avec_les_fumiers_02.Pdf)
- 28) **POLESE J, M ,2007** : la culture de tomate .Ed SNP Lee fung. Chine.
- 29) **PONTAILLER S ., 1971** .Engrais et fumure tome 4 .presses universitaires de France, Paris.
- 30) **PUBLISHERS B, 2004.**Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2 :legumes.736p.
- 31) **REY Y et COSTES C. ,1965** .La physiologie de la tomate, étude bibliographique .INRA
- 32) **SAAD S, 2015** .effet de l'interaction N ×K sur les paramètres agronomiques et technologiques chez une variété de tomate industrielle
- 33) **SCHVARTZ C et al., 2005.** Guide de la fertilisation raisonnée .Ed France Agricole, Paris.
- 34) **SHANKARA N et al., 2005.**La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation .Ed Fondation Agromisa et CTA, Wageningen.105p.
- 35) **SILI S ,2016** .Etude d'impact d'une fertilisation a base du compost, fumier et engrais minéral sur l'environnement et la santé