



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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'études

En vue d'obtention du diplôme de Master en Sciences agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

Thème :

Etude comparative entre la fertilisation organique et minérale sur le comportement, la production et le rendement chez une variété de tomate industrielle (Marmande) cultivée en plein champs.

Présenté par : M^{elle} SELMANI Kahina

Devant le jury :

Présidente: M^{me} MEDJDOUB BENSSAD .F Professeur à L'U.M.M.T.O

Promotrice : M^{me} SI-SMAIL GHEBBI K. Maitre de conférences B à L'UMMTO

Examinatrice : M^{me} KHELFANE-GOUCEM K. Maitre de Conférences A. à l'UMMTO

Promotion : 2018/2019

Remerciements

Tout d'abord, j'tiens à remercier le bon Dieu tout puissant qui m'a donné le courage et la force pour réaliser ce travail et de m'avoir guidé sur le droit chemin tout au long du travail.

J'adresse mes remerciements à ma promotrice Mme SI SMAIL GHEBBI K. Maître de conférence à la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'UMMTO, qui a accepté de m'encadrer et pour ses précieux conseils et sa gentillesse.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent aussi à la présidentes de jury Mme MEDJDOUB BENZAAD F. Professeur à l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury.

Mes sincères remerciements à Mme KHELFAANE-GOUCEM Maître-assistant à l'UMMTO d'avoir accepté de faire partie de jury de ce travail.

Mes remerciements également à l'ensemble du personnel de « l'ITMAS de Boukhalfa » en particulier M^{elle} HEDJAZ qui m'a aidé et facilité la tâche au cours de ma pratique.

A toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Au nom de Dieu le clément et le miséricordieux,

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de ma grand mère.

Mes très chers parents Salem et Sadia, source de tendresse, amour, patience et surtout pour leurs grands soutiens tout au long de mon cursus.

Que Dieu me les protège.

Je dédie également ce travail à mes chers frères et sœurs

Amar, Nadia, Arezki, Sonia, Fatiha, Tinhinane,

Qui n'ont jamais cessé de croire en moi.

Mes deux beaux-frères en particulier Rabah.

A notre petit ange Younes

Sans oublier mes chers ami(e)s qui m'ont beaucoup soutenu.

A toutes les étudiantes en Master II protection des végétaux.

2018/2019.

Habina



Figure n°01 : Système racinaire du plant de la tomate(Originale.2019).....	9
Figure n° 02 :Tige du plant de tomate(Originale.2019).....	10
Figure n° 03 :Feuille composée chez la tomate(Originale.2019)	10
Figure n° 04 :Fleur de la plante de tomate(Originale.2019)	11
Figure n° 05 :Bouquet floraux (Originale.2019).....	11
Figure n°06 : fruit de la plante de tomate(Originale.2019).....	12
Figure n°07 :Graines de la tomate(Originale.2019).....	13
Figure n° 08 :Pollinisationpar une abeille(Originale.2019).....	16
Figure n°09 :Localisation par satelite de la station agricole de I.T.M.A.S de Boukhalfa (Googel earth.2019)	38
Figure n°10 : Diagramme ombrothémique au cours du cycle de la plante (Originale.2019)..	41
Figure n° 11 : Fruits de tomate variété Marmande (Originale.2019)	42
Figure n° 12 : Préparation du sol et apport de fumier(Originale.2019).....	43
Figure n° 13 : Apport d'engrais minéral (potassium et azote)(Originale.2019).....	43
Figure n° 14 : Plants de tomate (Originale.2019)	44
Figure n° 15 : Plantation (Originale.2019)	44
Figure n° 16 : Binage sur plant de tomate (Originale.2019).....	46
Figure n° 17 : Irrigation sur la parcelle de tomate (Originale.2019)	46
Figure n° 18 : Différents mauvaises herbes rencontrés au cours de cycle de la tomate A : <i>Amaranthusretroflexus</i> B : <i>Portulacaoleracea</i> C : <i>Echinochloacolona (L)</i> Link D : <i>Euphorbiaprostrata</i> Aiton, E : <i>Tribulusterrestris</i> , F : <i>Cyperusronundus</i> b L (Originale.2019).....	47

Figure n° 19 : Taille des plants avec un sécateur (A : avant l'ébourgeonnage, B : après l'ébourgeonnage) (Originale.2019).....	48
Figure n° 20 : Palissage de la tomate (Originale.2019)	49
Figure n° 21 : Plants de tomate a différents stade de développement (Originale.2019).....	50
Figure n° 22 : Enroulements des feuilles de la tomate (Originale. 2019).....	51
Figure n° 23 : Coulure des fleurs (Originale. 2019).	51
Figure n° 24 : Cicatrice pédonculaire ligneuse sur la tomate (Originale. 2019).....	52
Figure n°25: Identification de <i>Altenaria tomatophila</i> sur les fruits (Originale. 2019).....	53
Figure n° 26 : Attaque d'Acariens sur tomate (Originale.2019).....	53
Figure n° 27: Galerie de la mineuse de la tomate sur les feuilles (Originale.2019)	54
Figure n° 28 : Pourriture causée par <i>Botrytis cinerea</i> sur fruits(Originale.2019).....	54
Figure n° 29: Disposition expérimentale de notre essai.....	58
Figure n° 30 : Hauteur de la tige principale du plant de tomate(Originale.2019)	59
Figure n° 31 : Diamètrede la tige au collet (Originale.2019).	60
Figure n° 32 : Nombre des fruits par plant (originale.2019).....	61
Figure n° 33 : Poids moyen des fruits (Originale.2019).	61
Figure n°34: Diamètre du fruit (Originale/2019).....	62
Figure n° 35 : Effet de type e fertilisation sur la hauteur de la tige.	64
Figure n° 36 : Effet de type de fertilisation sur le diamètre de la tige principale.	66
Figure n° 37 : Effet de type de fertilisation sur le nombre moyen de bouquets floraux.	68
Figure n° 38 : Effet de fertilisation sur le nombre moyen de fleurs.	69
Figure n° 39 : Effet de traitement de fertilisation sur le nombre moyen des fruits par plant	71
Figure n°40 : Effet de la fertilisation sur le diamètre moyen d'un fruit par plant	72
Figure n°41 : Effet de la fertilisation sur le poids moyen d'un fruit	74

Figure n°42 :Effet de fertilisation sur le poids moyens total des fruits. 75

Figure n°43 :Effet de fertilisation sur le rendement réel(Qtx)..... 77

Figure n°44 :Effet de fertilisation sur le rendement potentiel en fruits de tomate..... 78

Tableau n°01 :Principaux producteurs de la tomate dans le monde	4
Tableau n°2 :Bilan de la campagne agricole (2013-2017) pour la wilaya de TiziOuzou	5
Tableau n°03 :Quantité moyenne des éléments minéraux chimiques de la tomate	6
Tableau n°04 :Teneur en vitamines de la tomate.....	6
Tableau n°05 :Teneur en éléments minéraux de la tomate.....	7
Tableau n°06 :Principales maladies de la tomate est leurs traitements	25
Tableau n°07 :Principaux virus sur de la tomate.....	27
Tableau n°08 :Principaux ravageurs de la tomate	27
Tableau n°09 :Bilan d'exportation en éléments minéraux sur un cycle complet de plant de tomate	29
Tableau n°10 :Humidité de l'air au cours du cycle de la plante.....	40
Tableau n°11 :Températures moyennes mensuelles durant le cycle de la plante.....	40
Tableau n°12 :Pluviométrie mensuelle enregistrée durant le cycle de la plante.	40
Tableau n°13 : Les traitements utilisés pendant la période d'essai	56
Tableau n°14 :La conduite des plants.....	56
Tableau n°15 :Résultats d'analyse physico-chimique du sol.	57
Tableau n°16 :Résultat de l'analyse de la variance de la hauteur de la tige par plant.....	65
Tableau n°17 :Test de NEWMAN-KEULS de la hauteur de la tige (cm).....	66
Tableau n°18 :Test de NEWMAN-KEULS de la hauteur de la tige (cm).....	66
Tableau n°19 :Résultats de l'analyse de la variance du diamètre de la tige principale.	67
Tableau n°20 :Test de NEWMAN-KEULS de diamètre de la tige principale.	68
Tableau n°21 :Test de NEWMAN-KEULS de diamètre de la tige principale.....	68
Tableau n°22 :Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen des bouquets floraux.	69

Tableau n°23 :Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de bouquets floraux.....	70
Tableau n°24 :Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de bouquets floraux.....	70
Tableau n°25 :Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen de fleurs par plant.....	71
Tableau n°26 :Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de fleurs par plant.....	71
Tableau n°27 : Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de fleurs par plant.....	72
Tableau n°28 : Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen fruits par plant.	73
Tableau n°29 :Résultats de l'analyse de la variance du diamètre moyen des fruits.	74
Tableau n°30 :Test de NEWMAN-KEULS du diamètre moyen des fruits.	74
Tableau n°31 :Test de NEWMAN-KEULS du diamètre moyen des fruits.....	74
Tableau n°32 : Résultats de l'analyse de la variance du poids moyen des fruits.	76
Tableau n°33 : Test de NEWMAN-KEULS du poids moyen des fruits.	76
Tableau n°34 :Résultats de l'analyse de la variance du poids moyens totale des fruits.....	77
Tableau n°35 :Test de NEWMAN-KEULS du poids total moyen es fruits.	77
Tableau n°36 :Test de NEWMAN-KEULS du poids total moyen es fruits.	78
Tableau n°37 :Résultats de l'analyse de la variance du rendement réel.....	79
Tableau n°38 : Test de NEWMAN-KEULS du rendement réel.....	79
Tableau n°39 :Test de NEWMAN-KEULS du rendement réel.....	79
Tableau n°40 :Résultats de l'analyse de la variance du rendement potentiel.....	80
Tableau n°41 : Test de NEWMAN-KEULS du rendement potentiel.....	81
Tableau n°42 : Test de NEWMAN-KEULS du rendement potentiel.....	81

MADRP : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la pêche.

ITMAS : Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture et montagne.

PAC : Politique agricole commune.

DSA : Direction des Services Agricole.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Ha : Hectare.

Qx : Quintaux.

M.A : Matière Active.

N:Azote.

P: Potassium.

K:Phosphore.

Cu : Cuivre.

Zn : Zinc.

Fe : Fer.

TMV : Virus de la Mosaïque du Tabac.

ToMV : Virus de la Mosaïque de la Tomate.

C.E : Conduite Electrique.

U : Unité.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste de figures

Liste des abréviations

1. Introduction

Premier partie : Etude bibliographique.

Chapitre I : Situation économique de la filière de la tomate.

I-1 Dans le monde	3
I-2 En Algérie	4
I-3 Dans la wilaya de TiziOuzou.....	5
I-4 Importance nutritionnel de la tomate	5
I-5 Importance médicale de la tomate	7

Chapitre II : Généralité sur la tomate

II-1 Origine et historique de la tomate	8
II-2 Morphologie de la tomate.....	9
II-2-1 Appareil végétatif de la tomate	9
II-2-2 Appareil reproducteur	11
II-3 Classification de la tomate	13
II-3-1 Classification botanique.....	13
II-3-2 Classification génétique	14
II-3-3 Classification selon le mode de croissance	14
II-4 Calendrier de la production de la tomate en plein champ	14
II-5 Cycle biologique de la tomate	15
II-5-1 Germination	15
II-5-2 Croissance	15

II-5-3 Floraison	15
II-5-4 Pollinisation	16
II-5-5 Fructification	16
II-5-6 Maturité des fruits	16
II-6-1 Exigence climatique de la tomate	17
II-6-1-1 Température de l'air	17
II-6-1-2 La lumière	17
II-6-1-3 Humidité	17
II-6-2 Exigence édaphique	18
II-6-2-1 Nature du sol	18
II-6-2-2 PH du sol	18
II-6-2-3 Salinité	18
II-6-2-4 Aération du sol	18
II-6-3 Exigence nutritionnelle	18
II-6-3-1 Besoin hydrique	18
II-6-3-2 Fertilisation de la tomate	19
II-7 Itinéraire technique de la tomate industrielle	20
II-7-1 Place de la tomate dans la rotation	20
II-7-2 Préparation du sol	20
II-7-3 Fertilisation	21
II-7-4 Production de plants	22
II-7-4-1 Semis direct	21
II-7-4-2 Semis en pépinière	22
II-7-5 Plantation	22
II-7-6 Relation sol-plante	24
II-7-7 Conduite de la culture	24

II-7-7-1 Remplacement des manquants	24
II-7-7-2 Conduite de la fertilisation	24
II-7-7-3 Conduite de l'élément et l'irrigation	24
II-7-7-4 Protection phytosanitaire	25
II-7-8 Maladies de la tomate	25
II-8 Entretien du sol.....	28
II-9 Récolte.....	28

Chapitre III : Fertilisation Azotée et Potassique chez la tomate

III-1 Importance de la fertilisation	29
III-1-1 Introduction	29
III-1-2 Besoin d'éléments fertilisants chez la tomate	29
III-1-3 Bénéfices de la fertilisation	29
III-2 Fertilisation minérale de la tomate.....	30
III-2-1-1 Fertilisation azotée	30
III-2-2-2 Fertilisation phosphatée.....	31
III-2-2 Eléments secondaire ou méso-éléments	32
III-2-3 Oligo-éléments.....	32
III-3 Potassium	32
III-3-1 Potassium dans e sol	33
III-3-1-1 Origine de potassium du sol.....	33
III-3-1-2 Différents formes du potassium dans le sol.....	33
III-3-1-3 Dynamique du potassium dans le sol	34
III-3-1-4 Conditions d'absorption du potassium dans le sol	34
III-3-1-5 Fonction de potassium.....	35
III-3-1-6 Carence et excès en potassium sur les plantes	37
III-3-1-6-1 Excès en potassium	37
III-3-1-6-2 Carence en potassium.....	37
III-3-1-7 Potassium et la santé humaine.....	37

Deuxième partie : Etude expérimentale.

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

I-1 But de l'étude	38
I-2 Conditions expérimentales	38
I-2-1 Situation géographique.....	38
I-2-2 Donnée climatique	39
I-3 Matériels et méthodes	42
I-3-1 Matériel utilisés	42
I-3-1-1 Matériel végétal	42
I-3-1-2 Conduite de la culture	42
I-3-1-2-1 Préparation du sol	42
I-3-1-2-2 Plantation	44
I-3-1-2-3 Fumure d'entretien.....	45
I-3-1-2-4 Binage	46
I-3-1-2-5 Irrigation.....	46
I-3-1-2-6 Désherbage.....	47
I-3-1-2-7 Taille (ébourgeonnage) et effeuillage	48
I-3-1-2-8 Palissage	48
I-3-1-3 Maladies et ravageurs.....	50
I-3-1-4 Traitement phytosanitaire	56
I-3-1-5 Méthode d'étude	57
I-3-1-5-1 Analyse du sol	57
I-3-1-5-2 Dispositif expérimental	58
I-6 Paramètres étudiés	60
I-6-1 Hauteur de la plante	60

I-6-2Diamètre de la tige des plants	60
I-6-3 Nombre moyen de fleurs par plants	61
I-6-4 Nombre moyen des bouquets floraux par plant	61
I-6-5Nombre moyen de fruits par plant.....	61
I-6-6 Poids moyen d'un fruit	62
I-6-7 Diamètre moyen des fruits	62
I 6-8 Rendement réel.....	63
I-6-9 Rendement potentiel (Qx/ha)	63
I-7 Analyse statistique.....	63
 Chapitre II : Résultats et discussions	
II-1 Paramètres agronomiques.....	65
II-1-1 Hauteur de la tige principale	66
II-1-2 Diamètre de la tige principale	67
II-2 Paramètres de production	68
II-2-1 Nombre moyen des bouquets floraux	68
II-2-2 Nombre moyen des fleurs par plants.....	70
II-2-3 Nombre moyen des fruits par plant.....	72
II-2-4 Diamètre moyen des fruits par plant.....	73
II-2-5 Poids moyen des fruits	75
II-2-6 Poids moyen total des fruits	76
II-2-7 Rendement réel	78
II-2-8Rendement potentiel en fruits	79
Conclusion.....	82
Références bibliographiques	84

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est un des légumes le plus consommé au monde, elle est d'une grande richesse en divers éléments, notamment en potassium, en vitamine A et B ainsi qu'en antioxydants tel que les carotènes et les lycopènes qui contribuent à la lutte contre les maladies dégénératives (Naika et al., 2005),.

Dans le monde de la production légumière, la tomate occupe la deuxième place après la pomme de terre (Naika et al., 2005). Elle a progressé régulièrement au cours du XXe siècle. En 2016, la production de la tomate a dépassé les 177 000 million de kilos (FAO, 2016).

Le Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche (MADRP, 2018), a indiqué que la production de la tomate a été marquée durant la campagne agricole 2017-2018 par une amélioration notable atteignant les 15,4 millions de Qx. Cette quantité représente en effet un taux de croissance de plus de 27% par rapport à la campagne écoulée sur une superficie globale plantée de 23.702 ha. Dans la wilaya de Tizi Ouzou, la Direction des Services Agricole (DSA, 2017), ont établi un bilan annuel relatif à la campagne agricole 2016/2017, où la production de la tomate est faible et se trouve de l'ordre de 41 604,50 Qx sur une surface de 156,82 ha, soit un rendement moyen de 265,30 Qx/ha.

Les rendements de nombreuses spéculations cultivées sont moyens, probablement dû à différentes contraintes, notamment le manque d'eau et une fertilisation souvent insuffisante sur des sols argileux lourds qui retiennent fortement les éléments fertilisants et deviennent inaccessible pour la nutrition minérale des plantes (DSA, 2017).

Les besoins en légumes frais de la population ne cessent d'augmenter avec la croissance démographique, il est donc impératif de revenir à l'utilisation raisonnée des ressources naturelles sans effet néfaste sur la santé humaine et l'environnement pour maintenir la biodiversité et assurer la vie saine aux futures générations. L'usage raisonné des intrants et le retour à l'utilisation des engrais naturels, tels que le fumier de ferme et le compost ménager garantissent une agriculture durable et une conservation certaines de nos sols (PAC, 2014).

A cet effet, nous avons mené un essai en comparant deux types de fertilisations organique et minérale sur le rendement et la production d'une variété de tomate fixée (Marmande) connue et très appréciée de par sa production et sa résistance aux maladies.

Notre travail présente deux grands axes :

- Une partie bibliographique qui comprend trois chapitres :

Le premier chapitre englobe la situation économique de la filière tomate, en suite le deuxième chapitre traite sur les généralités de la tomate, et en fin, le troisième chapitre récapitule la fertilisation azotée et potassique chez la tomate.

- Une partie matériels et méthodes ou sont inclus l'objectif de l'étude et la conduite expérimentale, ainsi que la présentation et interprétation des résultats.

Nous terminerons par une conclusion générale.

I Situation économique de la Tomate

I-1 Dans le monde

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats, y compris les régions relativement froides grâce à l'utilisation des abris serres. C'est, par rapport à son volume de production que la tomate occupe la deuxième place au niveau mondial, avant la pastèque et le chou, mais derrière la pomme de terre (FAO, 2014).
















La production mondiale de la tomate progresse régulièrement (Tableau1) passant de 64 millions de tonnes en 1988 à plus de 100 millions en 2014, dont 30 millions de tonnes sont destinés à la transformation (FAO, 2014).

Selon les statistiques de l'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de la tomate s'élèverait en 2013 à 164.5 millions de tonnes pour une surface de 4,77 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 34.5 t/ha. Ces chiffres ne tiennent toutefois compte que de la production commercialisée, et n'incluent pas les productions familiales et vivrières qui peuvent être non négligeables dans certaines régions (Anonyme, 2012).

I-4 Importance nutritionnelle de la tomate

La tomate est un produit riche en eau (95%) donc très peu calorique. Elle contient de nombreux antioxydants : Du lycopène (prévention des cancers), de la vitamine C, de la vitamine E et du bêta-carotène. Ces antioxydants piègent les radicaux libres néfastes pour l'organisme. Outre cet effet antioxydant, la vitamine C intervient dans la synthèse des protéines, dans l'inhibition de la formation de nitrosamines et dans l'absorption intestinale du fer et dans le système immunitaire. La vitamine E, quant à elle, intervient aussi dans la formation de l'hémoglobine et est aussi anti-hémolytique. Le bêta-carotène est l'antioxydant responsable de la coloration rouge de l'aliment (Anonyme, 2018).

Tableau n°01 : Principaux producteurs de la tomate dans le monde (FAO, 2013)

	Pays	Surface cultivée (milliers d'hectares)	Rendement (tonnes par hectare)	Production (milliers de tonnes)	%
1	 Chine	980	51,58	50 552	30,7 %
2	 Inde	880	20,71	18 227	11,1 %
3	 États-Unis	150	83,84	12 598	7,7 %
4	 Turquie	311	38,01	11 820	7,2 %
5	 Égypte	213	40,07	8 534	5,2 %
6	 Iran	164	37,74	6 174	3,8 %
7	 Italie	95	51,76	4 932	3 %
8	 Brésil	63	66,80	4 188	2,5 %
9	 Espagne	45	81,32	3 684	2,2 %
10	 Mexique	87	37,66	3 283	2 %
11	 Russie	120	22,07	2 644	1,6 %
12	 Ouzbékistan	63	35,49	2 247	1,4 %
13	 Ukraine	85	24,16	2 051	1,2 %
14	 Portugal	18	96,78	1 742	1,1 %
15	 Nigeria	27	57,54	1 565	1 %
Total monde		4 762	34,54	164 493	100 %

I-2 En Algérie

En Algérie, la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie nationale. Une superficie globale de primeurs est évaluée à plus de 292 000 ha, la tomate représente 51% de la production totale en produits maraîchers.

En terme de consommation, l'Algérie est classée à la 16^{ième} place au niveau mondiale avec 300,116 tonnes/an et un volume de 9,6 kg par habitant / an.

Concernant la production globale de la tomate industrielle, elle a atteint 15,4 millions de quintaux en 2018, avec une hausse de 27% par rapport à la campagne précédente, tandis que

la superficie plantée a augmenté à 23.702 hectares, en hausse de 17% par rapport à la campagne 2017 (MADR, 2018).

I-3 Dans la wilaya de TiziOuzou

Dans la wilaya de TiziOuzou, le tableau n°02 montre que durant la période 2013-2017 la production de tomate est en nette progression avec une légère augmentation de la superficie durant l'année 2014-2015.

Tableau n°02: Bilan de la campagne agricole 2013-2017 pour la wilaya de TiziOuzou

(DSA,2019)

	Superficie (ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
2013-2014	159,00	34976	219.97
2014-2015	170,48	36466	213.90
2015-2016	155,66	36950	237.37
2016-2017	156,82	41604,50	265.30

Tableau n° 03: Quantité moyenne en éléments minéraux dans la tomate par 100 g MF.

Composants	(g)	Min - Max
Eau	94.1	88 - 96.6 g
Protéines	0.86	0.5 - 1.3 g
Lipides	0.26	0.07 - 0.8 g
Acides gras saturés	0.056	0.028 - 0.073 g
Glucides	2.26	NC
Sucre	2.25	NC - 2.63 g
Fibres alimentaires	1.2	0.7 - 3.2 g

(Source : Aprifel, 2019)

Tableau n° 04 : Teneur en vitamines de la tomate.

Vitamines	(mg)	Min – Max (mg)
Provitamine A Béta-carotène	0,45	0,1 - 0,18
Equivalent Vitamine A	0,07	0,03 – 0,2
Vitamine B1	0.039	0.02 - 0.071
Vitamine B2	0.019	0.012 - 0.028
Vitamine B3	0.65	0.45 - 0.33
Vitamine B5	0.21	0.041 - 0.33
Vitamine B6	0.082	0.055 - 0.15
Vitamine B9	0,02	0,001–0,05
Vitamine C	15.5	7.8 - 23.1
Vitamine E	0.66	0.05 - 1.3

(Source : Aprifel, 2019)

Tableau n° 05: Teneur en éléments minéraux de la tomate (mg/100gMF).

Minéraux et oligo- éléments	(mg)	Min - Max
Calcium	8.14	3.41 - 18
Cuivre	0.029	0.011 - 0.13
Fer	0.12	0.012 - 0.79
Iode	0.2 µg	0.01 - NC µg
Magnésium	10.1	5.78 - 15.5
Manganèse	0.066	0.041 - 0.94
Phosphore	26.6	15 - 37
Potassium	256	101 - 385
Sélénium	-	0.2 - NC µg
Sodium	3.22	1 - 24
Zinc	0.087 mg	0.01 - 2.42 mg

(Source : Aprifel, 2019)

I-5 Importance médicale de la tomate

La tomate aurait un usage en phytothérapie notamment grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, et plus particulièrement en lycopène, connu pour ses propriétés anticancéreuses et de prévention contre les maladies cardiovasculaires. Il est à noter que le lycopène est plus facilement assimilé par la consommation de tomates cuites, la cuisson libère les nutriments en faisant éclater les cellules végétales.

II-1 Origine et historique de la tomate

La tomate appartient à la famille des Solanaceae, cette famille regroupe d'autres espèces qui sont également bien connues, telles que la pomme de terre, le tabac, le poivron et l'aubergine (Naika et *al.*, 2005).

Elle est originaire des Andes d'Amérique du Sud (Christiane, 1999), Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. Puis sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été introduite dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et au Mexique (Naika et *al.*, 2005).

Au départ, les européens l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitèrent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme les plantes vénéneuses (Kolev,1976). Aujourd'hui la tomate est l'une des cultures légumières les plus importantes, elle constitue une source alimentaire riche en minéraux et en vitamines, particulièrement en vitamine A et C, 90% en eau, 3 à 4% de sucre divers, de faibles quantités de protides, de lipides et d'acides organiques. Elle a une influence sur le fonctionnement des reins et de l'appareil digestif (Kahlaoui, 2012).

En 2001, la production mondiale de tomates est d'environ 105 millions de tonnes de fruits frais sur une superficie évaluée à 3,9 millions d'hectares. Etant une culture à cycle relativement court, elle donne de hauts rendements. A cet effet, elle a de bonnes perspectives économiques et d'échanges. La superficie cultivée évolue chaque année (Naika et *al.*, 2005).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros), qui l'ont introduite en raison des conditions climatiques qui lui sont favorables. Quant à sa consommation, elle a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral algérois (Latigui,1984).

II-2 Morphologie de la tomate

I-2-1 Appareil végétatif de la tomate

➤ Système racinaire de la plante

Les racines de la tomate sont puissantes, très ramifiées et à tendance fasciculées. Ils sont très actifs sur les 30 à 40 premiers centimètres (figure n°01). En sol profond on peut trouver les racines jusqu'à un mètre (Chaux et Foury, 1994)



Figure n°01: Système racinaire du plant de la tomate (Originale, 2019).

➤ Tige de la tomate

La tige est poilue épaisse aux entre-nœuds. On trouve deux sortes de poils sur la tige et les feuilles (figure n°02). Présence de poils simples et glanduleux contenant une huile essentielle caractéristique de l'odeur de la tomate.

Le port chez les plantes de la tomate varie entre érigé et prostré. La tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 mètres. La tige est pleine (Naikaet *al.*, 2005).



Figure n°02: Tige poilue du plant de tomate (Originale,2019).

➤ **Feuille de la tomate**

Les feuilles de la tomate sont composées (Polese, 2011) (figure03), et sont disposées en spirale, 15 à 50 cm de large. Les folioles sont ovales à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennées à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (Naikaet *al.*, 2005).



Figure n°03 : Feuille composée chez la tomate (Originale,2019).

II-2-2 Appareil reproducteur

➤ Fleurs de la tomate

D'après Naika (et *al.*, 2005) les fleurs de la tomate sont hermaphrodites et régulières de 1,5 à 2 cm de diamètre. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont de couleur jaune. L'ovaire est supère avec 2 à 9 carpelles (figure n°04). En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu.



Figure n°04 : Fleur de tomate (Originale, 2019).

➤ Inflorescences

Les inflorescences sont des grappes plus ou moins ramifiées formant des bouquets. Toutes les 3 à 4 feuilles, en moyenne on a un bouquet de fleurs. Le nombre de fleurs par bouquet diminue au fur et à mesure que l'on s'approche de l'extrémité des tiges. On compte en moyenne 5 par bouquet (figure n°05).



Figure n°05 : Bouquets floraux chez la tomate (Originale, 2019).

➤ **Fruits de la tomate**

L'épiderme de la tomate est lisse (figure n°06) brillant, et présente des colorations très diverses selon la variété : rouge violacé à rouge vif, jaune et même verdâtre pour certains mutants. En section, le fruit peut revêtir des formes très variées : ellipsoïdales plus ou moins aplaties, globuleuses, ovales plus au moins allongées, voire subcylindrique ou pyriforme. La taille est extrêmement variable, allant de 1,5 cm de diamètre à plus de 10 cm.



Figure n°06 : Fruit de la tomate (Originale, 2019).

➤ **Graines de la tomate**

Les graines sont nombreuses dans le fruit, ou elles sont enveloppées d'un mucilage. Elles sont aplaties, plus ou moins lenticulaires, petites, de couleur grisâtres ou beiges. On compte 300 à 400 graines /g ; leurs longévités est de 4 à 5 ans (Chaux et Foury, 1994) (figure n°07).

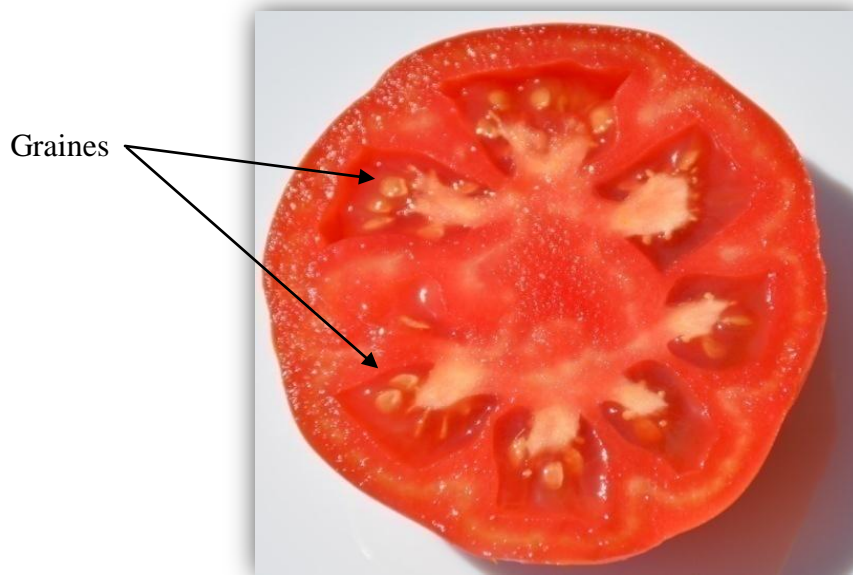


Figure n°07: Graines de tomate (Originale, 2019).

II-3 Classification de la tomate

Selon Cronquist (1981), la tomate appartient à la classification suivante :

II-3-1 Classification botanique

Règne.....Plantae

Sous règne..... Trachenobionta

Embranchement.....Magnoliophyta

ClasseMagnoliopsida

Sous-classe.....Asteridae

Ordre.....Solanales

Genre*Lycopersicon*

Espèce*Lycopersicon esculentum* Mill.

II-3-2 Classification génétique

Il existe deux types de variétés de tomate :

- **Les variétés fixées** dont les caractéristiques génotypiques se transmettent pour les générations descendantes.
- **Les variétés hybrides F1 : ce sont des variétés issues de croisement.** Du fait de l'effet hétérosis, elles présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt. (Bonne précocité, qualité et résistance). Ces variétés ne peuvent pas être multipliées vu qu'elles perdent leurs caractéristiques avec les descendances.

II-3-3 Classification selon le mode de croissance

Selon Polese, (2011), les tomates peuvent être classées d'après leurs caractères morphologique et botanique ; on a deux types de croissance : croissance indéterminé et croissance déterminée :

- **Croissance déterminée**

Les variétés à croissance déterminée sont des variétés de tomate naines, leurs croissances s'arrêtent une fois que la plante a produit un nombre déterminé de bouquets de fleurs (en général trois ou quatre). La croissance se terminera par un bouquet de fleur, elles ne nécessitent ni tuteurage ni taille. Ce sont des variétés précoces, mais dont la production est groupée. C'est dans ce type de tomate que l'on trouve le plus souvent les variétés industrielles de conserverie, cultivées en plein champ.

- **Croissance indéterminée**

Les variétés à croissance indéterminées sont les plus nombreuses. Elles continuent de pousser et de produire des bouquets de fleurs tant que les conditions sont favorables. Comme 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 les ébourgeonner régulièrement. Elles ont une production plus étalée et sont plus productives que la tomate à croissance déterminée.

II-4 Calendrier de production de la tomate en plein champ

En Algérie, la période de production de la tomate industrielle s'étend du mois d'avril-mai jusqu'au mois de septembre, à la différence de la tomate maraichère qui est produite toute l'année.

La production de la tomate industrielle enregistre des pertes importantes, due à la pression qu'elle subit au niveau des usines pendant les mois de pleine production (juillet et août). Ces pertes souvent considérables sont occasionnées par le manque d'organisation

dans le calendrier de production, en l'occurrence peu de moyens sont disponibles pour le stockage des tomates.

Pour remédier à ces difficultés que vit la filière tomate industrielle tant en transformation qu'en production, Chelha(2001) a proposé d'étaler le calendrier de la production par l'intégration de deux variétés l'une précoce et l'autre tardive, afin d'échelonner la récolte et éviter ainsi l'attente au niveau des usines de transformation.

II-5 Cycle biologique de la tomate

Le cycle complet de graine à graine de la tomate est variable selon les variétés, l'époque de semis et des conditions de culture. Il est en moyenne de 3,5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de fleur au fruit) (Gallais et Bannero,1992)

II-5-1 Germination :

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Charonat et *al.*, 2013).

La germination chez la tomate est épigée. A ce moment la température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70% à 80% sont nécessaires (Chaux et Foury, 1994).

II-5-2 Croissance

Elle se déroule en deux phases dans deux milieux différents : en pépinière ou en plein champ ou sous serre.

- En pépinière : la croissance des plantules dure de la germination jusqu'au stade 6 feuilles, où la plante forme des racines fonctionnelles qui vont assurer l'alimentation en eau et en éléments nutritifs.
- A partir du stade 6 feuilles la plante est transplantée de la pépinière en plein champ où elle continue sa croissance. La tige augmente de diamètre et le nombre de feuilles va progresser.

II-5-3 Floraison

La floraison correspond au passage de l'état végétatif à l'état reproducteur, les bourgeons sont destinés à produire des fleurs (Charonat *et al.*, 2013).

II-5-4 Pollinisation

La fleur de tomate est autogame. Les étamines sont soudées les unes aux autres pour former un cône pollinique qui se referme autour de l'organe femelle situé en son centre. Seule une petite ouverture à son extrémité (le stigmate) permet au pollen des autres fleurs de pénétrer dans le pistil. Cela se fait surtout grâce aux visites des bourdons ou (Lambert,2017) et des abeilles et plusieurs d'autres insectes auxiliaires (figure n°08).

Une bonne pollinisation donne lieu à une bonne mise à fruit appelée nouaison. Plus le nombre d'ovules fécondés est grand, plus l'ovaire donnera un fruit bien formé et de gros calibre.



Figure n°08 : Pollinisation par des abeilles (Originale, 2019).

II-5-5 Fructification

Selon Rey et Costes (1965), le temps écoulé 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 la pollinisation.

II-5-6 Maturité des fruits

La maturation des fruits est une étape importante, puisque la chair du fruit est le siège de changements métaboliques très importants qui font que les fruits deviennent doux, colorés, juteux et perdant leur acidité et leur astringence en augmentant leur production d'arômes et de vitamines.

II-6-1 Exigence climatique de la tomate

La tomate a des exigences particulières, elle est sensible au froid, craint le gel, les vents chauds et très exigeante en températures (Polese, 2007).

II-6-1-1 Température de l'air

La température optimale pour la plupart des variétés de tomate se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent supporter un intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes sont endommagés. La tomate réagit aux variations de températures qui ont lieu pendant le cycle de croissance. Les étapes sensibles sont la germination des graines, la croissance des semis, la floraison et la mise à fruits ainsi que la qualité des fruits. Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite. Ceci affectera la formation des fruits. Le gel tue les pieds de tomate (Naika et al., 2005)

II-6-1-2 La lumière

La tomate ne présente pas d'exigence photopériodique stricte ; le cycle est d'ailleurs court, bien que pouvant se prolonger sous les tropiques durant plusieurs saisons, surtout pour les ports indéterminés. Durant les 30 à 40 jours qui suivent le semis, les fortes intensités lumineuses favorisent le raccourcissement de l'axe et l'induction du premier bouquet, surtout à températures basses. Pendant la floraison, une forte intensité lumineuse régularise la croissance du style et favorise la pollinisation, particulièrement dans le cas de températures élevées du substrat. En revanche l'insolation directe sur les fruits et l'élévation de température sont très préjudiciable à leur qualité (Chaux et Foury, 1994).

II-6-1-3 Humidité

L'humidité de l'air joue un rôle important pour la bonne végétation de la tomate, l'humidité optimale de l'air est de 50 à 60% (Naika et al., 2005). Un taux d'humidité élevé peut favoriser l'apparition de nombreux champignons et bactéries pathogènes. Alors qu'un taux d'humidité faible constitue une source de stress pour la plante (Baptista et al., 2012).

II-6-2 Exigences édaphiques

II-6-2-1 Nature du sol

Latomate privilégie les terres meubles et fraîches mais elle n'est pas exigeante ce qui concerne la nature des sols. Néanmoins, il ne faut pas qu'ils soient asphyxiants.

La texture du sol est un obstacle car la teneur en argile peut varier de 10 à 40 %. Il faut éviter les sols trop battants et mal structurés en profondeur ; du fait des risques d'asphyxie racinaire et de leurs conséquences néfastes sur l'alimentation hydrique pouvant provoquer la nécrose apicale des fruits (Chaux et Foury, 1994).

II-6-2-2 PH du sol

La tomate est peu sensible aux variations de pH ; de 4,5 à 8,2 les rendements sont à presque identiques (Benchallal, 1983). Cependant Rey et Costes(1965), soulignent qu'un pH de 5,5 à 6,5 est plus souhaitable pour toutes les périodes de culture.

II-6-2-3 Salinité

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité. Lorsque la conductivité électrique (CE) est 2,5g /l de sels totaux, le rendement baisse de 10%. Cependant, la baisse du rendement peut atteindre 25% avec une salinité de 4 g/l. L'impact de salinité est plus grave sur le rendement, suite à la réduction du calibre du fruit. A cet effet, un contrôle de la CE durant tous le cycle de la culture est indispensable (Chibane,1999).

II-6-2-4 Aération du sol

Un sol bien aéré détermine le pourcentage de levé des plantules. L'aération est indispensable à la maturité des fruits (Chaux et Foury, 1994)

II-6-3 Exigence nutritionnelle

II-6-3-1 Besoin hydrique

L'eau est un facteur limitant du rendement et de la quantité de fruits (Chaux et Foury,1994). Les besoins en eau de la tomate se situent entre 4000 et 5000m³ par hectare.Cependant, trois phases physiologiques correspondant à des besoins en eau différents sont à distinguer :

- **De la plantation à la première 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 (Anonyme, 2014).

II-6-3-2 Fertilisation de la tomate

La quantité d'engrais à fournir varie d'une région à une autre, en fonction notamment de la richesse du sol, du climat et de la technique d'irrigation (Achir et Djebra, 2015).

Fumure du fond :

Organique : 30 à 35 t/ha.

Minérale :

En sec : 130 unités de P/ha.

120 unités de P/ha.

150 unités de K/ha.

En irrigation : 165 unités de N/ha

120 unités de P/ha.

150 unités de K/ha.

Fumure d'entretien : en 2 apports

1^{er} apport un mois après plantation : 2Qx de N soit 60 unités/ha en sec.

3 Qx de N soit 100 unités/ha en irrigation.

2^{ème} apport 1Qx de N soit 15 unités/ha

1.5 a 2 Qx de K soit 50 unités/ha.

Les engrais de couverture doivent être fractionnés et appliqués en fertigation. Les doses doivent être déterminées en fonction des conditions pédoclimatiques et les stades phénologiques de la plante ;

- Il convient de signaler que le potassium représente le principal constituant minéral du fruit, de ce fait, il constitue l'élément majeur dans un plan de fumure de la tomate ;
- En cas d'irrigation avec des eaux légèrement saumâtres, un apport d'engrais à base de calcium est vivement conseillé afin d'éviter la nécrose apicale. Dans les sols légers ou de type calci-magnésique, des cas de carences peuvent être observés. A cet effet, des apports d'oligo-éléments (Fe, Mn, Mo, Cu, Zn) doivent être effectués soit en fertigation, soit par application foliaire (Chibane, 1999).

II-7 Itinéraire technique de la tomate industrielle

II-7-1 Place de la tomate dans la rotation

La rotation des cultures consiste en l'organisation de la succession culturale des espèces sur une parcelle, elle s'organise en un cycle régulier plus au moins long. Avec une rotation des cultures diversifiées, les ravageurs et pathogènes rencontrent davantage des difficultés pour trouver leurs espèces hôte. En outre, les périodes de croissance hétérogènes des cultures rompent le cycle de développement des adventices (Camille et al., 2016).

Selon Chaux et Foury, (1994), les nématodes sont particulièrement les ennemis nuisibles à la tomate, afin d'éviter l'installation, la multiplication et l'extension de maladies fongiques et parasites, la tomate ne doit pas succéder sur elle-même que tous les quatre ans.

II-7-2 Préparation du sol

Dans les régions où l'eau est un facteur contraignant, le labour améliore la conservation de l'eau. Un labourage effectué après la récolte de la culture précédente améliore la structure du sol ainsi que sa capacité de rétention en eau. Cela permet également de réduire les risques de contamination par des ravageurs et des maladies liés au sol car l'exposition de la terre au soleil ardent peut éliminer ces derniers. Il faut effectuer

un labourage en profondeur pour casser la semelle de labour, pour éliminer les mauvaises herbes et ameublir le sol. Cette pratique bénéficie également à la croissance des racines. Il est souvent nécessaire de herser à deux reprises pour bienniveler le terrain, casser les mottes et éliminer les résidus de culture de la campagne précédente. On peut cultiver la tomate sur des planches surélevées, sur des billons ou sur des sillons afin de faciliter l'irrigation et le drainage de l'eau. Malgré cela, 60% de la culture se fait encore avec irrigation par ruissellement (Naika et al., 2005).

II-7-3 Fertilisation

L'obtention des rendements élevés chez la tomate nécessite une fertilisation convenable (Naika et al., 2005). L'objectif principal de toute fertilisation est d'apporter les éléments indispensables pour que le sol puisse fournir aux plantes une alimentation équilibrée et suffisante. La tomate réagit bien à l'apport de fumier ou de compost bien décomposé réalisé avant la plantation.

➤ Fumier

Les fumiers sont le mélange des déjections animales et de litière. Tous les fumiers sont utilisables avec profit. Ils sont riches en différents nutriments (Jacques et Pierre, 2005). L'apport en fumier est de l'ordre de 50 à 60 t/ha de fumier bien décomposé.

- **Pour la fumure minérale**, la fiche technique de l'ITMA (2018) de Boukhalf préconise:

180 unités de N / ha :

70 unités de P / ha

200 à 250 unités de K / ha.

- **Fumure de couverture** : (5 apports)

1er et 2ème apport :

60 unités de N

50 unités de K

3ème au 5ème :

20 unités de N

60 unités de K

Les engrais de couverture doivent être fractionnés et appliqués en fertigation. Les doses doivent être déterminées en fonction des conditions pédo-climatiques et des stades phénologiques de la plante (PNTTA, 1999).

II-7-4 Production de plants

Les plants obtenus pour la culture de tomate en plein champ sont issus de semis direct ou de la pépinière.

II-7-4-1 Semis direct

Le semis direct exige la mécanisation intégrale de la culture, il est réalisé par un semoir de précision, qui permet la distribution de 0,5 kg/ ha de graines nues ou 0,3 à 0,4 kg/ha de graines enrobées. La distribution se fait en poquet de 3 à 4 graines distantes de 15 à 40 cm.

La densité de semis est de 80.000 à 100.000 Plants/ha, au-delà, il ya risque de chute de rendements (Chaux et Foury, 1994)

II-7-4-2 Semis en pépinière

- **Choix des graines** : Selon Laumonier (1979) ; Chaux et Foury (1994), pour une production de plants de qualité, il faut commencer par le choix de la bonne semence soigneusement sélectionnée et désinfectée.
- **Préparation du terreau** : le substrat de la pépinière
 - **Terreau de fumier bovin ou ovin**
 - 2/3 de fumier
 - 1/3 de terre franche
 - **Terreau de marc de raisin**
 - 1/2 de marc de raisin
 - 1/2 de terre franche

Les terreaux doivent être désinfectés pour les débarrasser de tous les parasites (nématodes, champignons, insectes et mauvaises herbes). Cela permet d'obtenir des plants sains.

II-7-5 Plantation

Chez la tomate, la plantation est réalisée environ un mois et demi après le semis, avant que les plants n'émettent des fleurs.

- **Plantation en plein champ :** avant la plantation proprement dite, il est important de placer les plants pendant plusieurs jours dans des conditions proches des températures extérieures afin de les acclimater.

La plantation en plein champs a lieu lorsque les gelées ne sont pas à craindre et que la température moyenne soit supérieure à 15°C.

- **Date de plantation :** les dates de plantation s'étalent de la mi-mars à la fin du mois d'avril selon les régions.
- **Densité :**
 - **Densité de plantation en lignes simple :** sont comprise entre 25 et 35000 plant/ha. Pour cela les écartements préconisés sont :
 - **Entre lignes :** de 0,9 m a 1,20m
 - **Entre plants :** De 0,3m a 0,50m
 - **Densité en ligne jumelées :** Type d'irrigation goutte a goutte densité/ha : 64000 plants
- ✓ **Distance de plantation :**
 - **Entre rang :** 1,20m
 - **Entre plants sur la ligne :** 0,50m
 - **Entre plants sur le rang :** 0,30m

➤ **Technique de la plantation**

1. On commence par creuser un trou de 25 à 30 cm de largeur et de profondeur, puis ameublir le fond du trou pour favoriser l'enracinement.
2. On peut également mélanger la terre ameublie avec un bon compost ou du terreau.
3. Placez le plant au centre de trou en essayant de garder le maximum de terre autour des racines, puis reboucher le trou en tassant bien la terre autour du pied.
4. Le plant doit être enterré le plus profondément possible, jusqu'aux premières feuilles.
5. Arrosez abondamment afin d'assurer un bon contact sol racines.
6. Il est recommandé de planter par temps couvert, car en plein soleil les plants flétrissent rapidement. Maintenez le sol humide jusqu'à la reprise (Polese, 2011).

II-7-6 Relation sol-plante

Pour se nourrir, la plante a besoin d'un bon système racinaire et des nutriments solubles, lesquels ne seront libérés que par une activité biologique adéquate. Le

développement racinaire et l'activité biologique du sol nécessitent une bonne aération du sol en profondeur. Ces constatations posent les bases de la fertilité des sols et sont plus importantes, que les quantités et les formes de fertilisants et amendements à apporter pour obtenir de bonnes récoltes (Jacques et Pierre, 2005).

II-7-7 Conduite de la culture

II-7-7-1 Remplacement des manquants

Cette opération est réalisée 10 à 15 jours après la plantation afin de maintenir la densité de plantation.

II-7-7-2 Conduite de la fertilisation

- **Fumure organique** : la tomate nécessite un sol bien pourvu en humus, étant donné son rôle dans la détermination du rendement, mais aussi dans la grosseur et la qualité des fruits. Les apports de fumier améliorent l'efficacité d'utilisation de la fumure minérale. Des apports d'environ 60T/ha permettent une amélioration du rendement d'environ 13 T/ha (Si Bennasseur et Allaoui.,2005).
- **Fumure minérale** : On distingue la fumure de redressement, nécessaire en sols pauvres. Il est généralement préconisé de faire des apports de phosphore sur les sols pauvres en cet élément. On recommande une dose d'environ 100 à 200 unités en sols légers et 200 à 300 unités en sol à texture fine ou lourde. Pour la fumure d'entretien, elle doit être raisonnée en fonction du précédent cultural, des apports en fumier, et des rendements objectifs (Si Bennasseur et Allaoui.,2005).
- **Apport en oligo-éléments** : Le problème nutritionnel le plus commun chez la tomate est l'insuffisance en calcium. La putréfaction d'extrémité des fleurs est provoquée par un manque de calcium et d'eau (Si Bennasseur et Allaoui.,2005).

II-7-7-3 Conduite de l'élément et de l'irrigation

Snoussi (2010) rappelle qu'il faut maintenir la plante à la limite de ses besoins, en eau et que toute irrégularité entraîne au moment de la maturation des éclatements de fruits.

En général le secteur privé est plus attentif que les secteurs publics mais souvent insuffisamment irrigué. Aussi, en Algérie l'eau est apportée d'une manière incontrôlée sans tenir compte des besoins de la plante inhérente à un stade végétatif donné d'une part et des conditions climatiques de l'autre part. L'irrigation est apportée soit à la raie soit au

goutte à goutte. Pour ce dernier système d'irrigation sensé mieux contrôler et d'apporter la quantité d'eau nécessaire à la plante.

II-7-7-4 Protection phytosanitaire

La tomate n'est que peu parasitée par les insectes par contre elle est sensible aux attaques d'un certain nombre de maladies fongiques et virales dont quelques-unes sont considérées comme dangereuses. Elles attaquent toutes les parties de la plante : racines, tiges, feuilles et fruits (Laumonier, 1979)

II-7-8 Maladies de la tomate

Plusieurs maladies sont rencontrées chez la tomate, les principales sont :

Tableau° 06: Principales maladies de la tomate et leurs traitements (Laumonier, 1979).

Désignation de la maladie	Traitement et mesures à adapter	Matière actives
<p>Mildiou de la tomate :</p> <p><i>Phytophthora infestans</i></p> <p>-taches livides gris-noir sur les feuilles qui se dessèchent.</p> <p>-taches sur les fruits qui pourrissent.</p>	<p>Pulvérisation préventive sur les plants et les cultures.</p>	<p>-Captfol</p> <p>-Mancozebe</p> <p>-manebe</p>
<p>Pied noir de la tige :</p> <p>-Noircissement de la base de la tige.</p> <p>-Pigmentation noire.</p> <p>-Dessèchement du feuillage.</p>	<p>Pulvérisation sur la base de la tige.</p>	<p>-Captane</p> <p>-Manebe</p>
<p>Verticilliose :</p> <p>-Jaunissement.</p> <p>-Dessèchement du feuillage.</p>	<p>Désinfection du sol, il existe des variétés résistantes.</p>	<p>-fumigant</p>

➤ Maladies virales

D'après Naika (et al. 2005), une infection virale provoque souvent une croissance retardée et une diminution du niveau de production. Les dommages causés par les maladies peuvent conduire à une réduction considérable de la récolte.

Le virus de la mosaïque du tabac (*Tobacco mosaic virus*, TMV) ou le virus de la mosaïque de la tomate (*Tomato mosaic virus*, ToMV) sont largement répartis dans le monde et sont tous deux transmissibles par les semences. Ils provoquent des symptômes sur tomate assez comparables (Blancard, 2013).

Il n'existe pas de méthode de protection curative permettant de contrôler efficacement le virus au cours de la culture. Généralement, une plante infectée le restera toute sa vie. En cas d'apparition de symptômes suspects dans une culture, il est conseillé de faire examiner quelques plantes malades par un laboratoire spécialisé qui réalisera des tests (Elisa, PCR)

Si le nombre de plantes malades dans la culture est limité, il faut les éliminer rapidement.

Il sera aussi judicieux de réaliser un vide sanitaire de quelques semaines sous abri. Si le temps est insuffisant, l'arrachage des tomates sera précédé de traitements insecticides afin de réduire les populations de ravageurs (Blancard et Marchoux, 2013).

Les principales pathologies virales qui touchent la culture de tomate sont présentées dans le tab : 7.

Tableau n°07: Principaux virus sur la culture de tomate (Andrés et *al.*, 2007 ; Trottin-Caudal et *al.*, 2011).

virus	genre	symptômes	Moyen de transmission
CMV	Cucumovirus	Mosaïques, Nécroses	Pucerons

(<i>Cucumbermosaicvirus</i>)		Filiformismes	
TICV (<i>Tomato infectious chlorosis virus</i>)	Crinivirus	Jaunisses	Aleurodes (<i>T.vaparariorum</i>)
TMV (<i>Tobacco mosaic Virus</i>)	Tobamovirus	Mosaïque Verte ou Jaune	Machines ou la main d'oeuvre
TSWV (<i>Tomato spotted wilt virus</i>)	Tospovirus	Nécroses, Décolorations, Nanismes	Thrips (<i>Frankliniella</i>)
TYLCV (<i>Tomato Yellow Leaf Curl Virus</i>)	Begomovirus	Jaunisses, Enroulement foliaire, Filiformismes	Aleurodes, (<i>Bemisiatabaci</i>)
PepMV (<i>Pepinomosaic virus</i>)	Potexvirus	Mosaïques	Contact, opérations culturales, graines

➤ **Ravageurs** : les principaux ravageurs de la tomate sont :

Tableau n° 08:Principaux ravageurs attaquant les cultures de tomate (Naikaetal., 2005; Ruocco et al., 2011 ; Trottin- Caudal et al., 2011 ; Desneux, 2010).

Maladies	Agent causal	symptômes
Nématode	<i>Meloïdogyneicognitaet</i> <i>Meloïdogynearenaria</i>	- Nodosités (gales ou kystes) sur les racines. -Réduction de la croissance de la plante. -Flétrissement de la plante.
Acariens	<i>Tetranychusurticae</i>	-Coloration bronzée ou brun roux. - Dessèchement et meurt des plantes les plusatteintes.
Aleurodes	<i>Bemisiatabaciet</i> <i>Trialeurodesvaporariorum</i>	-Développement de la fumagine -Coloration irrégulière des fruits.
Pucerons	<i>Macrosiphumeuphorbiae,</i> <i>Myzuspersicae,</i> <i>Aulacorthumsolaniet</i> <i>Aphisgossypii</i>	-Développement de la fumagine sur lesfeuilles et les fruits. - Croissance limitée et déformation des feuilles et des fruits
Papillons et noctuelles	<i>Heliciveraarmigera,</i> <i>Chrysodeixiichalciteset</i> <i>Autographamma</i>	-Des lésions et perforation du feuillage. -Galeries remplis d'excréments sur les tigeset

		sur les fruits.
Thrips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	-Les nymphes se nourrissent du pollen des fleurs et des jeunes fruits. -Lésions sur le limbe qui se nécrose pour prendre une teinte beigeâtre.
Mineuse de la tomate.	<i>Tuta absoluta</i>	- Mines remplies d'excréments dans les feuilles, les bourgeons et les fruits. -Les semis endommagés peuvent cesser de pousser.

II-8 Entretien du sol

Les traitements herbicides dispensent souvent d'effectuer des binages. En cas d'envahissement important de vivaces ou de morelle.

II-9 Récolte

La récolte peut-être :

- Mécanique en un seul passage, ce qui est quasiment la règle pour les fruits destinés à la transformation
- Manuelle et échelonnée, cas le plus fréquent pour les tomates pelées.

La récolte mécanique en un seul passage : implique le groupement de la maturité et de la réduction des taux des fruits tombés.

Plusieurs facteurs interviennent dans le groupement de la maturité (Chaux et Foury, 1994).

III-1 Importance de la fertilisation

III-1-1 Introduction

En général, la fertilisation comprend l'ensemble des techniques concernant l'apport des éléments minéraux destinés à maintenir ou à augmenter la fertilité d'un sol. On distingue ainsi les amendements minéraux et organiques, qui exercent une action sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.

III-1-2 Besoin en éléments fertilisants chez la tomate

Les exportations en éléments fertilisants de la plante (tableau 9) varient considérablement avec la durée du cycle, le rendement, le type de cultures et les techniques culturales: irrigation et la taille (Chaux et Foury, 1994).

Tableau n°09 : Bilan des exportations en éléments minéraux pour un cycle complet de la tomate cultivée en plein champ (Christiane, 1999)

Mode de culture	Rendement (t/ha)	Quantités prélevées (kg/ha)			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Plein champ	60	140	55	232	36

III-1-3 Bénéfices de la fertilisation

D'après Christiane (et *al.*, 1999) la fertilisation minérale est déterminante de l'augmentation des rendements des cultures. Elle représente un défi auquel l'agriculteur se trouve confronté à l'aube de 19^{ème} siècle. En effet, elle a joué un rôle considérable dans l'amélioration de la production entre 1950 et 1980.

D'après Soltner (1988), la fertilisation doit répondre à deux optiques :

- Première optique : enrichir le sol en éléments fertilisants directement assimilable par les plantes pour assurer un optimum de production.
- Deuxième optique : favoriser le déroulement naturel des cycles biologiques des microorganismes.

La fertilisation influence ainsi les propriétés physiques et chimiques du sol. Les particules se lient plus facilement entre elles grâce au carbone (Delphine, 2013).

Nous avons deux types d'apports :

➤ **Fertilisation chimique**

Sous forme des engrais contenant un ou plusieurs éléments comme l'Azote, le phosphore et le Potassium, ainsi que les éléments secondaires et les oligo-éléments.

➤ **Fertilisation organique**

Il s'agit de la matière organique naturelle ou du fumier de ferme, nommée amendement organique. Elle permet d'améliorer la structure du sol et augmenter la capacité du complexe argilo-humique à stocker les éléments nutritifs dont la plante a besoin.

III-2 Fertilisation minérale de la tomate

Chablier (et *al.*, 2006) ont souligné que la plante est constituée de nombreux éléments minéraux :

- **les macroéléments** : (N, P, K, Ca, Mg, S, SiO₂)
- **les oligo-éléments** : (Fe, Zn, Br, Mn, Cu)

III-2-1-1 Fertilisation azotée

L'azote est un élément majeur pour la fertilisation des végétaux, il est prélevé dans le sol sous forme nitrique (NO₃⁻) ou ammoniacal (NH₄⁺). Il a plusieurs rôles dans le développement de la plante. Il est le moteur de la croissance végétale et contribue au développement végétatif de toutes les parties aériennes feuilles, tiges et des graines d'où sa contribution à l'amélioration du rendement.

➤ **Rôle de l'azote**

L'azote a plusieurs rôles qui sont :

- ✓ Croissance et développement de la tomate (Snoussi, 1984).
- ✓ Multiplication des chloroplastes et synthèse de la chlorophylle.
- ✓ Synthèse des sucres et des réserves azotées dans les fruits (Chaux et Foury, 1994).

- ✓ L'azote est le constituant principal des protéines (chaîne d'acides aminés).
- ✓ Retarde la maturité et donc prolonge l'accumulation des réserves (Diehl, 1975).

➤ **Excès en azote**

L'excès d'azote a plusieurs effets négatifs sur les végétaux dont :

- Le développement du feuillage au détriment de la floraison et de la fructification
- Mauvaise résistance aux maladies (Anonyme, 2017).
- Forte sensibilité des cultures aux parasites (puceron)(Christiane et *al.*, 1999). De plus des apports trop élevés entraînent des risques d'accidents végétatifs et des pollutions de l'environnement (Chablier et *al.*, 2006).

III-2-2-2 Fertilisation phosphatée

Les phosphates naturels issus de la dégradation des phosphates géologiques, contiennent du phosphate de calcium (tricalcique) et des carbonates de calcium.

➤ **Rôle de phosphore**

Les composés organiques phosphatés sont nombreux dans le végétal et ils jouent un rôle plastique et métabolique de première importance : acide nucléique, phospholipides, lécithine, vitamine, phytine, enzyme.

Le phosphore intervient dans la synthèse de la chlorophylle et de l'ATP (transport de l'énergie). Chez la tomate il améliore la rigidité des tissus, favorise la fécondation et la fructification (Chaux et Foury., 1994).

➤ **Excès de phosphore**

L'excès en phosphore est sans inconvénient majeur pour les récoltes, les excès signalés résident soit dans le déséquilibre (Azote, phosphore) ou dans l'insolubilisation du fer dans le sol suite à un apport excessif du phosphore sous sa forme soluble (Diehl, 1975).

➤ **Déficience en phosphore**

Une déficience en phosphore donne une coloration vert foncé sur le feuillage et une couleur pourpre rosacé sur la face inférieure en plus on a une mauvaise qualité des fruits (Rey et Coster, 1965).

III-2-2 Eléments secondaires ou méso-éléments

❖ Calcium

Le calcium est un élément fondamental des parois cellulaires, il confère la résistance tissulaire des membranes (Soltner, 2003). Une mauvaise irrigation induit une mauvaise absorption de l'élément et cela induit l'apparition des nécroses apicales (Zuang, 1982).

❖ Magnésium

Le magnésium est un élément de base que compose la chlorophylle. Il permet à la plante d'effectuer les transformations chimiques des éléments nutritifs, l'assimilation et la migration du phosphore dans la plante (Anonyme, 2017).

❖ Soufre

Des études ont montré que la tomate a des besoins très élevés en sulfate et que la carence pouvait se manifester en absence d'engrain sulfaté car il rentre dans la composition de quels sont ces symptômes de carence chez certains acides aminés tels que la cystine (Heller, 1969).

III-2-3 Oligo-éléments

Les oligo-éléments sont présents en faibles quantités dans la plante, ils jouent un rôle de catalyseurs dans le métabolisme végétal.

Le fer est présent dans le sol à quelques centaines de grammes à l'hectare, les seuils de toxicité sont rapidement atteints et peuvent différer sensiblement selon l'espèce végétale (Chaux et Foury, 1994). Quelques interactions sont notées:

- ✓ Le bore : permet un accroissement de la cellulose (des formes arbustives) et la fabrication des sucres associés au Potassium.
- ✓ Le cuivre : aide à absorber l'Azote.
- ✓ Le fer : avec le Magnésium, les plantes synthétisent la chlorophylle.
- ✓ Le zinc : favorise le développement de la plante.

III-3 Potassium

Le potassium est un élément majeur important pour la croissance et le développement des plantes (Heller, 1969). Il contribue à favoriser la floraison et le développement des fruits. Il renforce la résistance aux maladies, au froid, la rigidité de la tige et il limite l'évapotranspiration des plantes. Selon Morel (1996), le potassium se trouve en quantités plus élevées dans les organes végétatifs de la plante que dans les organes qui assurent la pérennité de l'espèce.

III-3-1 Potassium dans le sol

III-3-1-1 Origine du potassium du sol

De nombreux constituants minéraux du sol contiennent du potassium, mais ce sont surtout les minéraux argileux qui sont à la fois le principal réservoir et le piège à potassium. L'humus du sol peut constituer une source non négligeable en potassium. La teneur et le type d'humus déterminent le potentiel de ce gisement potassique (Mheri, 2002).

III-3-1-2 Différentes formes de potassium dans le sol

Plusieurs formes de potassium existent dans le sol

➤ **Potassium et la roche mère :** Cette forme représente 90 à 98% du potassium total. Elle n'est utilisable qu'à long terme, c'est une réserve qui se libère progressivement après altération des minéraux sous l'effet des alternances des cycles d'humectation et de dessiccation, notamment sous l'effet de l'activité biologique (Soltner, 1994).

➤ **Potassium échangeable :** Le K échangeable est extrait par l'acétate d'ammonium, il contient aussi bien le K échangeable et le K de la solution du sol. Il dépend de la CEC du sol. Il représente 1 à 10% du potassium total du sol (Morel, 1996).

➤ **Potassium fixé ou non échangeable :** Le potassium non échangeable est une réserve lentement utilisée, les ions K^+ peuvent passer des surfaces externes aux surfaces internes des feuillets d'argile de type montmorillonite ou illite. Dans le cas d'une argile du type illite les ions libres deviennent difficilement échangeable (Soltner, 2003).

➤ **Potassium de la matière organique :** Selon Soltner (2003), le potassium déjà extrait par les plantes et qui est présent dans leurs tissus se trouve partiellement disponible pour les cultures suivantes car il retourne au sol de deux manières :

- Avant la mort des végétaux : la restitution de cet élément se fait, soit par les racines, soit par les feuilles lavées par la pluie.
- Après la mort et la décomposition des végétaux.

➤ **Potassium de la solution du sol :** Le potassium de la solution du sol provient de l'altération des minéraux, de la minéralisation de la matière organique et de la dissolution des engrais. Cependant, sa fixation par les

minéraux argileux, fait qu'il reste rarement en solution (Robert 1979 in Bourbia 1996).

Duthion (1968), illustre les différentes formes de potassium dans le sol, ainsi le potassium définitivement fixé est selon lui dans l'édifice cristallin des minéraux et sans doute définitivement soustrait à l'action de la végétation et représente au moins 95% du potassium total.

III-3-1-3 Dynamique du potassium dans le sol

La dynamique du potassium dans le sol est régie par l'ensemble des processus qui conditionnent son passage d'un compartiment à un autre (dissolution, échange, fixation, libération), lors de son transfert d'un horizon à un autre (Mhiri, 2002).

III-3-1-4 Conditions d'absorption du potassium dans le sol

La quantité d'ions potassium absorbée par les plantes dépend de la nature du sol, du climat et du stade physiologique de la plante.

➤ Humidité

L'humidité du sol est nécessaire pour le processus de diffusion des ions potassium, du fait que ces derniers sont relativement peu mobiles. Une faible teneur en eau de sol signifie une faible mobilité de l'ion k^+ (Chaux et Foury, 1994).

➤ Température

La température a un rôle sur la vitesse d'absorption du potassium par la plante. L'effet néfaste de basses températures de l'air (12 à 15°C) sur l'alimentation du potassium est accentué, si au niveau des racines nous avons les mêmes températures cela réduirait fortement la perméabilité membranaire (Chaux et Foury, 1994).

➤ Lumière

L'absorption intense en éclaircissement provoque un accroissement des teneurs en sucre, une augmentation en transpiration et du flux hydrique, ce qui entraîne un appel de potassium vers les sites du métabolisme intense. Se traduisant par une absorption accrue surtout quand le sol peut assurer une absorption normale (Bourbia, 1998).

➤ Oxygène

Pour une nutrition potassique convenable du végétal, il y'a nécessité d'une bonne aération du sol. Aux basses teneurs en oxygène du sol, on assiste à une baisse considérable de l'absorption du potassium (Ghebibi, 1998).

➤ **Nature du sol**

Plus le sol est argileux plus le potassium disponible pour la plante est faible. Les sols argileux de type illite ont un plus grand pouvoir de fourniture du potassium pour les plantes (Ghebbi, 1998).

➤ **pH**

En général, le pH de la solution du sol influence l'absorption minérale. La fixation des ions K^+ dans les feuillets d'argile et se trouve plus élevée lors de l'élévation du pH (Soltner, 2003).

➤ **Stade de développement**

Selon Zehler et Forster (1972), la tomate a des besoins en potassium élevés lors de la formation des fruits et lors du processus de pigmentation pendant la maturation.

III-3-1-5 Fonction du potassium

➤ **Potassium dans la plante**

Le potassium est le seul cation monovalent indispensable à la nutrition des végétaux supérieurs, c'est aussi l'élément minéral le plus abondant chez les plantes. Il se trouve soit sous forme d'ion K^+ dans les liquides internes des cellules soit en combinaison organique plus ou moins stable avec les colloïdes cellulaires (Contignies, 1996).

➤ **Rôle de potassium dans la plante**

Contrairement au rôle de l'azote et du phosphore, celui du potassium reste souvent difficile à cerner (Chaux et Foury, 1994).

D'après Morard (1974), les travaux récents basés sur la comparaison des plantes carencées ou non en potassium montrent que le potassium intervient dans presque tous les phénomènes physiologiques des végétaux.

➤ **Potassium et la photosynthèse**

Selon Caporn (1984), l'effet stimulant du potassium sur le rendement des plantes est en partie la conséquence du rôle de cet élément dans l'assimilation du CO_2 .

➤ **Potassium et les échanges intercellulaires**

Le potassium est très mobile dans la plante. Une variation du taux en potassium cellulaire s'accompagne d'une variation inverse de la concentration des autres éléments, ce qui confère au potassium un rôle régulateur des échanges intercellulaires (Contignies, 1996).

➤ **Potassium et la croissance des plantes**

Les organes jeunes sont plus riches en potassium, il intervient de façon importante dans la croissance des végétaux notamment la division cellulaire. Cette action a pour effet pratique d'accroître la précocité (Contignies, 1996).

➤ **Potassium et l'activité enzymatique**

Selon Mengel (1972), plus de 40 enzymes sont activées par le potassium. Pour leur activité maximale, des concentrations élevées en potassium sont nécessaires. Le rôle important du potassium dans divers systèmes enzymatiques pourrait expliquer les perturbations entraînées par sa carence sur la plupart des fonctions physiologiques des plantes.

➤ **Potassium et la régulation stomatique**

Les variations de la turgescence des cellules stomatiques entraînent l'ouverture et la fermeture des stomates, qui dépendent de l'absorption et de la perte réversible d'ions de potassium (Hellali, 2002).

L'ouverture des stomates est conditionnée par une concentration élevée en K^+ dans des cellules de garde (Hellali, 2002).

➤ **Potassium et la résistance des plantes aux maladies et aux parasites**

Les travaux de Contignies (1996), ont montré que les plantes bien alimentées en potassium ont une meilleure résistance à l'oïdium et à la tavelure.

Le rôle du potassium dans la résistance des plantes aux maladies et aux parasites est lié à son action sur la composition de la sève et des tissus de la plante (Contignies, 1996).

➤ **Potassium et le rendement**

Snoussi (1984) a constaté que le rendement en fruit de tomate est amélioré sous l'effet des doses croissantes en potassium. Selon Diehl (1975), les carences en potassium sur pomme de terre, betterave et les légumineuses fourragères entraînent des réductions de rendement très importantes.

➤ **Potassium et quantité en fruits**

L'amélioration de la qualité des fruits requiert des doses supérieures pour un rendement optimum (Contignies, 1996).

III-3-1-6 Carence et excès en potassium sur les plantes

III-3-1-6-1 Excès de potassium

Un apport excessif en potassium serait impliqué dans l'apparition du collet vert, ainsi l'absorption du potassium par les racines se trouve réduite par le stress salin et hydrique (Grassely, 2000). Selon Elalaoui (2007) les apports massifs en potassium sur des teneurs du sol en potassium trop élevées peuvent induire des carences en magnésium et en calcium.

III-3-1-6-2 Carence en potassium

Une carence en potassium affecte négativement la photosynthèse, accroît la respiration et altère la synthèse de la chlorophylle. Cette carence se manifeste surtout au niveau des feuilles les plus âgées, par redistribution vers les organes en croissance et les jeunes feuilles, le palissement et chlorose des tissus sont suivis d'un brunissement ainsi que d'une nécrose de l'apex et du bord des feuilles (Lepoivre, 2003). La carence en potassium réduit la distance entre les nœuds. Le bord des feuilles s'enroule parfois vers le haut et les plantes deviennent plus sensibles aux maladies, les fruits deviennent peu sucrés et moins savoureux avec une mauvaise conservation des légumes racines.

III-3-1-7 Potassium et santé humaine

Le potassium est un nutriment essentiel dans l'alimentation humaine. Sous sa forme de cation K^+ , c'est le principal ion intercellulaire de l'organisme.

- Le potassium est utilisé pour maintenir la balance électrolyte dans le corps et peut aider à empêcher la déminéralisation des os par l'empêchement de la perte de calcium par les urines et il peut faire baisser l'hypertension (Tucker *et al.*, 1999).
- Selon Henry (*al.*, 2006), le potassium pourrait intervenir dans l'augmentation de la teneur en lycopène dans la tomate et cela selon les variétés.
- Mengel (1973), signale qu'une alimentation humaine moderne est riche en Na pauvre en K_2O . Un approvisionnement élevé en Na favorise l'hypertension contrairement au K_2O qui agit comme antagoniste, rééquilibre les effets négatifs dus au Na.

I-1 But de l'étude

L'objectif de notre étude porte sur une comparaison entre deux types de fertilisations organique et minérale sur une variété de tomate locale (Marmande), cultivée en plein champ.

I-2 Conditions expérimentales

I-2-1 Situation géographique

L'essai est réalisé en plein champ au niveau de la station expérimentale de la commune de Boukhalfa l'I.T.M.A.S (Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne), située en zone montagneuse (200-300 m d'altitude) à 5 Km au Nord-Ouest de la ville de TiziOuzou, qui est implantée sur une superficie de 30,13ha (Figure 9).



Figure n°09 : Localisation par satellite de la station agricole de I.T.M.A.S de Boukhalfa (Google earth, 2019).

La station est limitée :

- Au Nord, par la route menant vers Tizirt
- Au Sud, par l'exploitation agricole Sbaihi
- A l'Est, par la route reliant Boukhalfala ville de TiziOuzou
- A l'Ouest, par la route reliant Boukhalfala ville de Draa Ben Khedda.

Ses coordonnées géographiques correspondent a :

- Une altitude de 230 m de niveau de la mer.
- Une longitude de 30°, 40mn Nord.
- Une longitude de 3°,42mn Est.

I-2-2 Donnée climatiques de la région d'étude

Le climat de la région de Boukhalfa est dit méditerranéen tempéré, caractérisé par deux saisons : un hiver froid et humide et un été chaud et sec. L'analyse des données climatique mesurées à la station météorologique de la wilaya de TiziOuzou au cours de la période 2019 a permis d'évaluer les paramètre suivants :

➤ Humidité de l'air

L'humidité relative de l'air est un facteur écologique important (Henry *et al.*, 2006). Durant la période végétative de la culture de la tomate, l'humidité doit être maintenue entre 70 et 80%.

Au moment de la floraison il est souhaitable d'avoir une humidité entre 60 et 70%, afin de faciliter la dispersion du pollen (Chaux et Foury, 1994).

L'humidité relative moyenne la plus élevée est enregistrée au mois de janvier, avril et juillet (83%, 72%, 70%) et l'humidité la plus faible est enregistrée respectivement au mois de Février, Mars, Mai, Juin et Aout (60%, 65%, 52%, 50% et 30%).

Tableau n°10: Humidité de l'air au cours de cycle de la plante de tomate (2019).

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout
Humidité (%)	83	60	65	72	52	50	70	30

(Station météo Tizi Ouzou, 2019)

➤ Température

Le tableau 11 fait apparaître que durant la campagne agricole 2019, les températures maximales sont enregistrées respectivement durant le mois de Juillet et Aout avec 43,6°C et 43,2°C.

Quant aux températures minimales, elles sont enregistrées pour les mois de Janvier et Février qui sont respectivement 10,1°C et 11,5°C.

Tableau n°11 :Températures moyennes mensuelles durant le cycle de la plante de tomate (2019).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A
T max (C°)	18,9	21,4	27,7	29,9	30,7	42,8	43,6	43,2
T min(C°)	2,3	2,9	5,0	7,4	9,2	12,3	19,9	18,3
T moy(C°)	10,1	11,5	14,1	16,1	19,1	25,6	29,9	29,3

(Station météo de TiziOuzou, 2019)

➤ **Pluviométrie**

Durant la campagne agricole 2019, l’irrégularité et la faiblesse des précipitations ont compromis la production de la tomate (Tableau 12).

Tableau n°12 : Pluviométrie mensuelle enregistrée durant le cycle de la plante tomate (2019).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A
Pluie (mm)	185,1	51,3	50,3	58,4	35,1	1,3	11,0	9,5

(Station météo TiziOuzou, 2019)

Le tableau 12 montre que la pluviométrie totale de la campagne agricole 2018/2019 a enregistré une faible somme de précipitations de 402 mm. A cet effet, le mois le plus pluvieux est le mois de Janvier avec une quantité de 185,1 mm. Durant le cycle de la culture (du mois d’Avril jusqu’au début du mois d’Aout), nous avons enregistré une somme totale des précipitations de 115,3mm qui s’avère très faible pour combler les besoins de la plante.

➤ **Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен**

Le diagramme de Bagnouls et Gausсен (1953), nous permet de délimiter la durée et l'étendue des périodes sèches et humidité tous au long de l'année, en respectant la convention d'échelle : $P(\text{mm}) \leq 2T(\text{C}^\circ)$.

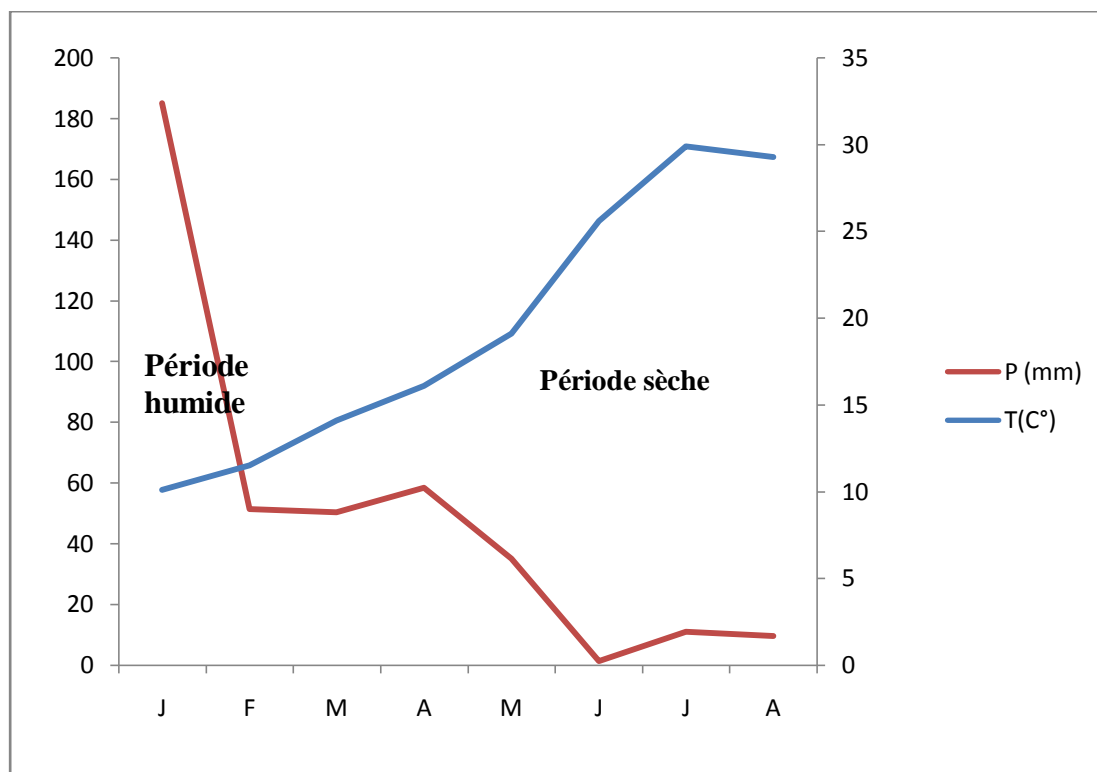


Figure n°10 : Diagramme ombrothermique au cours du cycle de la plante

(Originale, 2019).

Le diagramme Ombrothermique (Figure n°10) montre la présence d'une période humide et une période sèche :

La période humide s'étale de Janvier jusqu'à la mi-février.

La période sèche est longue, elle débute de mi-Février et se prolonge bien au-delà du cycle de la plante. Cette période sèche coïncide avec la période de notre essai.

I-3 Matériels et méthodes

I-3-1 Matériels utilisés

I-3-1-1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est une variété fixée de tomate industrielle à croissance déterminée d'espèce *Lycopersicon esculentum*, cette variété est nommée Marmande (figure n°11). Elle présente de bonnes caractéristiques à la production, avec un bon calibre.



Figure n°11 : Fruits de tomate variété Marmande (Originale, 2019).

I-3-1-2 Conduite de la culture

Les plantules de tomate utilisées sont achetées au niveau de la pépinière Mazouzia à Sidi Fredj à Alger.

I-3-1-2-1 Préparation du sol

La préparation du sol est une des opérations primordiales pour la réussite de la culture. Cette opération a pour objectifs :

- D'ameublir le sol.
- De détruire les mauvaises herbes
- D'enfouir le fumier, les engrais de fond et les résidus de récoltes.
- D'améliorer les propriétés physiques du sol.

Dans notre parcelle les travaux ont commencé le 25 Avril 2019, par un labour profond de 20-30 cm à l'aide d'une Charrue à dents.

Un apport de fumier a été réalisé avant la plantation avec 330 Qx sur la parcelle, cette quantité est divisée sur trois parties pour chaque sous bloc de la partie organique avec 110 kg. L'application des engrais de fond (N.P.K) est réalisée en suivant les doses calculées.



Figure n°12: Préparation du sol et apport du fumier (Originale, 2019).



Figure n°13: Apport d'engrais minéral (potassium et azote) (Originale, 2019).

I-3-1-2-2 Plantation

La plantation est réalisée le 3 juin 2019 (figure n°15), avec des plants ayant une hauteur de 15 à 20 cm et de 4 à 6 mm de diamètre (figure n°14).



Figure n°14: Plants de tomate (Originale, 2019).



Figure n°15: Plantation de la tomate (Originale, 2019).

I-3-1-2-3 Fumure d'entretien

L'épandage du fumier est effectué à la main autour des plants selon les doses calculées,

. Fumure potassique

Au cours de notre essai, le potassium est apporté sous forme de sulfate de potassium (K_2SO_4) à 50% de K_2O au stade jeune plantules à la date du 3 juin 2019.

L'apport global du potassium est de 5,64 kg pour les parcelles à fertilisation minérale. L'apport de cet élément est localisé et le calcul est réalisé par plant.

- **Fumure azotée**

Pendant la période d'essai, l'apport d'azote sous forme d'urée à 46% d'N est fractionné en trois apports. L'apport global est de 180 U/ha.

- Le premier apport est réalisé le 19 Juin 2019 correspond au stade plantule, avec une quantité de 939 g appliqué pour toute la parcelle, sur une surface de $144m^2$.
- Le deuxième apport est réalisé le 8 juillet 2019 correspondant au stade jeunes plants, avec une quantité de 469,5g pour la partie minérale sur une surface de $72m^2$.
- Le troisième apport d'azote est effectué le 27 juillet 2019 correspondant au stade floraison avec une quantité de 469,5g pour une surface de $72m^2$.

- Calcul des doses, on a suivie la formule suivante :

100 Kg d'urée \rightarrow 46 UN

X \rightarrow n UN

n : Quantité d'azote utilisé par dose pour la surface d'essai (UN/ha).

X : quantité d'urée/ha.

X (urée/ha) \rightarrow 10000 m^2 .

Y \rightarrow S(surface/dose).

- **Fumure phosphatée**

La fertilisation phosphatée n'a pas été réalisée, puisque le sol selon les analyses effectuées est bien pourvu en cet élément.

I-3-1-2-4 Binage

En plus de l'ameublissement superficiel du sol le binage permet la destruction des mauvaises herbes (figure n°16), ce qui diminue le risque de développement des

maladies, des parasites et surtout limite la concurrence entre les plantes de tomates et les adventices sur la teneur du sol en éléments nutritifs et en eau.



Figure n°16 :Binage sur plant de tomate (Originale, 2019).

I-3-1-2-5 Irrigation

Tout au long de notre essai on a utilisé une irrigation à la raie (figure n°17).



Figure n°17 : Irrigation sur la parcelle de tomate (Originale, 2019).

I-3-1-2-6 Désherbage

Plusieurs mauvaises herbes sont rencontrées au cours du cycle de la plante(figure n°18).



Figure n°18 : Différents mauvaises herbes rencontrées au cours du cycle de la tomate **A :** *Amaranthus retroflexus* **B :** *Portulaca oleracea* **C :** *Echinochloa colona* **D :** *Euphorbia prostrata* **E :** *Tribulus terrestris*, **F :** *Cyperus rotundus* (Originale, 2019).

I-3-1-2-7 Taille (ébourgeonnage) et effeuillage

Il est important de tailler les plants de tomates, surtout pour les variétés qui forment un buisson dense et pour les variétés à croissance indéterminée. Grâce à un sécateur

désinfecté, pour l'aération des plants et gardé une seule conduite pour chaque plants de tomate (figure n°19).



Figure n°19 : Taille des plants (A : avant l'ébourgeonnage, B : après l'ébourgeonnage) (Originale, 2019).

I-3-1-2-8Palissage

Dans notre parcelle on a utilisé des roseauxqui ont servi d'appui aux plants de tomates et permettront de maintenir les fruits et les feuilles au-dessus du sol. En outre, cela réduira le taux de pourriture des fruits et la propagation des champignons (figure n°20).



Figure n°20 : Palissage de la tomate (Originale, 2019).





Figure n°21:Plants de tomate à différents stade de développement (Originale, 2019).

A : stade de pleine croissance.

B : stade de floraison.

C : Stade de fructification.

D : stade début maturation des fruits.

E : stade de maturation des fruits.

I-3-1-3 Maladies et ravageurs

Au cours de l'essai, nous avons rencontré plusieurs maladies et ravageurs, pour lesquels nous avons effectué des traitements phytosanitaires.

➤ **Enroulement physiologique des feuilles**

L'enroulement foliaire chez la tomate se produit habituellement par temps chaud (figure n°22).



Figure n°22:Enroulements des feuilles de tomate (Originale, 2019).

➤ **Coulure de fleurs**

Les fleurs se développent puis tombent avant de former le fruit. Cet avortement est causé par les grandes variations de températures et surtout les fortes chaleurs durant la journée (figure n°23).



Figure n°23 : Coulure des fleurs (Originale, 2019).

➤ **Cicatrice pédonculaire ligneuse**

Les variétés de tomate à gros fruits présentent souvent des cicatrices pédonculaires liégeuses, plusieurs pourritures peuvent débuter à partir des cicatrices et pédonculaire.



Figure n°24 : Cicatrice pédonculaire ligneuse sur tomate(Originale, 2019).

➤ **Alténariose**

Altenaria tomatophila est un champignon qui s'attaque à tous les organes aériens de la plante, et ce à tous les stades de croissance de la plante. Sur les fruits, des taches concaves, bien délimitées, apparaissent à proximité de la cicatrice pédonculaire. Causé par des champignons aériens (Alténariose).



Figure n° 25 : Identification de *Alternariatomatophila* sur Tomate (Originale, 2019).

➤ **Araignées, tétraniques tisserands**

Les tetranyques tisserands sont des petits acariens. Les feuilles et les fleurs de la tomate sont couvertes de minuscules points jaunes. De fines toiles d'araignées sont également visibles (figure n°26).



Figure n°26 : Attaque d'Acariens sur tomate (Originale, 2019).

➤ **Mineuse de la tomate (TutaAbsoluta)**

Chez la tomate, la mineuse creuse des galeries à la surface des feuilles (figure n°26) afin de se nourrir de leur contenu, ce qui entraîne une réduction de la photosynthèse et compromet la production en fruits.



Figure n°27 : Galerie de la mineuse de la tomate sur les feuilles (Originale, 2019).

➤ ***Botrytis cinerea***

Tous les organes de la tomate peuvent être affectés par cette maladie causée par un champignon. La présence de minces anneaux blanchâtres (Taches fantômes), qui sont due à la germination des spores, causant une pourriture molle et humide sur les fruits.



Figure n°28 : Pourriture causée par *Botrytis cinerea* sur fruits (Originale, 2019).

I-3-1-4 Traitements phytosanitaires

Les traitements phytosanitaires sont réalisés par des applications des produits chimiques ou naturels ou de synthèse, destinés à repousser ou détruire les nuisibles (champignons, insectes, adventices...). Pendant la période de l'essai, une application de deux traitements de pesticides (insecticide préventif et un fongicide curatif) (tab : 13).

Tableau n°13 : Traitements chimiques utilisés pendant la période d'essai.

Pesticide utilisé	traitement	M A	Dosage (ha)	Dosage pour 5l
Insecticide	Préventif a large spectre	Deltametrine	400 l	6,25ml
Fongicide	Traitement curatif contre l'oïdium	Tradimenol	30hl	1,5 ml

Tableau n°14 : La conduite des plants.

Opération	Moyens	Période	But
Travaux de sol : -Labour de sol 20-30 cm. -reprise de labour	Charrue à dents	avril	Aération du sol et augmentation de la capacité de rétention en eau du sol. Détruire les mauvaises herbes. Enfouissement du fumier. Emiettement du sol.
En plein champ - Apport du fumier - Transplantation - Apport du potassium - 1 ^{er} apport d'azote - 1 ^{er} binage - ébourgeonnage - 2 ^{eme} Apport d'azote - 2 ^{eme} binage - 3 ^{em} Apport d'azote - 3 ^{eme} Binage - ébourgeonnage	Manuel Manuel Manuel Manuel Manuel Manuel Manuel Manuel manuel	25 Mai 2019 3 juin 2019 19 Juin2019 23 Juin 2019 8 Juillet 2019 27 juillet 2019 30 Juillet 2019	Ameublir et aérer le sol au pied des plants
La récolte		8 Aout 2019 20 Aout 2019	Consommation en frais

I-3-1-5 Méthode d'étude

I-3-1-5-1 Analyse du sol

L'analyse du sol de la parcelle a été réalisée par Agdour et Atmane (2017). Permet de constater les résultats suivants (tab :15) :

Tableau n°15: Résultats d'analyse physico-chimique du sol.

Caractéristique physico-chimiques	Résultats	Observation
pH	8,2	Moyennement alcalin
C.E (ds/m)	0,767	Moyennement salé
Calcaire(%)	16,5	Non alcalin
Azote N (%)	0,004	Sol très faiblement pourvu en azote
Matière organique(%)	1,77	sol pauvre en matière organique
Phosphore P (ppm)	70,56	sol riche en phosphore
Potassium K ⁺ (mg/100g)	0,33	sol moyennement pourvu en potassium
C.E.C(meq/100g)	17,50	moyen
Argile(%)	20,50	Texture du sol est Limon - argileuse
Limon F (%)	21,70	
Limon G (%)	40,50	
Sable F(%)	10,19	
Sable G(%)	7,11	

Les analyses physico-chimiques du sol montre que le sol d'essai est de type limoneux-argileux (40,5 de limon et 20,5 d'argile) avec un pH alcalin de 8,02.

I-3-1-5-2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental auquel nous avons opté est en bloc aléatoire avec trois répétitions (figure n°29). Le facteur étudié étant le type de fertilisation, nous avons deux types : fertilisation organique et fertilisation minérale. Comme il y'a eu un gradient d'hétérogénéité nous avons introduit le bloc comme étant un facteur.

L'échantillonnage aléatoire consiste à extraire des ensembles d'individus d'une manière aléatoire (Abramowitz et Stegum, 1972).

➤ Facteur étudié est :

Facteur fertilisation à deux niveaux

- engrais organique. (fumure de ferme).
- engrais minérale (potassium et azote).
- Les caractéristiques du dispositif sont résumées comme suit :
 - Longueur de l'essai : 18,40 m.
 - Largeur de l'essai : 10m.
 - Surface de l'essai : 184m².
 - Nombre de blocs : 2 blocs.
 - Distance entre les blocs 1,50m.
 - Largeur de bloc : 4m.
 - Longueur de bloc : 14m.
 - Longueur de sous blocs : 4,80m
 - Nombre de sous blocs : 6
 - Distance entre les plants : 0,75m
 - Distance entre les lignes : 1m.
 - Distances entre les sous blocs: 1,50m.
 - Nombre de plants par sous bloc : 24 plants.
 - Nombre total des plants : 144 Plants

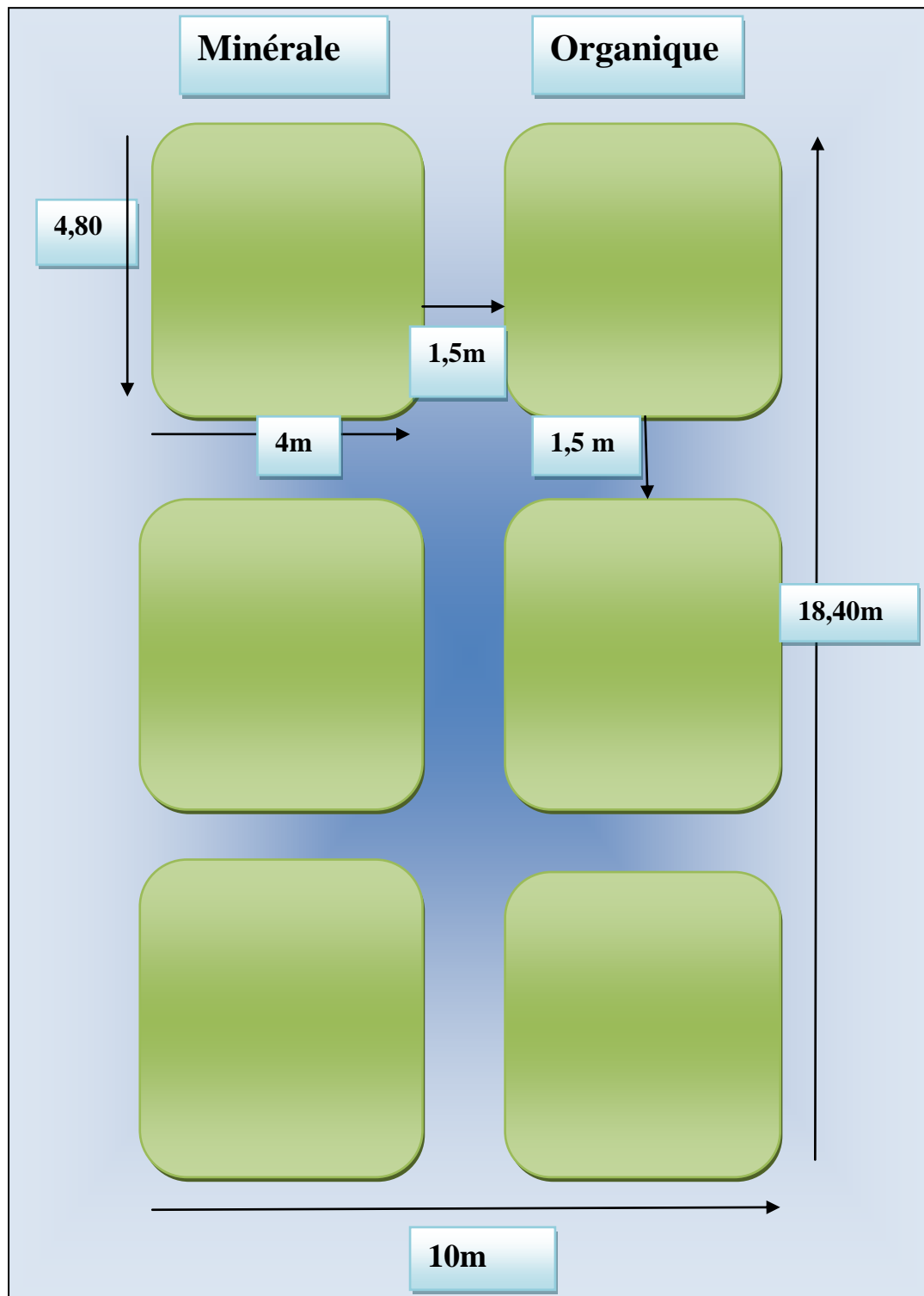


Figure n°29 : Disposition expérimental de l'essai.

I-6 Paramètres étudiés

A la fin du cycle de la tomate, quelques paramètres en été réalisés.

I-6-1 Hauteur de la plante

La hauteur de la tige principale est mesurée à l'aide d'un décimètre, elle nous renseigne sur la croissance en hauteur du plant.



Figure n° 30: Hauteur de la tige principale du plant de tomate (Originale, 2019).

I-6-2 Diamètre des tiges des plants

Le diamètre de la tige principale est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. Il nous donne l'épaisseur de la tige principale au collet.



Figure n°31 : Diamètre de la tige au collet (Originale, 2019).

I-6-3 Nombre de fleurs par plants

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

I-6-4 Nombre total de bouquets floraux par plant

Le nombre total de bouquet floraux par plant est la somme de tous les bouquets réalisés par comptage.

I-6-5 Nombre de fruits par plant

Le nombre de fruits est compté pour chaque plant mesuré.



Figure n°32: Nombre des fruits par plant (originale, 2019).

I-6-6 Poids moyen d'un fruit

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



Figure n°33: Poids moyen des fruits (Originale, 2019).

I-6-7 Diamètre moyen d'un fruit

Le diamètre moyen de chaque fruit est mesuré à l'aide du pied à coulisse.



Figure n°34: Diamètre du fruit (Originale, 2019).

I- 6-8 Rendement réel

Le rendement réel est calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{R\text{ réel}} = \text{poids des fruits récoltés de chaque bloc} / \text{superficie cultivée}$$

I-6-9 Rendement potentiel (Qx/ha)

Le rendement potentiel est calculé selon la formule suivante :

$$\mathbf{R_p} = \text{nombre moyen d'un fruit par plant} * \text{poids moyen d'un fruit par plant} * \text{la densité de plantation}$$

I-7 Analyse statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à un ou deux facteurs en utilisant le logiciel STAT BOX, version 6.4 pour déterminer la différence entre la fertilisation organique et minérale de la culture de la tomate sur tous les paramètres étudiés. Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par le test de Newman et Keuls (Dagnelie, 1975).

Si $P > 0.05$, il n'y a pas une différence significative.

Si $0.01 < P \leq 0.05$, il y a une différence significative.

Si $0.001 < P \leq 0.01$, il y a une différence hautement significative.

Si $P \leq 0.001$, il y a une différence très hautement significative.

II-1 Paramètres agronomiques

II-1-1 Hauteur de la tige principale

La figure n°35 montre une différence dans la hauteur de la tige principale, on enregistre la plus grande hauteur de la tige avec la fertilisation organique (1.25m), alors que avec la fertilisation minérale la hauteur de la tige est la plus faible (1,08m).

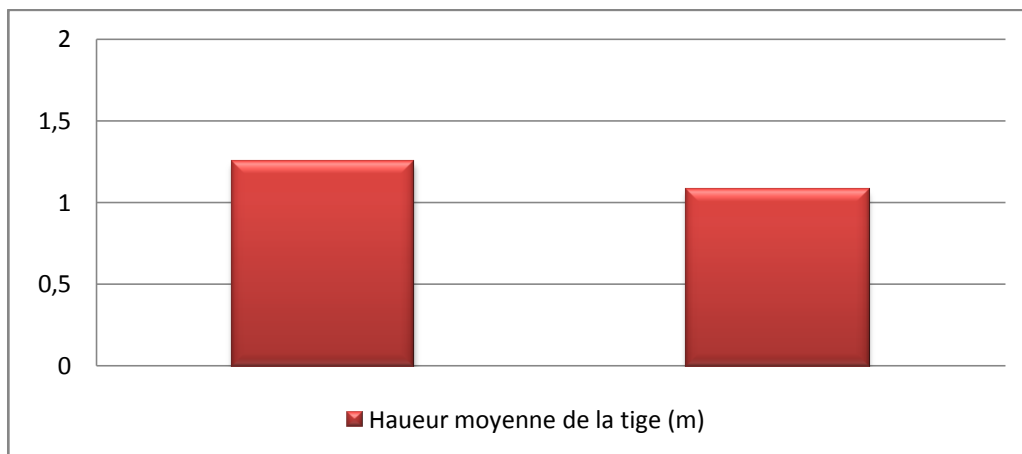


Figure n°35 : Effet du type de fertilisation sur la hauteur de la tige principale des plants de tomate.

Tableau n°16 : Résultat de l'analyse de la variance de la hauteur de la tige par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3532,958	23	153,607				
VAR.FACTEUR 1	1683,375	1	1683,375	53,229	0		
VAR.FACTEUR 2	1072,333	2	536,167	16,954	0,00009		
VAR.INTER F1*2	208	2	104	3,289	0,05955		
VAR.RESIDUELLE 1	569,25	18	31,625			5,624	4,79%

En effet, les résultats de l'analyse de la variance (tableau n°16) montrent une différence très hautement significative de deux facteurs étudiés fertilisation et blocs, et une différence significative pour leur interaction.

Cependant pour le facteur fertilisation nos résultats diffèrent de ceux obtenus par Achour et Taleb (2018) ayant travaillé sur le même thème mais sur deux variétés de tomate industrielle l'une hybride (hybride flq51) et l'autre fixée (Marmande). Dans leur cas, il n'y a pas eu de différence significative pour le type de fertilisation pour les deux variétés. Pour notre cas la présence de différence significative pour la variété Marmande, peut être

due à la capacité de rétention du fumier de ferme a la rétention de l'eau bénéfique pour les plants ; contrairement fertilisation minérale, ou le sol reste sec et provoque un taux d'avortement très important ou encore aux différentes dates de plantations. A cet effet, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°17) fait apparaître deux groupes homogènes avec en groupe **A** la fertilisation organique (125,667cm) et la fertilisation minérale en groupe **B** (108,917cm).

Tableau n°17 : Test de NEWMAN-KEULS de la hauteur de la tige (cm).

F1	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	125,667	A	
2.0	Minéral	108,917	B	

Pour le facteur Bloc, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°18) fait apparaître deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le bloc 3 (123,875) et le bloc 2(119,875), et en groupe **B** le bloc 1 (108,125). Cette différence de hauteur entre bloc est probablement due à l'ensoleillement intense au niveau du bloc 1 qui démarre avec le levé du jour comparé aux autres blocs qui sont ombragés par un rideau d'arbre ce qui a causé une croissance ralentie des plants et un stress hydrique plus important dans le cas des plants directement exposés au soleil très tôt dans la journée.

Tableau n°18 : Test de NEWMAN-KEULS de la hauteur de la tige (cm).

	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc3	123,875	A	
2.0	Bloc2	119,875	A	
1.0	Bloc1	108,125	B	

II-1-2 Diamètre de la tige principale

La figure n°36 montre une différence dans le diamètre de la tige principale avec une moyenne de 1,76cm pour les plants ayant reçu du fumier contre une moyenne de 1,4cm pour ceux ayant reçu de la fertilisation minérale.

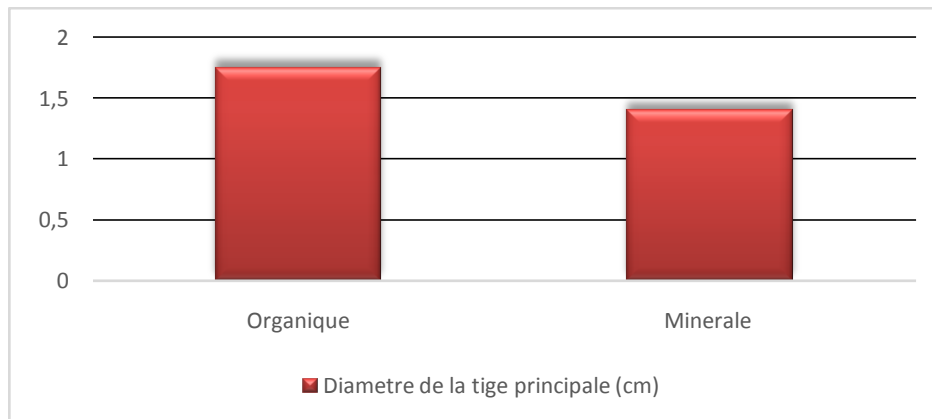


Figure n°36 : Effet du type de fertilisation sur le diamètre de la tige principale des plants de tomate.

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau n°19) montrent une différence très hautement significative pour le facteur fertilisation sur le diamètre au collet de la tige principale. De même pour le facteur bloc, une différence hautement significative a été observée. Et une différence significative pour l'interaction de deux facteurs. Nos résultats sont différents de ceux de Hadjaz et Hadj Larbi (2017) ayant travaillé comme dans notre cas sur la fertilisation organique et minérale chez deux variétés de tomate l'une hybride (Tavira) et fixée (Marmande) cultivées sous serre, ou ils n'ont enregistré aucune différence significative pour le facteur fertilisation. Nos résultats (1,76 cm) avec la fertilisation organique sont supérieurs à ceux obtenus par Hadjaz et Hadj Larbi (2017) qui sont de 1.66 cm. Cette différence est probablement due à la différence dans l'éclairage lumineux relatif à la période de la plantation ou l'éclairage lumineux favorise la croissance en épaisseur des plants.

Tableau n°19: Résultats de l'analyse de la variance du diamètre de la tige principale.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,986	23	0,086				
VAR.FACTEUR 1	0,77	1	0,77	27,059	0,00008		
VAR.FACTEUR 2	0,452	2	0,226	7,946	0,00344		
VAR.INTER F1*2	0,251	2	0,125	4,405	0,02729		
VAR.RESIDUELLE 1	0,512	18	0,028			0,169	10,63%

Le test NEWMAN-KEULS (Tableau n°20) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation avec en groupe **A** la fertilisation Organique (1,767), et en groupe **B** la fertilisation minérale (1,408). Il semblerait que la fertilisation organique sur la tomate variété Marmande présente une plus grande sensibilité sur le diamètre de la tige principale comparé aux autres variétés.

Tableau n°20 : Test de NEWMAN-KEULS de diamètre de la tige principale.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	1,767	A	
2.0	Minéral	1,408	B	

Le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°21) fait apparaître deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le nombre de bloc (bloc 2) (1,725) et bloc 3(1,638), et en groupe **B** le bloc 1 (1,4)..

Tableau n°21 : Test de NEWMAN-KEULS de diamètre de la tige principale.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	Bloc2	1,725	A	
3.0	Bloc3	1,638	A	
1.0	Bloc1	1,4	B	

II-2 Paramètres de production

II-2-1 Nombre moyen des bouquets floraux par plant

La figure n°37 montre que le plus grand nombre de bouquets floraux par plant est obtenu avec la fertilisation organique pour la variété Marmande (15,5bouquets floraux), alors que la plus faible valeur est obtenue avec la fertilisation minérale (13,083) bouquets floraux).

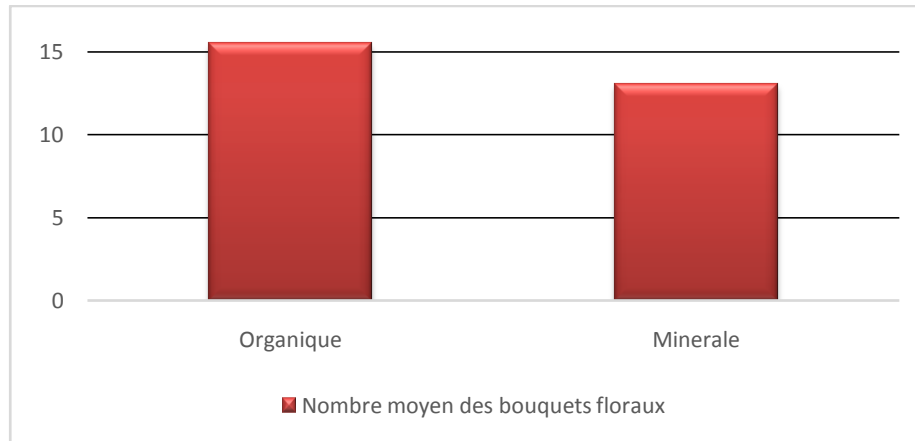


Figure n°37 : Effet du type de fertilisation sur le nombre moyen de bouquets floraux par plant.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°22) montrent une différence significative pour le facteur fertilisation sur le nombre moyen de bouquets floraux par plant, et une différence très hautement significative pour le facteur bloc. Cependant aucune différence significative n'est enregistrée pour l'interaction de deux facteurs.

Le test NEWMAN-KEULS (Tableau n°23) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation Organique en groupe **A** (15,5bouquets floraux), et en groupe **B** la fertilisation minérale (13,083 bouquets floraux). Nos résultats rejoignent ceux obtenus par Sili (2016), qui a travaillé sur le même thème que le nôtre, sauf que dans son essai il y a eu comparaison entre fumier, compost et engrais minéral. Il s'avère qu'elle a enregistré le plus grand nombre de bouquets floraux pour la fertilisation au compost (26.75bouquets floraux), puis vient le fumier organique pour ce paramètre. On peut déduire que le compost a plus d'effet sur le nombre de bouquets floraux que l'engrais organique et minéral. Tout de même l'apport organique reste plus favorable que la fertilisation minérale.

Tableau n° 22: Résultats de l'analyse de la variance sur le nombre moyen de bouquets floraux par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	274,958	23	11,955				
VAR.FACTEUR 1	35,042	1	35,042	7,067	0,01539		
VAR.FACTEUR 2	149,333	2	74,667	15,059	0,00017		
VAR.INTER F1*2	1,333	2	0,667	0,134	0,87513		
VAR.RESIDUELLE 1	89,25	18	4,958			2,227	15,58%

Tableau n° 23: Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de bouquets floraux.

F1	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	15,5	A	
2.0	Minéral	13,083	B	

Pour le facteur Bloc, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°24) fait apparaitre deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le bloc 3 (17,625), et en groupe **B** le bloc 2 (13,625) et bloc 1 (11,625).

Tableau n°24 : Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de bouquets floraux.

F2	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc3	17,625	A	
2.0	Bloc2	13,625	B	
1.0	Bloc1	11,625	B	

II-2-2 Nombre moyen de fleurs par plants

La figure n°38 montre une différence dans le nombre moyen de fleurs avec une moyenne élevée (87,83 fleurs) pour la fertilisation organique et la plus faible valeur (74,41 fleurs) pour la fertilisation minérale

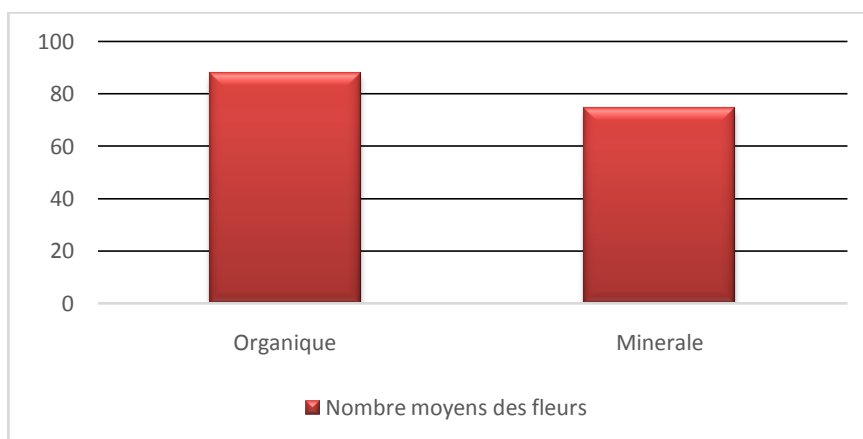


Figure n°38 : Effet du type de fertilisation sur le nombre moyen de fleurs par plant.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°25) montrent une différence hautement significative pour le facteur fertilisation sur le nombre moyen des fleurs par plant et une différence très hautement significative pour le facteur bloc. Et aucune différence significative pour l'interaction de deux facteurs.

Tableau n°25 : Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen de fleurs par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10126,63	23	440,288				
VAR.FACTEUR 1	1080,042	1	1080,042	8,259	0,0098		
VAR.FACTEUR 2	6354,75	2	3177,375	24,299	0,00001		
VAR.INTER F1*2	338,083	2	169,042	1,293	0,29897		
VAR.RESIDUELLE 1	2353,75	18	130,764			11,435	14,10%

.Le test NEWMAN-KEULS (Tableau n°26) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation avec en groupe **A** (87,833) la fertilisation organique et en groupe **B** la fertilisation minérale (74,417).

Tableau n°26 : Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de fleurs par plant.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	87,833	A	
2.0	Minérale	74,417		B

Pour le facteur bloc, le test de NEWMAN-KEULS (Tableau n°27) fait apparaitre trois groupes homogènes avec en groupe **A** le bloc 3 (103 fleurs), en groupe **B** le bloc 2 (76,375 fleurs), et en groupe **C** le bloc 1 (64 fleurs). Le bloc trois se distingue nettement des autres blocs étant donné l'ombrage par les arbres sur le terrain ainsi les plants ont eu une croissance sans stress ayant favorisé un nombre important de fleurs.

Tableau n°27 : Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de fleurs par plant.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	Bloc3	103	A		
2.0	Bloc2	76,375		B	
1.0	Bloc1	64			C

II-2-3 Nombre moyen des fruits par plant

La figure n°39 montre une différence dans le nombre de fruits avec une moyenne de 8 fruits/plant pour la fertilisation organique et une moyenne de 5 fruits/plant pour la fertilisation minérale.

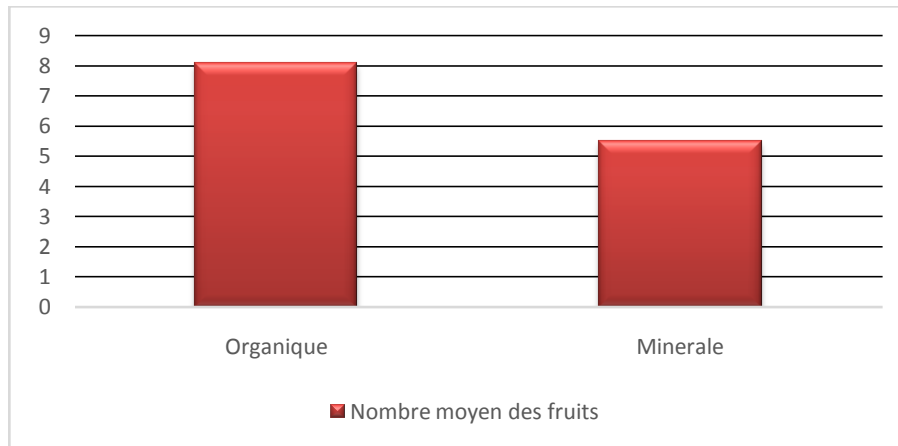


Figure n° 39: Effet du type de fertilisation sur le nombre moyen des fruits par plant.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°28) ne montrent aucune différence significative du facteur type de fertilisation et du facteur bloc sur le nombre moyen des fruits par plant. Il en est de même pour l'interaction de deux facteurs.

Nos résultats rejoignent ceux de Hadjaz et Hadjjarbi (2017), où ils n'ont enregistré aucune différence pour tous les facteurs étudiés. L'absence de différence significative est peut être due à la texture lourde du sol ayant empêché la libération et l'absorption des éléments minéraux du sol pour notre cas. Ou encore aux conditions climatiques qui ont causé des pertes en fruits après leur formation puisque la canicule a suivi la formation des fruits et leur perte.

Tableau n° 28: Résultats de l'analyse de la variance du nombre moyen fruits par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	250,5	17	14,735				
VAR.FACTEUR 1	24,5	1	24,5	2,791	0,11757		
VAR.FACTEUR 2	56,333	2	28,167	3,209	0,07549		
VAR.INTER F1*2	64,333	2	32,167	3,665	0,05648		
VAR.RESIDUELLE 1	105,333	12	8,778			2,963	37,82%

II-2-4 Diamètre moyen d'un fruit par plant

Une différence dans le diamètre moyen des fruits est indiquée dans la (Figure n°40), avec la plus grande moyenne de diamètre des fruits est enregistrée pour la fertilisation organique (5,767 cm) et la plus faible moyenne (4,778 cm) avec la fertilisation minérale.

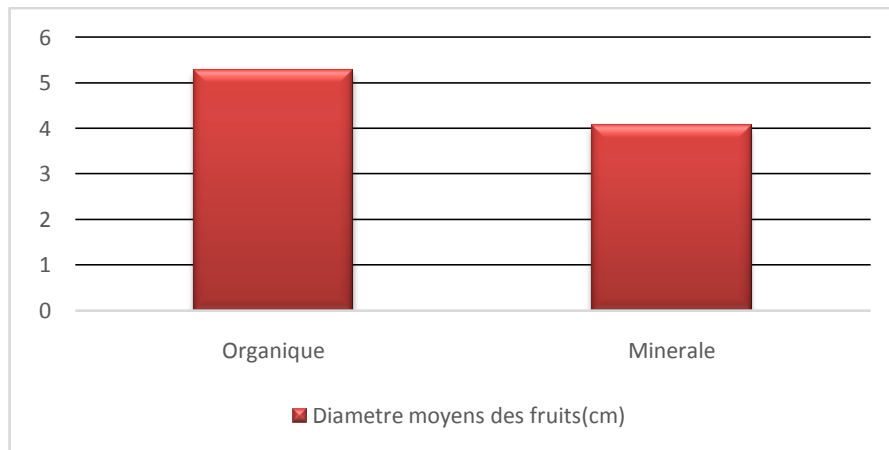


Figure n°40 : Effet du type de fertilisation sur le diamètre moyen d'un fruit par plant.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°29) montrent une différence significative du facteur fertilisation sur le diamètre moyen d'un fruit, et une différence hautement significative pour le facteur bloc. Cependant il n'y a pas de différence significative pour l'interaction de deux facteurs. Contrairement aux résultats obtenus par Hadjaz et HadjLarbi (2017), ou ils n'ont enregistré aucune différence significative pour les facteurs étudiés.

En effet, la variété Marmande présente des fruits de plus grand calibre avec la fertilisation organique. Cette différence est probablement due à la forte exposition aux températures élevées pour la partie minérale. Puisque la partie organique est ombragée par des arbres et de roseaux, ayant favorisé une croissance convenable des fruits.

Tableau n°29 : Résultats de l'analyse de la variance du diamètre moyen d'un fruit

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	26,996	17	1,588				
VAR.FACTEUR 1	4,401	1	4,401	6,541	0,02416		
VAR.FACTEUR 2	13,681	2	6,841	10,168	0,00271		
VAR.INTER F1*2	0,841	2	0,421	0,625	0,55596		
VAR.RESIDUELLE 1	8,073	12	0,673			0,82	15,56%

Le Test de NEWMAN-KEULS (Tableau n°30) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation avec en en groupe **A** (5,767cm) la fertilisation Organique et en groupe **B** la fertilisation minérale (4,778cm).

Tableau n°30 : Test de NEWMAN-KEULS du diamètre moyen d'un fruit

F1	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	5,767	A	
2.0	Minéral	4,778	B	

Pour le facteur Bloc, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°30) fait apparaître deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le bloc 3 (6,367), et en groupe **B** le bloc 2 (5,217) et bloc 1 (4,233).

Tableau n°31 : Test de NEWMAN-KEULS du diamètre moyen es fruits.

F2	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc 3	6,367	A	
2.0	Bloc 2	5,217	B	
1.0	Bloc 1	4,233	B	

II-2-5 Poids moyen d'un fruit

Une différence dans le poids moyen d'un fruit est enregistrée avec la fertilisation organique (88,32g), par contre avec la fertilisation minérale le poids moyen est le plus faible (63,33g).(Figure n°41).

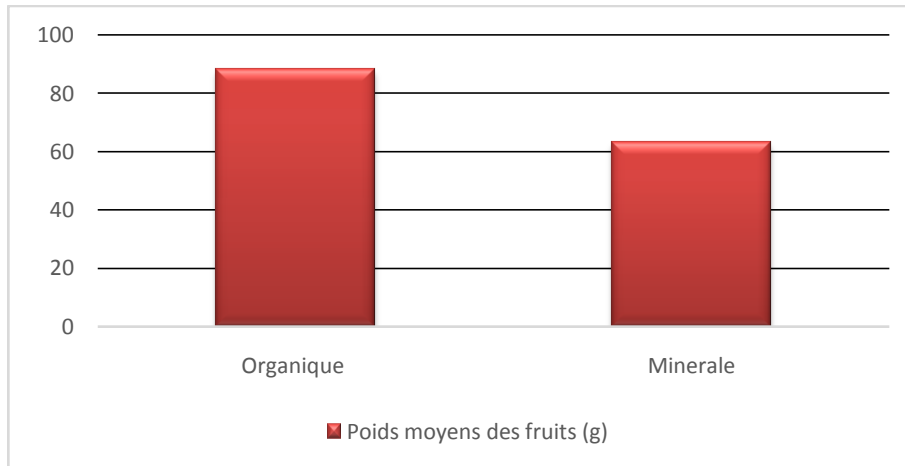


Figure n°41: Effet de fertilisation sur le poids moyens d'un fruit.

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°32) ne montrent aucune différence significative du facteur fertilisation sur le poids moyen d'un fruit, et une différence significative pour le facteur bloc. Cependant il n'y a pas une différence significative pour l'interaction de deux facteurs. Nos résultats rejoignent ceux de Hadjaz et HadjLarbi (2017) ainsi que ceux de Agdour et Atmane (2017) qui n'ont enregistré aucune différence significative pour ce paramètre. En effet les résultats du test de NEWMAN-KEULS du poids moyen des fruits pour le facteur bloc (Tableau n° 33), fait apparaitre deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le bloc 3 (102,75g), et en groupe **B** le bloc 1 (65,75g). La différence entre les deux blocs est très importante, ou on signale 102,75 g pour le bloc 3 contre 65,75 g pour le bloc 1. Cette différence dans le poids moyen des fruits est peut être due au retard de développement de ces plants.

Tableau n°32 : Résultats de l'analyse de la variance du poids moyen d'un fruit.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	13541,47	17	796,557				
VAR.FACTEUR 1	2023,964	1	2023,964	4,409	0,0554		
VAR.FACTEUR 2	4124,001	2	2062	4,492	0,03455		
VAR.INTER F1*2	1885,403	2	942,701	2,054	0,16976		
VAR.RESIDUELLE 1	5508,098	12	459,008			21,424	25,22%

Tableau n°33 : Test de NEWMAN-KEULS du poids moyen d'un fruit.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc3	102,75	A	
2.0	Bloc2	86,312	A	B
1.0	Bloc1	65,75		B

II-2-6 Poids moyen total des fruits par plant

La figure n°42 montre une différence dans le poids total des fruits par plant avec une moyenne de 776,88g pour la fertilisation organique contre une moyenne de 481,88g pour la fertilisation minérale.

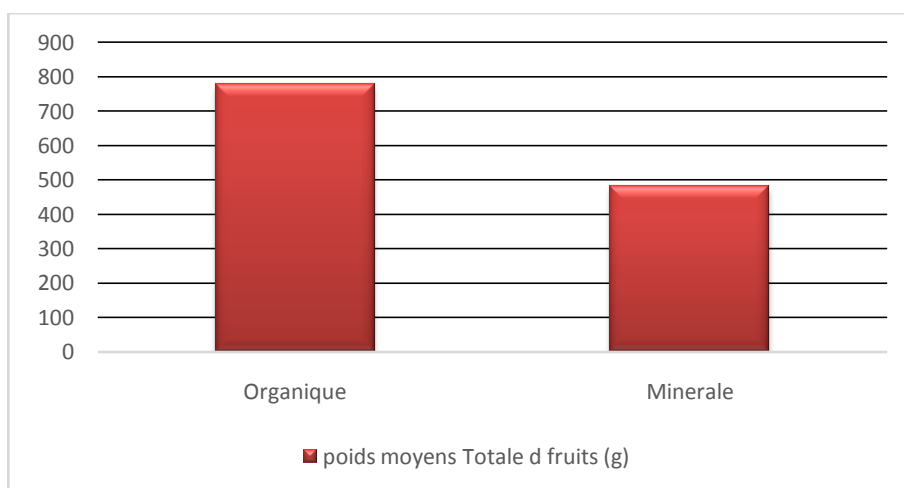


Figure n°42: Effet de fertilisation sur le poids moyens total des fruits.

Tableau n°34 : Résultats de l'analyse de la variance du poids moyens totale des fruits.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1819100	17	107005,9				
VAR.FACTEUR 1	391612,5	1	391612,5	10,791	0,00642		
VAR.FACTEUR 2	867252,1	2	433626,1	11,949	0,00148		
VAR.INTER F1*2	124766,9	2	62383,44	1,719	0,21974		
VAR.RESIDUELLE 1	435468,8	12	36289,06			190,497	30,27%

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°34) montrent une différence hautement significative des facteurs étudiés sur le poids total des fruits. Et il n'y a pas une différence significative pour l'interaction de deux facteurs. Nos résultats sont différents de ceux obtenus par Achour et Taleb (2018) qui ont signalé une absence d'une différence significative pour le facteur fertilisation pour la variété Marmande. Cette différence est due au comportement des variétés vis-à-vis du climat et de la date de plantation et des conditions de culture.

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau n°35) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation avec en groupe A la fertilisation Organique (776,889g), et en groupe **B** la fertilisation minérale (481,889g). on note que la fertilisation organique est à favoriser par rapport à la fertilisation minérale.

Tableau n°35 : Test de NEWMAN-KEULS du poids total des fruits par plant

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	776,889	A	
2.0	Minéral	481,889		B

Pour le facteur bloc, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°36) fait apparaître deux groupes homogènes, avec en groupe **A** bloc 3 (922g), et en groupe **B** le bloc 2 (572,833g) et bloc 1 (393,333g).

Tableau n°36 : Test de NEWMAN-KEULS du poids total moyen es fruits.

F2	LIBELLES	MOYENNE S	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc3	922	A	
2.0	Bloc2	572,833		B
1.0	Bloc1	393,333		B

II-2-7 Rendement réel

Le rendement réel en fruits a été très faible, en raison des fortes chaleurs et du manque d'eau. La figure n°43 montre une différence dans le rendement réel en fruits avec une moyenne de 2,75qx pour la fertilisation organique et une moyenne de 1,4qx pour la fertilisation minérale.

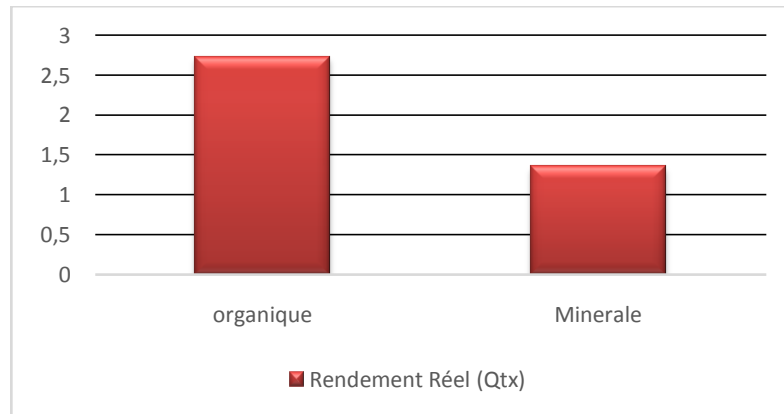


Figure n°43 : Effet du type de fertilisation sur le rendement réel(QtX).

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°37) montrent une différence hautement significative pour les deux facteurs étudiés sur le rendement réel et aucune différence significative n'est enregistrée pour l'interaction de deux facteurs.

Tableau n°37 : Résultats de l'analyse de la variance du rendement réel en fruits.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	32,473	17	1,91				
VAR.FACTEUR 1	7,045	1	7,045	10,864	0,0063		
VAR.FACTEUR 2	15,53	2	7,765	11,974	0,00147		
VAR.INTER F1*2	2,117	2	1,058	1,632	0,23543		
VAR.RESIDUELLE	7,781	12	0,648			0,805	30,59%

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau n°38) fait apparaitre deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation avec en groupe **A** la fertilisation Organique (3,258qtx), et en groupe **B** la fertilisation minérale (2,007qtx).

Tableau n°38 : Test de NEWMAN-KEULS du rendement réel.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	3,258	A	
2.0	Minéral	2,007	B	

Tableau n°39: Test de NEWMAN-KEULS du rendement réel.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc3	3,873	A	
2.0	Bloc2	2,386	B	
1.0	Bloc1	1,639	B	

Pour le facteur bloc, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°39) fait apparaitre deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le bloc 3 (3,873qx), et en groupe **B** les blocs 2 (2,386qx) et le bloc 1 (1,639qx).

II-2-8Rendement potentiel en fruits

La figure n°44 montre une différence dans le rendement potentiel avec une moyenne de 95qx/ha pour la fertilisation organique et une moyenne de 47qx/ha pour la fertilisation minérale.

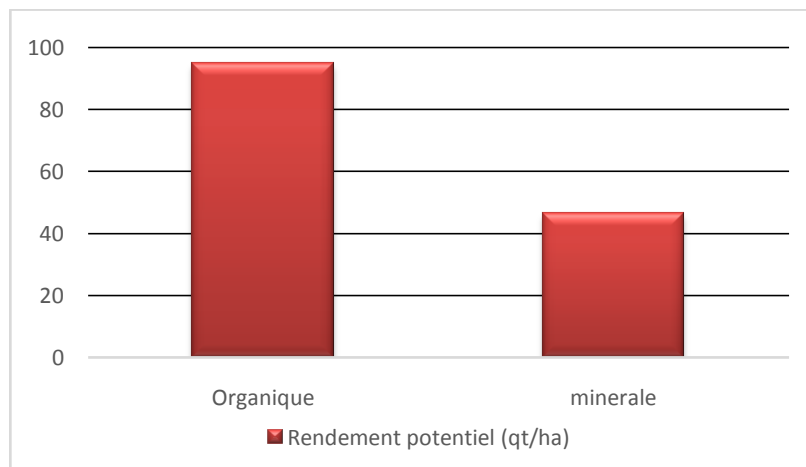


Figure n°44 : Effet dutype de fertilisation sur le rendement potentiel en fruits.

Tableau n°40: 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	56351,38	17	3314,787				
VAR.FACTEUR 1	13085,3	1	13085,3	9,071	0,01054		
VAR.FACTEUR 2	22755,84	2	11377,92	7,888	0,00659		
VAR.INTER F1*2	3200,246	2	1600,123	1,109	0,36269		
VAR.RESIDUELLE 1	17309,98	12	1442,499			37,98	42,85%

Les résultats de l'analyse de la variance (Tableau n°40) montrent une différence significative pour le facteur fertilisation et une différence hautement significative pour le facteur bloc. Aucune différence significative n'est enregistrée pour l'interaction de deux facteurs.

Nos résultats sont différents de ceux obtenus par Hadjaz et Hadjarbi (2017), et de Achour et Taleb (2018), qui n'ont enregistré aucune différence significative pour le facteur type de fertilisation sur le rendement potentiel des fruits de tomate. On peut penser que les conditions de culture sont différentes, notamment pour Hadjaz et Hadjarbi (2017) qui ont travaillé sous serre ou les conditions sont à l'optimum et où les deux types de fertilisations se sont rattrapés dans l'obtention du même rendement ; par contre pour Taleb et Achour (2018), on peut penser que l'absence de différence est probablement dû à la date de plantation tardive sur terrain ayant compromis le potentiel de production des plants par opposition à notre cas où les dates de plantations sont respectées bien que les fortes températures et le manque d'eau ont anéanti le rendement de la tomate vers la fin du cycle.

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau n°41) fait apparaître deux groupes homogènes pour le facteur fertilisation avec en groupe A la fertilisation Organique (115,59qx), et en groupe **B** la fertilisation minérale (61,666qx).

Tableau n°41 : Test de NEWMAN-KEULS du rendement potentiel.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Organique	115,59	A	
2.0	Minéral	61,666		B

Pour le facteur bloc, le test de NEWMAN-KEULS (tableau n°42) fait apparaître deux groupes homogènes, avec en groupe **A** le bloc 3 (136,609), et en groupe **B** les blocs 2 (77,665) et 1 (51,61).

Tableau n°42 : Test de NEWMAN-KEULS du rendement potentiel.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Bloc3	136,609	A	
2.0	Bloc2	77,665		B
1.0	Bloc1	51,61		B

Au terme de ce travail réalisé en plein champ au niveau de la station de l'ITMAS (Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture et montagne), de la commune de Boukhalfa, ayant porté sur la comparaison entre la fertilisation organique et minérale d'une variété de tomate industrielle (Marmande) connue pour ses caractéristiques d'une bonne variété, de par sa bonne adaptation aux conditions climatiques, notamment dans la région de Boukhalfa garantissant une bonne production ainsi qu'une bonne résistance aux maladies, comparée à d'autres variétés déjà cultivées. Les principaux résultats obtenus nous permettent d'apporter les observations suivantes :

Sur l'ensemble des paramètres agronomiques mesurés, pour le type de fertilisation, notamment organique, on a enregistré une meilleure croissance des plants. En effet, les résultats de l'analyse de la variance ont montré une différence hautement significative sur l'ensemble des paramètres de croissance, notamment la hauteur de la tige et du diamètre de la tige au collet ; Cependant, aucune différence significative n'est enregistrée pour le paramètre nombre moyen des fruits ainsi que le poids moyen des fruits ceci est probablement dû aux conditions climatiques durant cette campagne agricole. Les hautes températures ont limité la production des fruits ainsi que leur poids.

Pour le facteur bloc, une différence très hautement significative a été enregistrée pour les paramètres hauteur de la tige, diamètre de la tige au collet et du nombre moyen des bouquets floraux par plant ainsi que le nombre moyen de fleurs par plant, Mais aucune différence significative n'est enregistrée pour le nombre moyen des fruits par plant. Durant l'essai, il y a lieu de signaler un gradient d'hétérogénéité dû à la présence d'un rideau d'arbres ayant modifié le comportement des plants. En effet, le comportement des plants de tomate est meilleur dans le bloc 3 par la présence des arbres ayant créé un climat plus favorable par rapport aux autres blocs.

Signalons enfin que la fertilisation organique a montré une bonne performance de la variété Marmande sur la croissance, le développement et le rendement des plants comparée aux plants ayant reçu une fertilisation minérale. Aussi les fruits récoltés sont d'une meilleure couleur et saveur. Bien que les températures élevées de la campagne agricole a empêché l'expression du potentiel de production de la variété, mais on remarque tout de même que l'usage de la matière organique a préservé la qualité des plants et des fruits.

Nous savons que la matière organique améliore la texture du sol, protège l'environnement du sol et de la nappe phréatique des excès en éléments minéraux notamment de l'azote.

En perspective, on peut préconiser de :

De reprendre l'essai pour confirmer nos résultats en démarrant plus tôt l'essai et donc de respecter le calendrier de production de la plantation, évitant les fortes chaleurs.

De Sensibiliser les agriculteurs à développer les élevages pour une meilleure qualité et quantité du fumier de ferme.

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

De mener d'une façon régulière les irrigations et penser même à l'installation du système goutte à goutte.

De ne par arrêter de sensibilisé les agriculteurs sur le danger que présente l'utilisation abusive des produits phytosanitaires.

Enfin l'Etat doit aider nos agriculteurs par des formations pour mieux cerner les techniques culturales et des subventions pour l'achat des produits qui respectent la santé de l'homme et l'environnement.

A

1. **Andoussalam I. et Touzari H.,2006.** Effet de trois doses de fertilisation potassique sur les paramètres agronomique et technologique chez deux variétés de tomate industrielle. Mémoire d'ingénieur à l'UMMTO. 93p.
2. **Andrés G-S., Accotto G-P., Navas-Castillo J., Moriones E., 2007.** Founder effect, plant host, and recombination shape the emergent population of begomoviruses that cause the tomato yellow leaf curl disease in the Mediterranean basin. pp 302-312.
3. **Achir R. et Djebra N.,2015.** Effet de différentes doses de fertilisation potassique sur le comportement et la qualité nutritionnelle chez deux variétés de tomate hybrides (*lycopersicon esculentum* MILL) cultivées sous serre. Mémoire d'ingénieur d'état en science agronomique. 115p.
4. **Achour L. et Taleb L., 2018.** Effet de différentes doses de fertilisation minérale et une fertilisation organique sur le rendement et la qualité chez deux variétés de tomate industrielle (*lycopersicon esculentum* MILL) l'une hybride (hybride F1 Q51) et l'autre fixée (Marmande) cultivées en plein champ. 92p.
5. **Agdour Z. et Atmane R., 2017.** Effet de la fertilisation azotée et potassique sur le comportement de deux variétés hybrides de tomate industrielle (Ginan et Bobcat) cultivées en plein champ. 103p.
6. **Anonyme.,1995.** Guide pratique de la production de la tomate industrielle. ITCMI, Staouali. 20p.
7. **Anonyme.,1999.** Transfert de technologie en agriculture, tomate sous serre. PNNTA, MADRPM/DERD. 4p.
8. **Anonyme.,2010.** La culture de tomate. ITCMI, Staouali. 6p.
9. **Anonyme.,2012.** Production mondiale des tomates, statistique mondiale en temps réel. Planetoscope.
10. **Anonyme.,2015.** Guide pratique de la production de la tomate industrielle. ITCMI, Staouali. 14p.
11. **Anonyme.,2017.** Manuel d'utilisation des engrais. Grandes cultures, arboriculture, cultures maraichères et industrielles. (Ed. FERTIAL). 128p.
12. **Anonyme., 2018.** La tomate, ses bienfaits et ses valeurs nutritionnelles.
13. **Aprifel.,2019.** Analyse nutritionnelle Tomate. 2p.

B

14. **Baptista F-J., Bailey B-J et Meneses J-F., 2012.** Effect of nocturnal ventilation on the occurrence of *Botrytis cinerea* in Mediterranean unheated tomato greenhouses. *Crop Protection*, 32, pp144-149.
15. **Benchallal N., 1983.** Tomate industrielle : biologie de la plante. Journée d'étude, I.D.C.I. 70p.
16. **Blancard D., 2013.** Virus de la mosaïque du tabac (TMV) ou de la tomate (ToMV). INRA. 1p
17. **Blancard D. et Marchoux G., 2013.** Méthodes de protection. INRA. (Ed Quai). 1 p.
18. **Bourbia S., 1996.** Contribution à l'étude de la dynamique du potassium dans les sols alluviaux de la région de Tademaït. pp5-17.
19. **Bourbia S., 1998.** Contribution à l'étude du potassium dans les sols alluviaux de la région de Tademaït. Thèses de magister. UMMTO. 230p.

C

20. **Camille B., Henry Q., Guillaume M., 2016.** Rotation des cultures. INRA. 1p.
21. **Chablier P-F., Virginie V-D., Herve S-M., 2006.** Guide de la fertilisation organique à la Réunion. Edition C.I.R.A.D. 304p.
22. **Chaux C-L et Foury C-L., 1994.** Cultures légumières et maraichère. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruits. Tec et doc Lavoisier, Paris : 563p.
23. **Charonate C., Selvie D., François D et Jocelyne P., 2013.** Croissance et développement des plantes cultivées. (Ed. 3^{ème}). 98p.
24. **Chelha M., 2001.** Problématique de tomate industrielle : stratégie pour étaler la durée de réception au niveau des unités de transformation. Cours sur la tomate industrielle ITMAS. Guelma. 11-12-13 Juillet.
25. **Christiane R-L., Adam D., Brajeul E., Collet J.M., Dumoulin J., Erard P., Guérineau C., Hennion B., Javoy M., Justes E., Laville J., Quillec S., Perus J-M., Porteneuve C., Poissonnier J., Robin P., Thicoipé J-P et Villeneuve F., 1999.** Azote : culture légumières et fraisier environnement et qualité. Edition centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (C.T.I.F.L). Paris. 223p.
26. **Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of following plants. Colombian University. 1256p.

27. **Contignies X., 1996.** Potasse et agriculture. Ed. Sociétéscommerciale de la potasse et l'azote. Mulhouse. 122p.

D

28. **Delphine B.,2013.** Engrais : un atout pour les plantes, un fléau pour le sol. Groupe Futura planète.

29. **Desneux N., Wajnberg E., Wyckhuys K-A-G., Burgio G., Arpaia S., Narvaez-Cabera J., Catalan R-D.,Tabone E., Frandon J., Pizzol J., Poncet C., Cabello T et Urbaneja A.,2010.** Biological invasion of European crops by *Tutaabsoluta*:ecology, geographicextension and prospect of biological control. *Journal of Pest Science.* pp197-215.

30. **Diehel R., 1975.** Agriculture générale. Ed. J.B. Baillier.249p.

31. **Duthion R., 1975.** Le potassium dans le sol. *Revue de la potasse.*Section n°4. Ed. INRA, Dijon, France.

E

32. **Elalaoui A-C.2007.**Transfert de technologie en agriculture. Fertilisationminérale des cultures les éléments fertilisation majeur (Azote, potassium,phosphore).N°155.4p.

33. **Eugénie L.,2019.** Préparation d'une pépinière, africaine.

34. **FAO., (2014).**Base de données statistiques de l'organisation de l'agriculture et de l'alimentation.

G

35. **Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées objectifs et critères de sélection. Edition. INRA, Paris. 765p.

36. **Gaussen H., Lefoy J.et Ozenda P., 1982.** Précis de Botanique. (Ed 2^{ème}). Masson, Paris. 172p.

37. **Ghebbi K., 1998.**Effet de rationnement hydrique et de la fertilisation potassique sur le comportement de trois variétés de tomates industrielles. Thèse de magistère INA El-Harrach. 135p.

38. **Grasselly D., 2000.** Tomate pour un produit de qualité. Ed. Lavoisier. 222p.

H

39. **Hadjaz D. et Hadj Larbi N., 2017.** Effet de la fertilisation organique et minerale sur la qualité et le rendement chez deux varietés de tomate : hybride(Tavira) et fixés (Marmande) cultivées sous serre. 105p.

40. Hellali R., 2002. Atelier sur la gestion de la fertilisation potassique. Institut national agronomique de Tunisie.

41. Heller R.,1969. Physiologie végétale-nutrition. Edition. Masson 156p.

42. Henry G.,2006. Use of potassium to manipulate lycopene content in tomato fruit of improved nutritional quality.

I

43. Ignzi J-C, Albert D., Jean H.,Eveillard P., 2019.Engrais, Utilisation : la fertilisation.Accumulation et assimilabilité.16p.

J

44. Jacques P., Pierre J., 2005.La fertilisation organique des cultures. La Fédération d'agriculture biologique du Québec. 52p.

K

45. Kahlaoui B., 2012. Repense de la tomate en goutte à goutte enterré et en surface, croissance, rendement et nutrition minéral. Ed. Universitaire Européennes. pp3-5.

46. Kolev N., 1976. Les cultures maraichères en Algérie. Tome1. Légumes fruits. Ministère de l'agriculture et des reformes Agricoles. 52p.

L

47. Lambert L et Chouffot T., 2017. Cultures en serres. Pollinisation de la tomate par les bourdons. 9p.

48. Laumonier R. (1979).Culture légumes et maraichères. Ed. Bailliere. (vol 93). pp273-279.

49. Latigui A., 1984. Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la Tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de magister. INRA El-Harrach, Algérie.

M

50. Madr., 2018.Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural.

51. Madr., 2018.Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche.

52. Mengel., 1975. L'effet de potassium sur la qualité des produits végétaux. Revue de la potasse, Section n°24.

53. Mhiri A., 2002. Le potassium dans le sol de Tunisie. Institut national agronomique de Tunisie.

54. Missinou A-A., 2013. Physiologie de maturation des fruits. 6p.

55. Morel R., 1996. Les sols cultivés. 2^{ème} Edition. Ed. Lavoisier, Paris.222p

N

- 56. Naika S., De Jeud J-V-L., De Geffau M., Helmi M. et Dam V-B., 2005.**La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed .Wageningen, Pays-Bas.105p.

P

- 57. Polese J-M., 2007.** La culture de tomate- Un catalogue de 72 variétés de tomate. Ed. Artémis. 95p.
- 58. Polese J-M., 2011.** La culture des tomates. Ed. Artémis. 58p.

R

- 59. Rey et Costes., 1965.** La physiologie de la tomate. Ed C.N.R.A. station central de la physiologie végétale. INRA.111p.
- 60. Ruocco M.,Giorgini M., Alomar O., Blum B., Kohl J., et Nicot P., 2011.** Lutte Biologique. (Num2).10p.

S

- 61. Si Bennesseur et Alaoui., 2005.** Référentiel pour la Conduite Technique de la Culture de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), La conduite de la fertilisation. 67p.
- 62. Snoussi S., 2010.** Etude de base sur la tomate en Algérie. Rapport de mission.53p.
- 63. Soltner D., 2003.** Les bases de la production végétale : le sol, le climat, la plante. (Ed : 18eme). 464p.

T

- 64. Trottin-Caudal Y., Baffert V., Monnet Y et Vileneuve F., 2011.** Maitrise de la protection intégrée : Tomate sous serre et abris.281p.

Z

- 65. Zehler et Froster.,1972.** Potentiel et rendement de tomate en relation avec la nutrition potassique. Section 8.
- 66. Zuang H.,1982.** Le magnésium et les cultures maraichères. Ed. C.T.I.F.L. Paris. 395p.

Site internet

- 67. Internet 1 :** agronomie. Info/Fr./exigence pédoclimatique de la plante de tomate
- 68. PAC., 2014.2020.**<https://www.supagro.fr/reform>.

Résumé

Le travail de recherche s'articule sur la comparaison de deux types de fertilisation organique et minérale sur le comportement, la production et le rendement chez la tomate variété fixée (Marmande) cultivée en plein champs au niveau de l'ITMAS à Boukhalfa Tizi Ouzou. Plusieurs paramètres végétatifs et de production sont mesurés. L'ensemble des résultats obtenus indique que la fertilisation organique a montré une bonne performance de la variété Marmande sur les paramètres de croissance et de production tels que la hauteur, le diamètre au collet des plants, le nombre de bouquet floraux ainsi que le poids moyen des fruits par plant et le rendement en fruits comparée aux plants ayant reçu une fertilisation minérale. Aussi les fruits récoltés sont d'une meilleure couleur et saveur par rapport à la fertilisation minérale.

Mots clés : *tomate, fertilisation organique, fertilisation minérale, rendement.*

Abstract

This work focuses on the comparison between two types of organic and mineral fertilization on production and components of yield on fixed tomato variety (Marmande) cultivated in open field at the ITMAS, Boukhalfa, Tizi Ouzou. Several vegetative parameters and production are measured. All the results obtained indicate that organic fertilization has shown a good performance of Marmande variety on growth, development and yield of plants like high of stem, diameter at collar level, total number of trusses, mean fruit weight per plant and total fruit weight compared to plants that have received mineral fertilization. Also the fruits harvest are in better color and flavor with organic fertilization than that mineral fertilization.

Key words: *tomato, organic fertilization, mineral fertilization, yield*