



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



Mémoire de fin d'études

En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master En Agronomie
Option : Protection des végétaux

Thème

Effet de la fertilisation organique et minérale sur la production, la protection et la qualité chez une variété de la tomate

Hybride (kawa) cultivée sous serre.

Présenté par

M^{elle} IBBARI Karima

M^{elle} KACED Massicylia

Devant membre de Jury composé de

Présidente Mme MEDJDOUB BENZAAD F.

Promotrice : M^{me} GHEBBI - SI SMAIL K.

Examineur : Mr ARKOUB M

Professeur à l'UMMTO.

Maître de Conférences B.

Maître de Conférences B.

Année Universitaire 2019/2020

Remerciements

Au moment de clôturer ce mémoire, nous remercions en premier lieu ; Dieu de nous avoir

*Donné la force, la patience et le courage de terminer ce travail dans
Des conditions qui n'ont pas étaient faciles.*

*Nous exprimons toute nous gratitude à notre promotrice Mme SI SMAIL -
GHEBBI K. Maître assistant chargée de cours à l'UMMTO d'avoir accepté de
diriger ce mémoire et qui nous a guidés avec ses conseils et ses encouragements
durant l'élaboration de ce mémoire.*

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

*Nos remerciements à M^{er} Arkoub Maître-assistant à l'UMMTO d'avoir accepté
de faire partie de jury de ce travail.*

*Nos remerciements également l'ensemble du personnel de « l'ITMAS de
Boukhalfa » en particulier M^{elle} HADJAZ qui nous a aidés et facilités la tâche au
cours de notre pratique.*

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

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*À Mes très chers parents auxquels je dois tous les bonheurs du
monde*

*À mes chères sœurs et mes chers frères pour leurs soutiens et leurs
amours.*

*À toute ma famille Ibbari et mes amis et à tous ceux qui m'ont
aidé et encouragé.*

À MASSICYLIA avec laquelle j'ai partagé ce travail

*À tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce modeste
travail.*

À toute la promotion protection des végétaux 2019/2020

Karima

Dédicaces

Dieu Merci

Ce n'est que des lignes à écrire, que des simples paroles à dire pour toi ma chère maman, mon cher papa : je vous remercie énormément d'être toujours à mes coté, de votre soutien sempiternel. Si j'ai atteint ce stade là c'est grâce à vous mes parents bien aimés.

Je dédie ce modeste travail

*A mes très chères frères Ridha, Amazigh, Mouhend Amokrane,
Mouhend Tahar*

A mes très chères sœurs Nadjet, Thinhinan

A ma chère tante Katia

A l'ensemble de mes amies, je tiens à les remercier de leur soutien et surtout de leur amitié : Yasmine, Kahina, Farida, Saliha

A Karima avec laquelle j'ai partagé ce travail

A toute la promotion protection des végétaux 2019/2020

Massicylia

Listes des figures

Figure 1 : Diffusion de la tomate dans le monde (Gallais et Bannerot, 1992).....	3
Figure 2 : Plant de tomate (Originale, 2020).....	9
Figure 3 : Racine de tomate (Originale, 2020).....	11
Figure 4 : Tige de la tomate (Originale, 2020).....	12
Figure 5 : feuille de tomate (Originale, 2020)	13
Figure 6 : fleur de tomate (Originale, 2020)	14
Figure 7 : fruit de tomate (Originale, 2020)	14
Figure 8 : graines de tomate (Originale 2020)	15
Figure 9 : Dynamique de potassium dans le sol (Mhiri, 2002).....	28
Figure 10 : Maladies fongiques de la tomate	36
Figure 11 : Maladies bactériennes de la tomate	40
Figure 12 : Tomato mosaic virus (ToMV)	41
Figure 13 : Virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV).....	42
Figure 14 : Virus du jaunissement et feuille en cuillère de la tomate (TYLCV)	42
Figure 15 Différents ravageurs affectant la tomate	45
Figure 16 : désordre physiologique	47
Figure 17 : Localisation par satellite de la station expérimentale de Boukhalifa (Google earth, 2017)	48
Figure 18 : Fruit de tomate, variété hybride kawa (originale, 2020)	50
Figure 19 : la serre de culture (originale, 2019).....	51
Figure 20 : Apport de l'engrais azoté au pied des plants (originale, 2020).....	52
Figure 21 : Apport localisé du potassium autour du plant (originale, 2020).....	53
Figure 22 : fumier organique (originale, 2020)	54
Figure 23 : dispositif expérimentale de l'essai.....	55

Figure 24 : Installation du Paillage plastique de la tomate (originale, 2020).....	56
Figure 25 : conduite de l'irrigation de la tomate (originale, 2020).....	57
Figure 26 : palissage des plants de tomate (Originale, 2020)	58
Figure27 : buttage de plants de tomate (Originale, 2020).....	58
Figure 28 : différentes mauvaises herbes rencontrées au cours du cycle de la tomate. A : Oxalis Stricta . B : <i>Cynodon dactylon</i> . C : <i>Atriplex halimus</i>	59
Figure29 : Ebourgeonnage sur plant de tomate (Originale, 2020).....	60
Figure 30 : Enroulement physiologique des feuilles de tomate (Originale, 2020)	61
Figure 31 : pourriture de collet (Originale, 2020).....	61
Figure 32 : cicatrice pédonculaire ligneuse (Originale, 2020).....	62
Figure 33 : Dégâts des thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> sur les plants. A : tâche argentée sur la face supérieure des feuilles de tomate, B : lésions roses sur la fac inférieure	62
Figure 34 : maladies rencontrées chez la tomate : A : feuilles contaminées par le mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>) B : Galeries de la mineuse sur feuilles de tomate (<i>Tuta absoluta</i>) (Originale, 2020)	63
Figure 35 : fruits de tomate à maturité (Originale, 2020)	64

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux pays producteurs de tomate en 2013 (Anonyme1, 2019)	4
Tableau 2 : Exigences en lumière durant le cycle de développement de la tomate.....	18
Tableau 3 : Zones de culture et époques de production de la tomate	21
Tableau 4 : Les principales maladies fongiques de la tomate	33
Tableau 5 : Les principales maladies bactériennes de la tomate.....	37
Tableau 6 : Principaux ravageurs de la tomate	43
Tableau 7 : Désordres physiologiques	45
Tableau 08 : résultats de l'analyse granulométrique du sol.	49
Tableau 09 : Résultats d'analyses chimiques du sol	49
Tableau 10 : somme du poids total des fruits par plant les blocs concernent la fertilisation organique	66
Tableau 11 : somme du poids total des fruits par plant les blocs concernent la fertilisation minérale.....	66

Liste des abréviations

°C : Degrée Celsius

cm : Centimètre

CO₂ : le dioxyde de carbone

Cu : Cuivre

DSA : la direction des services agricoles

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

FE: Fer

Fm : fertilisation minérale

Fo : fertilisation organique

g: gramme

ha: Hectare

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles

ITDAS : Institut Technique de Développement de L'Agronomie saharienne

ITMAS : Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne

K: potassium

Kg: Kilogramme

m: Mètre

M² : Mètre carré

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

Mg : Magnésium

mg : milligramme

mm : millimètre

N: azotes

P: Phosphore

PH: Potentiel Hydrogène

Plt: plant

Qtx : Quintaux

T : Tonne

U : Unité

Zn : Zinc

Sommaire

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

Première partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la tomate

1. Origine et historique de la tomate	3
2. Situation et importance économique de la tomate	4
2.1 Dans le monde.....	4
2.1 En Algérie	5
2.1 Dans la wilaya de Tizi-Ouzou.....	5
3. Valeur alimentaire et propriétés médicinales de la tomate	6
4. Critères de qualité du fruit de tomate.....	6
4.1. Qualité des fruits	6
4.2. Composition biochimique de fruit	6
5. Calendrier cultural de la tomate maraichère	7

Chapitre II : Etude botanique et agronomique de la tomate

1. Classification de la tomate	9
1.1. Classification botanique de la tomate	9
1.2. Classification génétique	10
1.3. Classification selon le mode de croissance	10
2. Caractéristique morphologique de la tomate	11
2.1 Appareil végétatif.....	11
2.2 Appareil reproducteur	13
3. Cycle biologique du plant de la tomate.....	15
3.1. Germination des graines.....	15
3.2. Croissance de la plante.....	15
3.3. Floraison chez la tomate.....	16
3.4. Pollinisation des fleurs	16
3.5. Fructification de la tomate	16

3.6. Maturité des fruits de tomate.....	16
4. Exigences édapho-climatiques de la tomate	17
4.1. Exigences édaphiques	17
4.2. Exigences climatiques.....	17
4.3. Exigence nutritionnelle de la tomate.....	19
5. Fiche technique de la tomate.....	19
5.1 Choix du terrain.....	19
5.1 Préparation du terrain.....	20
5.1 Plantation et stade de plantation.....	20
5.4 Date de plantation	20
5.5 Densité de plantation.....	21
5.6 Fertilisation	21
5.7 Technique de plantation	22
6. Conduite de la culture	22

Chapitre III : Fertilisation de la tomate

1. Fertilisation organique.....	25
2. Fertilisation minérale	25
2.1Azote	25
2.1.1 Importance de l'azote dans la nutrition des plantes.....	26
2.2. Principales sources d'azote	26
2.2.1. Sol.....	26
2.2.2. Amendements organiques	26
2.2.3. Engrais minéraux.....	26
2.2.4. Plantes fixatrices de l'azote	26
2.3. Fonction biologique de l'azote	26
3. Fertilisation potassique	27
3.1. Généralités sur le potassium	27
3.2. Forme du potassium dans le sol.....	27
3.3. Dynamique du potassium dans le sol (figure)	28
3.4. Rôle du potassium dans la plante	29
4. Pertes en potassium	29

4.1. Pertes par lessivage	29
4.2. Pertes par érosion	30
5. Potassium et le lycopène	30
6 Potassium et la santé humaine.....	30
7. Rôle des différents minéraux nécessaire à la plante.....	30
8. Interactions entre les éléments minéraux	32

Chapitre VI : Maladies et ravageurs de la tomate

1. Principales maladies de la tomate	33
1.1 Maladies fongiques	33
1.2. Maladies bactériennes	37
1.3. Maladies virales sur tomate.....	41
1.4. Principaux ravageurs de la tomate.....	44
1.5. Désordres physiologiques	45

Deuxième partie : Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthodes

1. But de l'essai	48
2. Conditions expérimentales	48
2.1. Situation géographique.....	48
2.2. Caractéristiques du sol	49
3. Matériels utilisés	49
3.1. Matériel végétale	49
3.2. La serre	50
3.3. Fertilisation de la plante	51
4. Méthodes d'études.....	54
5. Conduit de la culture	56
5.1. Rotation de la culture de tomate.....	56
5.2. Précédant cultural	56
5.3. Préparation des plantes en pépinière	56

5.4.Préparation de la serre	56
5.5.Préparation du sol de la parcelle d'étude	57
6. Modes de conduits du plant.....	57
6.1.Buttage	58
6.2.Désherbage	59
6.3.L'ébourgeonnage et feuillage.....	59
6.4.L'écimage.....	60
6.5.Aération de la serre	60
6.6.Maladies et ravageurs rencontrées chez la tomate	60
6.7.Traitement phytosanitaire	63
6.8 Récolte	63
7. Les paramètres mesurés	64
7.1.Paramètres agronomiques	64
7.1.1 Diamètre finale de la tige principale (mm)	64
7.1.2. Hauteur de la plante.....	64
7.1.3. Nombre de bouquets floraux par plants	65
7.1.4. Nombre de fleurs par plants	65
7.1.5. Nombre de fruits par plants.....	65
7.1.6. Nombre de fleurs avortées	65
7.1.7. Calibre moyen d'un fruit (cm)	65
7.1.8. Poids moyen d'un fruit.....	65
7.1.9. Poids total des fruits par plant (g)	65
7.1.10. Rendement réel (Qx/ha)	65
7.1.11. Rendement potentiel (Qx/ha)	65
7.2. Paramètres technologiques.....	65

Chapitre II : résultats et discussion

1. poids total de fruits par plant(g)	68
---	----

Conclusion.....	70
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Introduction

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), est une plante herbacée annuelle de la famille des solanacées originaire des Andes et d'Amérique, très cultivée pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (**CHAUX et FROUX, 1994**).

Dans le monde la tomate occupe la deuxième place après la pomme de terre, que ce soit dans la production ou la consommation (**TRICHPOULOU et LAGIO,1997**). La plante est cultivée sous serre et en plein champ, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares aux légumes près d'un tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes (**ANONYME1, 2010**).

La production mondiale de tomate ne cesse d'augmenter. En effet, elle est passée de plus de 114 millions de tonnes en 2002 à plus de 126 millions de tonnes en 2007 (**FAO, 2008**). Sur la base des dernières données de la FAO (**FAO, 2014**), la production mondiale de la tomate a atteint le pic de 170 millions de tonnes et atteint 182 millions de tonnes en fruits frais sur une superficie de 4,84 millions d'hectares en 2017 (**FAO, 2019**).

Durant la campagne 2017-2018 la production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx). Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate plein champ et 1.225 qx/hectare pour la tomate sous serre. La production de la tomate industrielle (destinée à la transformation), a été de 15,4 millions de qx durant la campagne 2017-2018, avec un rendement de 651 qx/hectare.

Durant la campagne agricole 2016/2017, la direction des services agricoles de Tizi Ouzou (**DSA, 2017**), a enregistré un faible bilan de l'ordre de 41 604,50Qx sur une surface de 156,82 ha, soit un rendement moyen de 264,30Qx/ha.

En Algérie les cultures maraîchères occupent une superficie de 363 030 ha en 2005, et à 372 096 ha en 2006(**CHOUGAR, 2010**). Plus de mille hectares sont consacrées annuellement à la tomate sous serre (**Bradea et al., 2015**). Les cultures sous serre se distinguent de celles de plein champ par des besoins relativement importants en investissement, notamment en main d'œuvre, en irrigation, en fertilisation, en traitements phytosanitaires et surtout en technicité (**Zella & al., 2009**). Pour des rendements élevés en tomate, la fertilisation raisonnée s'impose.

La fertilisation organique et minérale augmente la croissance et le développement des plantes (**DIALLO et al, 2018**). En effet la nutrition minérale est à la base de hauts rendements, notamment la fertilisation azotée et potassique,

Jama et al. (2000), Kaho et al. (2011) et Islam et Munda (2012) ont montré que la décomposition des résidus organiques permet d'améliorer considérablement le niveau des nutriments et de la matière organique dans les sols.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, il consiste en une étude de l'effet de la fertilisation organique et minérale sur la protection, la qualité, et le rendement chez une variété hybride de tomate maraîchère variété KAWA, cultivée sous serre.

A cet effet notre étude sera structurée en deux parties : Une partie bibliographique qui comprend quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente des Généralités sur la tomate
- Le deuxième chapitre présente Etude botanique et Agronomique de la tomate
- Le troisième chapitre présente Fertilisation de la tomate
- Le quatrième chapitre présente Maladies et ravageurs de la tomate

La deuxième partie concerne la partie expérimentale qui comprend deux chapitres :

- Le premier est relatif au matériel et méthodes utilisés, l'objectif de l'étude ainsi que la conduite expérimentale
- Le deuxième consiste en la présentation et l'interprétation des résultats obtenus (non réalisés à cause de la situation sanitaire).

Et enfin nous terminerons par une conclusion.

**Première partie : étude
bibliographique**

Chapitre I
Généralité sur la tomate

1. Origine et historique

La tomate est originaire des Andes d'Amérique du Sud. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544 au 16ème siècle via l'Espagne (**Grasselley et al., 2000**). Sa culture s'est propagée en Asie du Sud et en Asie de l'Est, puis en Afrique et au Moyen Orient. Ensuite elle fut introduite dans d'autres régions d'Amérique du Nord (**Naika et al., 2005**).

En Algérie, la tomate fut introduite via l'Espagne par les Tomateros étant donné les conditions climatiques qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (**LATIGUI, 1984**).

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

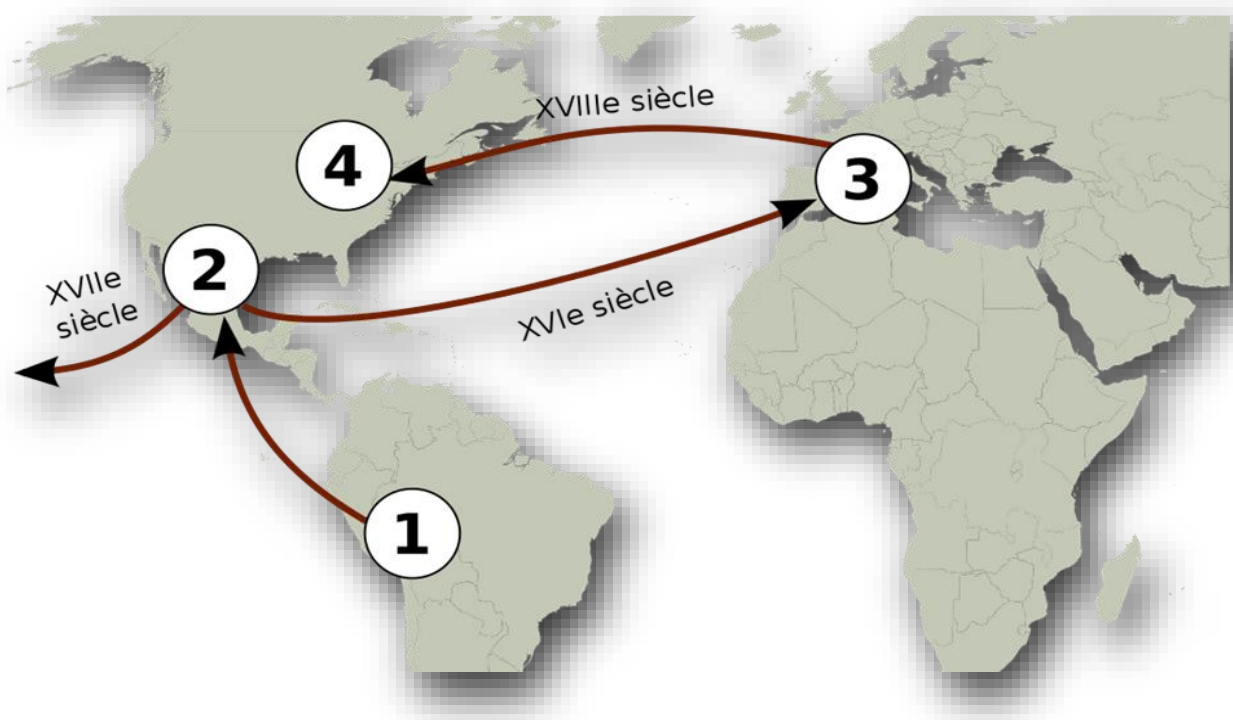


Figure 1 : Diffusion de la tomate dans le monde (**Gallais et Bannerot, 1992**)

- 1) **Pérou** : Centre de diversification.
- 2) **Mexique** : Premier centre de domestication.
- 3) **Europe** : Deuxième centre de domestication.
- 4) **Etats uni** : Troisième centre de domestication.

2. Situation et importance économique de la tomate

2.1 Dans le monde

La tomate occupe une importante place à l'échelle mondiale. Elle est cultivée dans presque tous les pays du monde, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri (**Desmas, 2005**).

La Chine est le principal producteur de tomate avec 50 millions de tonnes en 2013, suivie par 5 pays classés par ordre décroissant comme suit : l'Inde, les Etats-Unis, la Turquie, l'Egypte et l'Iran (**FAOSTAT, 2013**) (tableau 1).

Les données de la FAO (**FAOSTAT, 2014**) montrent que la production mondiale de la tomate atteint 170 millions de tonnes.

En 2016, la FAO avait estimé à 177 042 359 t/ha la production mondiale de tomate cultivée sur une superficie de 4 782 753 ha soit, un rendement moyen de 37, 01 t/ha. La chine détient le premier rang mondial (plus de 30% de la production) suivi par l'Inde, les Etats-Unis, la Turquie et l'Egypte (**FAOSTAT, 2016**).

Tableau 1 : Principaux pays producteurs de tomate en 2013 (Anonyme1, 2019)

	Pays	Surface cultivée (milliers d'hectares)	Rendement (tonnes par hectare)	Production (milliers de tonnes)	%
1	Chine	0,980	51.58	50.552	30.7
2	Inde	0.880	20.71	18.227	11.1
3	États-Unis	0.150	83.84	12.598	7.7
4	Turquie	0.311	38.01	11.820	7.2
5	Egypte	0.213	40.07	8.534	5.2
6	Iran	0.164	37.74	6.174	3.8

7	Italie	0.095	51.76	4.932	3
8	Brésil	0.063	66.80	4.188	2.5
9	Espagne	0.045	81.32	3.684	2.2
10	Mexique	0.087	37.66	3.283	2
11	Russie	0.120	22.07	2.644	1.6
12	Ouzbékistan	0.063	35.49	2.247	1.4
13	Ukraine	0.085	24.16	2.051	1.2
14	Portugal	0.018	96.78	1.742	1.1
15	Nigeria	0.027	57.54	1.565	1
Total monde		4.762	34.54	164.493	100%

2.2 En Algérie

En Algérie la tomate prend une place importante dans l'économie du pays. Elle est considérée comme une espèce prioritaire et classée en troisième lieu après la pomme de terre et l'oignon (Snoussi, 2010 ; FAO, 2011).

Sur la base des données statistiques du ministère de l'agriculture du développement rural et de la pêche, la production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017-2018. Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate de plein champ et 1.225 qx/ha pour la tomate sous serre.

En effet les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,33 millions de qx, Mostaganem avec 1,33 million de qx, Tipaza avec 1,04 million de qx et Ain Defla avec 728.250 qx (MADRP).

2.3 Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Dans la wilaya de Tizi-Ouzou, durant la campagne agricole 2016/2017, la production est de 41604,50Qx sur une surface de 156,82 ha, soit un rendement moyen de 264,30 Qx/ha, selon la direction des services agricoles des Tizi-Ouzou (DSA, 2017).

3. Valeur alimentaire et propriétés médicinales de la tomate

La consommation des fruits de la tomate contribue à un régime sain et équilibré (Naika et al., 2005). Elle est consommée crue ou cuite, ou comme un produit transformé tels que jus

de fruits, sauces, Ketchup et de conserves (**GHEBBI, 2016**).

Plusieurs études épidémiologiques ont montré que la consommation de fruits et légumes ont un rôle dans la prévention des maladies chroniques et diminuerait la mortalité humaine par le cancer et les maladies cardiovasculaires (**Giovanucci et al., 2010**).

Contrairement à la plupart des fruits, la tomate est un aliment très peu énergétique (**Davies et Hobson, 1981**). Le fruit de tomate est riche en eau (93% à 95%), très pauvre en calories (19 K calories/100g), soit 63 K joules.

La tomate est riche en carotène et en lycopène, elle fournit des quantités appréciables de vitamines C, ainsi que la provitamine A et de nombreuses vitamines du groupe B. Ces minéraux sont abondants (notamment en potassium, magnésium et phosphore). **MENARD (2009)** ajoute, que ces principales qualités font de la tomate un élément très apprécié dans les régimes.

4. Critères de qualité du fruit de tomate

4.1. Qualité des fruits

Les serriculteurs tentent de produire des fruits de qualité, à haute valeur nutritive et riches en molécules bioactives. Une bonne gestion de l'humidité, de la température, de la luminosité et de la concentration en CO₂ de l'air ambiant peut améliorer la qualité de la production (**Dannehl et al., 2014**).

D'après **Bénard, 2009**, La qualité gustative des fruits peut se décomposer en trois parties : la texture, la saveur et les arômes. La texture est principalement caractérisée par la fermeté du fruit. L'arôme du fruit est défini par la concentration en composés aromatiques volatiles, sachant que plus de 400 composés ont été identifiés chez la tomate, et enfin la saveur est relative aux teneurs en sucre et acide.

La tomate est pourvue de substances potentiellement actives, comme les vitamines, les minéraux, les micronutriments et les fibres (**Bénard, 2009**).

4.2. Composition biochimique du fruit

➤ Constituants majeurs

Contrairement à la plupart des fruits, la tomate est un aliment très peu énergétique, elle n'apporte qu'environ 26 K calories/100 g à l'état frais (**Davies et Hobson, 1981**). Les fruits de

tomate sont majoritairement composés d'eau, environ 95% (**Bénard, 2009**), et possèdent peu de lipides et protides et 5% de matière sèche composée de 50% de sucres (fructose et glucose), 25% d'acides organiques (acides citrique et malique), 8% de minéraux, 2% d'acides aminés, de caroténoïdes et autres métabolites secondaires (**Davies et Hobson, 1981**).

➤ **Constituants mineurs**

Les tomates possèdent également de nombreuses vitamines : A, B1, E et C, ainsi que des fibres (1.8g pour 100g MF), des acides aminés essentiels, des sels minéraux (potassium, chlore, magnésium, phosphore) et des oligoéléments (fer, zinc, cuivre, cobalt, bore, nickel, iode), ce qui fait de ce fruit un aliment particulièrement recommandé par les diététiciens (**De Broglie et Guérault, 2005**).

En effet la tomate est un aliment riche en caroténoïdes, en composés phénoliques et en vitamines C et E (**Frusciante et al., 2007**).

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles qui contiennent une chaîne centrale hautement poly-insaturée, elles peuvent être de couleur rouge, jaune, ou orange et sont largement distribués dans la nature, (**Bouzaata, 2016**). Ces pigments naturels sont regroupés dans deux classes telles que le lycopène et les xanthophylles. La tomate est riche en caroténoïdes, particulièrement en lycopènes qui lui confèrent sa couleur rouge et représentent de 60 à 64 % des caroténoïdes totaux (**Clinton, 1998**).

Desjardins (2016) signale que les composés phénoliques présents dans la tomate sont importants dans le fonctionnement des microbiotes intestinaux. Ainsi la teneur en composés phénoliques se situe autour de 30-70 mg.100 g⁻¹ (**Kaur et Kapoor, 2002 ; Nour et al., 2013**).

5. Calendrier cultural de la tomate maraichère

❖ Tomate sous serre

A / cas du littoral et sublittoral : date de semis : Novembre

Date de plantation : Décembre

Date de récolte : à partir d'Avril

Distances de plantation : 1m x 0,40m

Densité : 25000 plants/Ha

B / cas des plaines intérieures : date de semis : Fin décembre –Janvier

Date de plantation : Février

Date de récolte : à partir de Mai

Distances de plantation : 1m x 0,40m

Densité : 25000 plants/Ha

Chapitre II
Etude botanique et
agronomique de la tomate

1. Classification de la tomate

1.1. Classification botanique de la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.), est une plante herbacée, vivace à l'état naturel et annuelle en culture. Elle appartient à la famille des Solanacées (CRONQUIST, 1981 ; GAUSSEN et al., 1982) (Figure 2).

Munroe et Small (1997) rappellent que la tomate appartient à la classification suivante :

Règne..... Plantae
Sous règne..... Tracheobionta
Division..... Magnoliophyta
Classe..... Magnoliopsida
Sous classe..... Asteridae
Ordre..... Solonales
Famille..... Solanaceae
Genre..... *Solanum* ou *Lycopersicon*
Espèce..... *Lycopersicon esculentum* Mill.



Figure 2 : plant de tomate (Originale, 2020)

1.3. Classification génétique

La tomate cultivée est une espèce diploïde à $2n=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques dont certains sont très importants pour la sélection (**Gallais et Bannerot, 1992**).

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

➤ Variétés fixées

Les variétés fixées se caractérisent par l'homozygotie qui conserve les caractères parentaux (**Chaux et Fourry, 1994**).

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

➤ Variétés hybride

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (**Polese, 2007**). Elles présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêts agronomiques et nutritionnels grâce à l'effet hétérosis (**Gallais et Bannerot, 1992**).

2.3. Classification variétale selon le mode de croissance

Les variétés de tomate cultivées sont très nombreuses. Les tomates peuvent être classées d'après leurs caractères morphologiques et botaniques. En effet, ces dernières peuvent être classées selon leur croissance qui peut être du type indéterminé ou du type déterminé (**POLESE, 2007**).

➤ Les variétés à port indéterminé

Les variétés de tomate à port indéterminé présentent une tige principale poussant avec régularité et forment généralement un bouquet à fleurs toutes les trois feuilles. Il en résulte que la production des fruits est prolongée. On peut l'arrêter par un pincement du bourgeon terminal à la hauteur souhaitée (**Laumonnier, 1979**). Il est également nécessaire de tailler les plants et

de les ébourgeonner régulièrement. Ce groupe se caractérise par une production plus étalée et sont plus productives en général que les tomates à port déterminé (POLESE, 2007).

➤ **Les variétés à port déterminé**

Dans ce groupe, la tige émet 2 à 6 bouquets floraux, puis la croissance s'arrête naturellement. Elle est caractérisée par l'absence de la dominance apicale (LAUMONIER, 1979). Les variétés à croissance déterminée se supportent elles-mêmes et n'ont généralement pas besoin de tuteur. Elles requièrent moins de main d'œuvre, c'est pourquoi elles sont souvent choisies pour la culture commerciale (Naika et al., 2005).

2. Caractérisation morphologique de la tomate

2.1. Appareil végétatif

➤ **Le système racinaire**

Chez la tomate, le système racinaire est très développé et présente une forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm et plus (SHANKARA et al., 2005). La racine principale est très dense, ramifiée et très active sur les 30 à 40 premiers centimètres (Chaux et Foury, 1994) (Figure 3).



Figure 3 : Racine de tomate (Original, 2020)

➤ **La tige**

La tige de la tomate est pubescente et épaisse aux entre-nœuds. Sa consistance est herbacée en début de croissance, puis devient ligneuse en vieillissant (Figure 4). Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent par une inflorescence (**Chaux et Foury, 1994**).

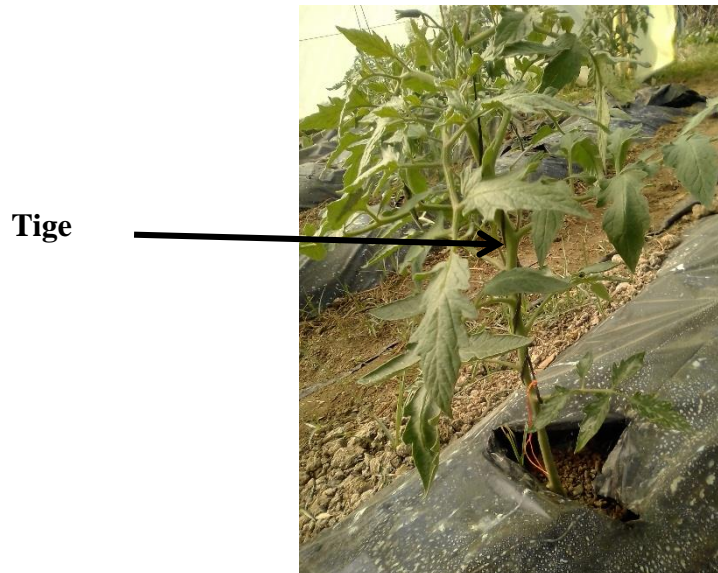


Figure 4 : tige de la tomate (originale, 2020)

➤ **Feuillage de la tomate**

Les feuilles de tomate sont disposées en spirale de 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large. Les folioles sont ovales à oblongues, couvertes de poils glandulaires. Les grandes folioles sont parfois pennatifides à la base. L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (**SHANKARA et al., 2005**). (Figure 5).



Figure 5 : feuille de tomate (Originale, 2020)

2.1. Appareil reproducteur de la tomate

➤ La fleur

Les fleurs de tomate sont bisexuées, régulières de 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent opposées ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général il y a 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1 cm, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres (**Figure 6**). Il y a 6 étamines, les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec 2 à 9 carpelles. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (**SHANKARA et al., 2005**).



Figure 6 : Fleur de tomate (Originale, 2020)

➤ **Fruit de la tomate**

Les fruits de la tomate sont des Baies charnues de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits à maturité varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (**Boutoumou et Boumza, 2016**) (Figure 7).



Figure 7 : fruit de tomate (Originale, 2020)

➤ Graines

Les graines de tomate sont en forme de rein ou de poire, poilues, de couleur beige ayant de 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen (Figure 8). Mille graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Gallais et Bannerot, 1992). Selon Chaux et Foury (1994), chaque fruit contient un nombre important de graine allant de 80 à 500 graines

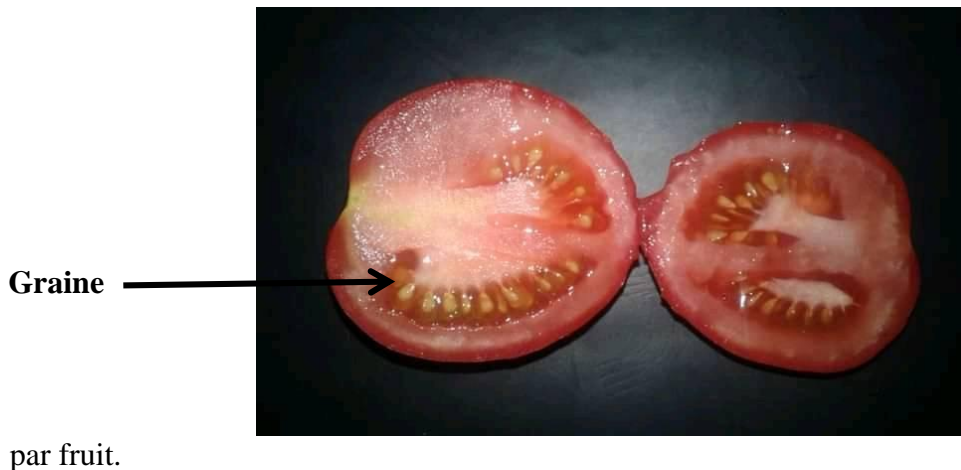


Figure 8 : graines de tomate (Originale, 2020)

3. Cycle biologique de la tomate

D'après GALLAIS et BANNEROT (1992), le cycle végétatif complet de la graine à la graine de la tomate varie selon les variétés, la durée et les conditions de culture ; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit).

Le cycle comprend six phases qui sont les suivantes :

3.1. Germination des graines

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

3.2. Croissance de la plante

La croissance est un changement quantitatif de la plante au cours du temps, qui s'effectue par une augmentation irréversible de ses dimensions (Thiman, 1956). Selon Laumonier (1979), cette étape se déroule en deux phases et dans deux milieux différents.

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

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

3.3. Floraison chez la tomate

La floraison correspond à l'apparition et le développement des ébauches florales qui se traduit par la transformation du méristème apicale en passant de l'état végétatif à l'état reproducteur. L'apex s'aplatit, s'élargit et les protubérances formées sont des ébauches de pièces florales. Celles-ci se transforment ensuite en boutons floraux et s'épanouissent en fleurs (**Rey et Costes, 1965**).

3.4. Pollinisation des fleurs

Les conditions climatiques ont un effet sur la libération et la fixation du pollen, si la température nocturne est inférieure à 13 °C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates qui causent une difficulté du dépôt de pollen (**Louveaux, 1984**).

Selon **CHAUX et FOURY (1994)**, La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs comme le vent ou certains insectes comme le bourdon capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen. Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite (**SHANKARA et al., 2005**).

3.5. Fructification de la tomate

D'après **REY ET COSTES (1965)** lors de la nouaison, il y a fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification ». La température de nouaison est de 13°C à 15°C. Les nuits chaudes à 22°C sont défavorables à la nouaison.

3.6. Maturation des fruits de tomate

La maturation du fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert ou rouge. La lumière intense permet la synthèse active de matière organique qui est transporté rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour (**Rey et Costes, 1965**).

4. Exigences édapho-climatiques de la tomate

4.1. Exigences édaphiques

➤ Le sol

La tomate croit sur la plupart des sols pour peu qu'il ait une bonne capacité de rétention en eau avec une bonne aération. La tomate préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable à l'eau et à l'air. Dans les sols argileux lourds un travail profond du sol s'impose pour une meilleure pénétration des racines.

En général, l'apport de la matière organique stimule une bonne croissance ; cependant, les sols qui contiennent beaucoup de matière organique, comme les sols tourbeux, sont moins appropriés, dû à leur forte capacité de rétention d'eau et à une insuffisance au niveau des éléments nutritifs (**SHANKARA et al., 2005**).

➤ PH du sol

D'après **CHAUX** et **FOURY (1994)**, la tomate tolère une large gamme de pH, le taux de pH toléré est compris entre 4,5 et 8,5 et le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7. Néanmoins sur des sols à pH basique certains microéléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu disponibles pour la plante. Aussi des valeurs plus basses ou plus élevées induisent des carences minérales ou des toxicités (**VAN DER VOSSSEN et al., 2004**).

➤ Salinité

La tomate tolère une conductivité électrique (CE) de l'ordre de 3 à 4,5 mmhos/cm. L'impact de la salinité est plus grave sur le rendement suite à la réduction du calibre du fruit. La salinité du sol doit être maintenue entre 1 et 2 mmhos/cm à 25°C en fonction du stade de la culture et de la saison (**SKIREDJ, 2006 in AMMARI, 2012**).

4.2. Exigences climatiques de la tomate

Trois facteurs climatiques essentiels interviennent de façon variable, aux différents stades du développement de la plante : température de l'air et du sol, intensité et durée d'éclairement et l'hygrométrie de l'air (**Chaux, 1994**).

➤ La température

La température est le facteur le plus déterminant pour la production de la tomate car la culture réagit fortement aux variations thermiques (**Lambert, 2006**).

En effet la tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide. La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés. La tomate réagit aux variations de température qui ont lieu pendant le cycle de croissance (**SHANKARA et al., 2005**).

➤ Lumière

L'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles et la mise à fruits ainsi que la couleur (**Naika et al., 2005**).

Selon **Chaux et Foury (1994)**, la tomate aime les situations bien ensoleillées, mais elle ne présente pas d'exigences photopériodiques très marquées. La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation, un éclaircissement de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Exigences en lumière durant le cycle de développement

Elevage de plants en pépinière	Plante en culture	Floraison	Développement des fruits
10 à 12.000 lux	10 à 12.000 lux	Grande luminosité au moment de la formation du pollen	18.000 heures d'éclaircissement 50.000 lux

Source : ITCMI, 2017

➤ L'humidité

Selon **LAUMONNIER (1979)**, la tomate est très sensible à l'hygrométrie. Une hygrométrie relativement ambiante de 60 à 65% est la meilleure pour la fécondation. Lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Par ailleurs, le développement des

maladies cryptogamiques est fortement lié aux fortes humidités accompagnées de la chaleur.

4.3. Exigences nutritionnelles de la tomate

➤ Exigence hydrique

La tomate est très exigeante en eau en particulier pendant la floraison et enfin lors du développement des fruits. Le stress causé par une carence en eau fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et que l'humidité soit très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importantes (Naika et al., 2005).

Les stades les plus critiques sont la floraison, fructification et le grossissement des fruits (CHIBANE, 2009).

➤ Exigence en éléments fertilisants

Les besoins de la tomate en éléments fertilisants sont importants. Ils demandent à être ajustés en fonction de la technologie de production, de la nature du sol, de la stratégie d'irrigation et du rendement escompté (Tikarrouchine, 2009).

La tomate nécessite des éléments fertilisants tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potasse (K) ainsi que le magnésium (Mg) (Naika et al., 2005).

Pour l'azote, la principale période de consommation se situe dans la phase active de la croissance et de la floraison (Anonyme, 1986).

D'après Maifi (1994), les besoins de la tomate en phosphore sont faibles par rapport aux deux autres éléments. Pour les oligo-éléments, la tomate est sensible à la carence, au magnésium, zinc, fer, Bor, et très sensible au manque du molybdène (Zuang, 1982).

5. Fiche technique de la tomate

5.1. Choix du terrain

Les conditions de terrain admis pour recevoir les abris serre pour une culture de la tomate (MADRPM/DERD,1999), sont comme suit :

- Les parcelles de culture ne doivent pas avoir porté la tomate ou d'autres

solanacées sur une période d'au moins 3 ans.

- Eviter les sols infestés de nématodes et de vers blancs.
- Installer les serres de préférence dans des terrains vierges ou à défaut bien reposés et éviter les terrains de fortes pentes et aux exposés aux vents dominants.
- Eviter les terrains où le risque de gel est possible.

5.2. Préparation du terrain

Selon **SHANKARA (et al., 2005)** La préparation du sol, consiste à :

- Epandre la fumure organique et les engrais de fond. La fumure doit être localisée à une bande d'environ 20 à 30 cm de profondeur
- Désinfecter le sol avec des nématicides ou le bromure de méthyl s'il est nécessaire. Un délai de 15 à 20 jours doit être respecté entre la désinfection et la plantation.
- Effectuer un labour de 30 cm de profondeur afin d'ameublir et d'aérer la terre avant de recevoir la nouvelle culture.
- Confectionner les billons ou lignes de plantation.
- Installer les rampes d'irrigation à raison de 9 à 10.000 goutteurs par hectare.
- Installer le paillage plastique qui a pour but de réhausser la température et l'humidité du sol et d'éradiquer les mauvaises herbes.

5.3. Plantation et stade de plantation

La transplantation est réalisée selon les conditions du milieu, il convient de bien connaître le climat de la région et la nature du sol (**Laumonnier, 1979**).

Le repiquage des plants de tomate élevés en pépinière doit se faire lorsque les jeunes pousses ont entre 3 et 5 vraies feuilles et qu'elles font en moyenne 20 à 30 cm. Ce stade est atteint 4 à 6 semaines après le semis et 1 mois après le bouturage (**Direction de l'agriculture, 2018**).

5.4. Date de plantation

La date de plantation diffère selon la région et le climat. Les dates de plantation dans les

différentes régions en Algérie sont résumées dans le **tableau 3 (ITCMI, 2017)** :

Tableau 3 : Zones de culture et époques de production de la tomate

Zones du littoral	Culture d'hiver : mi-décembre Culture automne : mi-septembre
Zones du sublittoral	Début janvier à mi-janvier
Plaines intérieures	Mi-février
Zones sahariennes	Octobre

Source, ITCMI, 2017

5.5. Densité de plantation

La densité de plantation préconisée lors de la plantation est de 2,5 à 3,5 plants ou tiges/m² (Anne et Jean, 2009).

5.6. Fertilisation

Il est très important de procéder à l'amendement de fond avec la matière organique afin d'enrichir le sol en éléments principaux (azote N, phosphore P, potasse K) et aussi en oligo-éléments (cuivre, fer, zinc...), qui peuvent être des éléments limitants, si le sol n'est pas assez bien pourvu, cela peut entraîner une chute de rendement (Direction de l'agriculture, 2018).

Fumure organique : 30 à 40t /ha de fumier

Fumure minérale de fond : 180 unités de N/ha

70 unités de P/ha

200 à 250 unités de K/ha

Fumure de couverture : (5 apports)

1^{er} et 2^{ème} apport : 60 unités de N

50 unités de K

3^{ème} au 5^{ème} : 20 unités de N

60 unités de K

5.7. Techniques de plantation

Il existe deux types de plantations : manuelle et mécanique.

La plantation manuelle : s'effectue à l'aide d'un plantoir, le plant est mis en terre de 6 à 10 cm de profondeur.

La plantation mécanique : se fait à l'aide d'une repiqueuse qui assure une bonne homogénéité traduisant ainsi un faible taux de manquants (**Hadjaz et Hadj Larbi, 2017**).

6. Conduite de la culture

➤ La taille

Selon **Shankara et al., (2005)**, Il est fortement recommandé de tailler les plants de tomate surtout pour les variétés qui forment un buisson en particulier chez les variétés à croissance indéterminée. La taille permet d'améliorer l'interception de la lumière et la circulation de l'air. La taille des gourmands (l'ébourgeonnage) et des extrémités des tiges (l'écimage) se fait par pinçage.

Il est conseillé de procéder aux différentes tailles des plants dans la matinée d'un jour ensoleillé afin de permettre aux blessures de sécher plus rapidement (**Direction de l'agriculture, 2018**).

➤ Aération régulière de la serre

Une température élevée et une forte hygrométrie sont des facteurs favorisant l'apparition des maladies, en particulier le mildiou. Pour éviter une trop forte hygrométrie il faut ouvrir la porte de votre serre.

➤ Irrigation des plants

La tomate est sensible aussi bien aux excès d'eau (asphyxie racinaire) qu'au stress hydrique qui cause la chute des bourgeons et des fleurs et provoque la craquelure des fruits (**Direction de l'agriculture, 2018**).

Les stades où les besoins en eau sont critiques se situent entre la floraison, nouaison et le grossissement des fruits. En effet, un stress hydrique au stade floraison provoque une coulure des fleurs et une mauvaise nouaison (**MADRPM/DERD, 1999**).

➤ **Palissage**

Il est nécessaire de tuteurer la tomate afin de maintenir la plante aérienne et de soutenir les branches porteuses de fruits. En effet, le tuteurage permet une meilleure exposition des feuilles à la lumière ainsi que la limitation des parasites du sol et des pertes par cassure des branches sous le poids des fruits (**direction de l'agriculture, 2018**)

En effet dans une serre, une ficelle doit être fixée au fil de fer au niveau de chaque plante. La ficelle est accrochée sur la 1^{ère} ou la 2^{ème} feuille basale de la plante d'une façon lâche afin de ne pas engendrer de dégâts (blessures ou coupures). Lors du 2^{ème} passage, on enroule manuellement la plante autour de la ficelle à un tour complet entre 2 feuilles et ainsi de suite jusqu'à la fin du cycle (**MADRPM/DERD, 1999**).

➤ **L'effeuillage de la tomate**

L'effeuillage de la tomate consiste à éliminer les feuilles qui touchent le sol ainsi que les feuilles malades, jaunies et anciennes qui ne sont plus utiles à la plante. L'effeuillage peut débuter dès que les premières feuilles jaunissent, ce qui permet une meilleure aération de la plante ainsi que la limitation du développement et de la propagation des maladies. Dans le cas où les feuilles taillées seraient contaminées, il est nécessaire de les brûler ou de les enterrer afin d'éviter l'infection des plants sains (**Direction de l'agriculture, 2018**).

➤ **L'ébourgeonnage chez la tomate**

Cette pratique consiste à retirer les gourmands par une cassure nette des rameaux axillaires avant qu'ils ne soient trop grands. Il se réalise en même temps que le palissage (**Philippe Grogna, 2016**).

➤ **L'écimage**

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

➤ **Le binage**

Le binage est réalisé avec une binette ou un piochon pour casser la croûte de battance (**Benoît, 2007**).

➤ **Buttage**

Le buttage du pied de tomate permet de faire apparaître les poils situés au niveau du collet (limite entre la tige et la racine) capables d'absorber l'eau et les éléments fertilisants. Ainsi la plante est mieux alimentée, elle développe une végétation plus importante et elle donne plus de fruits (**Courchinoux, 2008**).

➤ **Désherbage**

Il est important d'effectuer des désherbages manuels ou chimiques par des produits spécifiques afin d'éviter toute concurrence des plantes adventices et l'installation rapide des plantes cultivées (**ITDAS, 2005**).

➤ **Récolte**

La récolte de la tomate sous serre se fait manuellement et elle est échelonnée sur plusieurs mois (5 à 8 mois). Le stade de récolte est fortement tributaire de la variété, des conditions climatiques, de la destination et des moyens de transport (**MADRPM /DERD, 1999**).

➤ **Protection phytosanitaire**

La prévention des maladies et ravageurs est extrêmement importante pour la culture de tomate. Généralement tous les ravageurs et maladies sont réprimés par l'application de pesticides synthétiques chimiques.

Cependant, la plupart des pesticides coûtent cher et parfois ils sont très nocifs pour la santé humaine et animale ainsi que pour l'environnement, donc leur utilisation devrait se limiter aux cas d'urgence. Par ailleurs, il y a quelques ravageurs qui ont développé une résistance à certains pesticides. C'est la raison pour laquelle nous recommandons d'adopter les stratégies de lutte intégrée qui combinent l'utilisation de variétés résistantes/tolérantes et surtout l'utilisation des produits alternatifs biologiques naturels préservant l'environnement (**SHANKARA et al., 2005**).

Chapitre III
Fertilisation de la tomate

1. Fertilisation organiques

Les engrais organiques sont de différentes origines telles que les déchets industriels, comme les déchets d'abattoirs : sang desséché, déchets de poissons, boues d'épuration des eaux. Ils sont intéressants pour leur apport en azote à décomposition relativement lente, et pour leur action favorisant la multiplication rapide de la microflore du sol, mais n'enrichissent guère le sol en humus stable.

Les seconds peuvent être des déchets végétaux : résidus verts, compostés ou pas, et ils peuvent être constitués de plantes cultivées spécialement comme engrais vert, ou préparées dans ce but, comme le purin d'ortie, ou les algues.

Le principe de l'engrais vert reprend la pratique ancestrale qui consiste à enfouir les herbes retrouvées avant le travail du sol. Elle s'appuie sur une culture intermédiaire ou dérobé, enfouie sur place. Quand il s'agit de légumineuses, telles que la luzerne ou le trèfle, on obtient, en plus, un enrichissement du sol en azote assimilable, car leur système racinaire associe des bactéries, du genre *Rhizobium*, capables de fixer l'azote atmosphérique. Pour rendre cette technique plus efficace, on sème les graines avec la bactérie préalablement associée.

2. Fertilisation minérale

On distingue des engrais minéraux d'origine Éruptive, sédimentaire, ou saline, soit de synthèse ou des transformations industrielles (SOLTNER, 2003 in CHAABANE et IABDIOUENE, 2007).

2.1Azote

L'azote est souvent le premier élément minéral limitant le niveau de production. Malgré, l'azote vient polluer les cours d'eau et les nappes phréatiques. Quel dommage quand on connaît les coûts de production des engrais azotés.

L'azote minéral est très peu retenu dans le sol. Les ions assimilables par les racines sont sous la forme NO_3^- (nitrates), et ne sont donc pas retenus par la CEC (Capacité d'Echange Cationique, générée par le complexe argilo-humique chargé négativement).

L'usage excessif de l'azote peut rendre la culture trop vigoureuse, entraînant une mauvaise floraison. Une certaine quantité d'azote est généralement épandue avant la transplantation. Cette opération est suivie d'un épandage entre les rangées de plants, avant la floraison.

2.1.1 Importance de l'azote dans la nutrition des plantes

L'azote est un élément indispensable à la fabrication des enzymes, de vitamines, de chlorophylle et d'autres composants cellulaires essentiels à la croissance et au développement des cultures. Il est par conséquent l'un des nutriments indispensables pour obtenir des rendements élevés.

L'azote joue un rôle déterminant à la fois sur le rendement et sur la qualité des productions. Les plantes s'alimentent dans le sol en azote minéral et le transforment en protéines, composants essentiels de la vie pour l'homme et les animaux.

2.2. Principales sources d'azote

2.2.1. Sol

En absence de tout apport d'engrais, les plantes non fixatrices d'azote utilisent l'azote du sol durant leur cycle physiologique. Chaque type d'amendement influe selon sa nature sur la fourniture de l'azote pour les plantes et sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol (Stevenson, 1984).

2.2.2. Amendements organiques

Les résidus organiques laissés sur le sol après les récoltes constituent une litière temporaire.

2.2.3. Engrais minéraux

Les engrais minéraux sont produits par l'industrie chimique, ou par l'exploitation de gisements naturels de phosphate et de potasse. L'industrie chimique intervient surtout dans la production des engrais azotés, passant par la synthèse de l'ammoniac.

2.2.4. Plantes fixatrices de l'azote

La fixation biologique de l'azote, ou diazotrophie, est le processus du cycle de l'azote qui permet à un organisme de produire des substances protéiques à partir de l'azote gazeux (N₂) présent dans l'atmosphère et l'environnement.

2.3. Fonction biologique de l'azote

L'azote joue un rôle déterminant à la fois sur le rendement et sur la qualité des productions. Les animaux et les humains sont hétérotrophes pour le carbone et l'azote. Ils ne peuvent pas produire des sucres ou des acides aminés directement à partir des formes minérales de ces éléments (CO₂ pour le carbone, NH₄⁺ ou NO₃⁻ ou N₂ pour l'azote). C'est pourquoi ils ont besoin de trouver dans leur alimentation des sucres, acides aminés ou protéines déjà formées pour

satisfaire leurs besoins. Le règne animal est donc très dépendant du monde végétal. L'azote est par conséquent un élément à la base de la chaîne alimentaire

3. Fertilisation potassique

3.1. Généralités sur le potassium

Cet élément ne rentre pas dans la composition de la plante, mais il joue un rôle primordial comme activateur de plusieurs enzymes parmi lesquelles on peut citer : *acétique thiokinase*, *aldolase*, *pyruvate kinase*, et *ATPase*. Des chercheurs rapportent que le potassium joue aussi un rôle important dans le transport des sucres dans le phloème et dans les mécanismes régulateurs de l'ouverture et de la fermeture des stomates.

La grande réserve du sol en potassium contient cet élément en forme insoluble indisponible pour les plantes. Son hydrolyse donne lieu au potassium soluble facilement assimilable par les cultures.

Il favorise la synthèse des glucides et acides aminés. Par son action sur les chloroplastes, il accroît la photosynthèse. Il intervient aussi dans l'élaboration des protéines et le transport actif des sucres à partir des feuilles vers les organes de réserve notamment les fruits.

Cet élément intervient dans des métabolismes comme la synthèse des glucoses et des protéines et dans leur transport aux organes de réserves. Le potassium est connu également par son implication dans l'augmentation de la résistance à la sécheresse et aux maladies et ravageurs.

La carence en potassium se caractérise par une nécrose brune au bord des feuilles débutant sur les jeunes feuilles et par un fruit à chair grumeleuse et amère. Un manque de potassium provoque un déficit de formation du sucre affectant ainsi négativement la qualité des fruits.

3.2. Forme du potassium dans le sol

Dans le sol, le potassium se trouve sous quatre principaux états :

- **Le potassium non échangeable** : lié aux minéraux silicatés, aux argiles proches des micas, c'est la forme majoritaire. Cette forme constitue une réserve utilisable à long terme ; le potassium est libéré progressivement par l'altération des minéraux, sous l'effet de l'activité biologique des sols. Directement liées à la nature minéralogique des sols, les teneurs en potassium non échangeable sont forcément très variables dans les sols français.

- **Le potassium à l'intérieur des réseaux cristallins** : les argiles dont les feuillets ont la capacité de s'écarter et de se rétracter dans certaines conditions et permettent aux cations K^+ situés à leur surface de se fixer à l'intérieur des feuillets, sous une forme non échangeable. Ce phénomène de « rétrogradation » est observé pour les micas, illites, vermiculites, smectites, et est réversible.
- **Le potassium adsorbé** : c'est la forme facilement utilisable, à l'état d'ions K^+ dans la solution du sol ou adsorbés sur le complexe argilo-humique. L'équilibre entre le potassium de la solution du sol et celui qui est adsorbé sur le complexe d'échange cationique constitue le potassium échangeable ou assimilable.
- **Le potassium renfermé dans les matières organiques** : les plantes, après avoir prélevé et absorbé le potassium pour leur maturation, excrètent ensuite celui-ci, contenu dans leurs sucs, par leurs racines et par leurs feuilles. Après leur mort, la décomposition des résidus végétaux libère encore des cations K^+ : c'est la minéralisation primaire.

3.3. Dynamique du potassium dans le sol

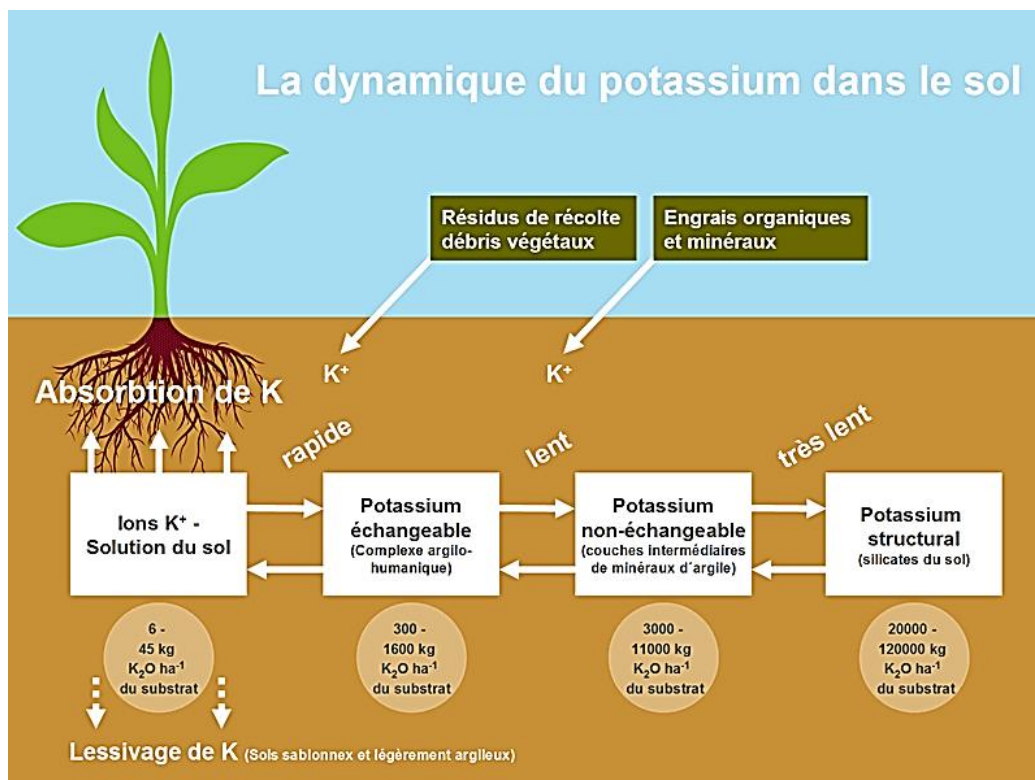


Figure 9 : Dynamique de potassium dans le sol (Mhiri, 2002).

La dynamique du potassium dans le sol se résume comme suit (**figure 9**):

- Le potassium se trouve dans la solution du sol sous forme d'ions K^+ .
- Dans la fraction échangeable, les ions de potassium sont absorbés à la surface négativement chargée du complexe argilo-humique (minéraux d'argile et Humus).
- Dans la fraction non échangeable les ions de potassium sont fixés dans des feuillets de certains minéraux d'argile. Ces feuillets d'argile possèdent la capacité de se gonfler et de rétrécir et provoquent de la sorte un changement dans leur écartement et libérant aussi une partie du potassium qu'ils renferment.
- Dans les réseaux cristallins des argiles, le potassium est un élément constitutif direct des silicates du sol. A travers cette forte liaison (fixation) le potassium n'est pas disponible pour la plante. Il ne peut être libéré de cette liaison qu'après altération par érosion pour passer vers d'autres fractions. Il s'agit dans ce cas d'un processus continu très lent.

3.4. Rôle du potassium dans la plante

- Influence directement la photosynthèse par une action sur les chloroplastes et indirectement par son influence sur le mécanisme de fermeture des stomates.
- Il participe à l'activation de plus de 50 enzymes dans le métabolisme de la plante.
- Améliore l'exploitation des ressources en eau et réduit le stress hydrique.
- Améliore la formation d'hydrates de carbone tels que le sucre et l'amidon.
- Facilite le transport et le stockage des hydrates de carbone à partir des feuilles vers les organes de stockage.
- Favorise la qualité du produit par une augmentation de la teneur en protéines et vitamines.
- Favorise une augmentation de la teneur en anions organiques et améliore, surtout grâce aux ions de sulfate, le goût des fruits et des légumes.
- Favorise la formation du tissu végétal et réduit par conséquent les risques de stockage.
- Augmente la résistance naturelle des plantes contre les maladies, les ravageurs et le gel.

4. Pertes en potassium

4.1. Pertes par lessivage

La lixiviation correspond à l'entraînement sous forme dissoute des nutriments, par l'eau qui draine à travers le profil. L'eau se charge d'ions lors de son passage à travers le sol, et emmène ces ions jusqu'aux nappes phréatiques et eaux de surface. Elle affecte particulièrement des ions comme le nitrate, les formes organiques solubles d'azote ou dans une moindre mesure le

potassium, qui ne se fixent que peu aux minéraux du sol et au complexe d'échange et sont donc mobiles, faciles à entraîner. Elle n'affecte par contre que peu les phosphates qui sont trop peu mobiles. Mais les flux les plus importants de nutriments lixiviés concernent généralement les cations comme le calcium et le magnésium : c'est alors un symptôme de l'acidification des sols.

4.2. Pertes par érosion

L'érosion du sol d'une parcelle correspond au détachement et au transport par l'eau ou le vent des particules de ce sol, qui sont redéposées ailleurs sous forme de sédiments. Or ces particules, qui peuvent être organiques ou minérales, peuvent emporter avec elles des nutriments, qui sont alors perdus pour la parcelle d'origine.

5. Potassium et le lycopène

Riche en vitamine C, en caroténoïdes (lycopène) et en potassium, la tomate est autant un légume fruit et une source de bienfaits préventifs contre les maladies dégénératives.

De faibles niveaux de potassium entraînent une réduction de la synthèse du lycopène et donc une mauvaise coloration des tomates.

6 Potassium et la santé humaine

Le maintien de la différence de concentrations entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule est à l'origine d'un potentiel d'action. Celui-ci permet l'activation des cellules nerveuses et musculaires. Le potassium est donc indispensable au bon fonctionnement du myocarde.

Dans l'estomac, le potassium maintient l'acidité des sécrétions gastriques, essentielle à l'équilibre du tube digestif en aval. Dans le rein, il régule les mouvements d'entrée et de sortie d'autres ions comme le sodium et le chlore.

Il participe à la régulation et à la sécrétion d'aldostérone, une hormone produite par la glande surrénale et dont un des effets est d'augmenter son élimination rénale. Il agit aussi sur la sécrétion d'insuline. La compréhension du mode d'action du potassium passe par la compréhension des moyens de transport entre les cellules.

7. Rôle des différents minéraux nécessaire à la plante

Nous nous intéressons aux macroéléments et aux éléments secondaires

a- Le potassium

Le potassium est un élément majeur essentiel à la croissance et au développement des plantes. Il est disponible sous forme de cation monovalent K^+ . Dans la pratique agricole, le potassium est habituellement apporté sous forme de potasse (carbonate de potassium K_2CO_3) (William, 2003).

b- Le sodium Na^+

Le sodium est chimiquement proche du potassium mais ne peut pas le remplacer. Il pénètre mal dans la cellule qui a tendance à le refouler, il sert d'ion d'accompagnement des anions (dans solutions nutritives), il favorise la croissance de la plante (Guet et al., 2011).

c- Le calcium Ca^{++} :

Le calcium est un composant de la paroi cellulaire ; cofacteur d'enzymes ; intervient dans la perméabilité des membranes cellulaires ; composant de la calmoduline, régulateur d'activités membranaires et enzymatiques.

d- Le magnésium Mg^{++} :

Le magnésium est un composant de la chlorophylle ; activateur de nombreuses enzymes.

7.2. Macroéléments absorbés sous forme d'anion

a- Phosphore

On retrouve le phosphore dans les composés phosphatés transporteurs d'énergie (ATP, ADP), les acides nucléiques plusieurs coenzymes et les phospholipides. Le phosphore constitue également un élément essentiel dans la nutrition des plantes. Il agit comme transporteur d'énergie aussi bien dans la photosynthèse que dans la dégradation des carbohydrates. Il favorise notamment le développement racinaire et intervient dans d'autres processus comme la maturation, la mobilisation des réserves nutritives et la transmission des caractères héréditaires. La carence en phosphore se manifeste par un nanisme généralisé de la plante et présentant des entre-nœuds courts. Les feuilles prennent une couleur vert pourpre.

b- Le soufre

Le soufre fait partie de certains acides aminés (cystéine, méthionine), ainsi que de la coenzyme A.

8. Interactions entre les éléments minéraux

De nombreuses interactions existent entre les éléments minéraux :

a- Interaction de K avec calcium (Ca) et magnésium (Mg)

La présence relative du potassium (K), Calcium (Ca) et du Magnésium (Mg) influence la concentration individuelle de chaque cation dans la plante. Le potassium apparaît être le plus compétitif.

Alors que le rapport $K/(Ca+Mg)$ tend à être constant dans le tissu végétal, la forme d'azote (NH_4^+ ou NO_3^-), varie avec le stade végétatif ; cependant, l'apport de Ca ou la déficience de K ou de Mg peuvent induire sa variation. L'utilisation de NO_3^- stimule l'absorption des cations qui tend aussi à augmenter avec l'âge de la plante si le sol n'est pas très riche en K.

Les plantes ayant un excès de K deviennent déficientes en Mg et peut être en Ca à cause du déséquilibre des rapports K/Mg et K/Ca.

b-Interaction du K avec le bore (B)

Des niveaux élevés de potassium (K) entraînent une diminution de la concentration en bore dans le tissu végétal. L'augmentation de l'apport de K entraîne une diminution du rapport Ca/B dans la plante

Chapitre IV
Maladies et ravageurs de la
tomate

1. Principales maladies de la tomate

La tomate est sujette à de nombreux pathogènes au même titre que toutes les cultures maraîchères et plantes diverses (Nechadi, et *al.*, 2002). Notamment causés par des champignons, des bactéries, et les virus (Leroux, 2003).

1.1 Maladies fongiques

Les principales maladies fongiques rencontrées chez la tomate sont récapitulées dans le tableau 4.

Maladie fongique	Symptômes et Période à risques	Prévention et Méthodes de lutte.
Oïdium (<i>Oïdium lycopersicum</i>). (figure 10 A)	-Taches poudreuses blanches sur la face supérieure des feuilles. -Dissémination des spores par le vent, apparaît au niveau des passages d'air. attention les jours de vent. -Véhiculé par des insectes ou acariens.	-Assurer une bonne aération en évitant l'excès de chaleur. -Supprimer les feuilles basales attaquées par la maladie -Difficilement maîtrisable. -Préventif : Huile d'orange douce. -Curatif : Azoxystrobine ou soufre.
Mildiou (<i>Phytophthora infestans</i>) (figure 10 B)	-Taches brunes sur les tiges. -taches marron sur les feuilles et duvet blanc sur la face inférieure. -Plages marbrées de brun et bosselées sur les fruits. -Présence sous abri froid. -Développement les jours humides de juillet à octobre. -Contaminations issues de parcelles de pomme de terre ou de tomate contaminées à proximité. Conservation dans ces sols.	-Éviter la proximité de parcelles de pomme de terre. -Favoriser l'aération. -Éviter les excès d'azote et d'eau. Lutte : Eliminer débris végétaux, feuilles et fruits contaminés. Traitements à base de cuivre et application de lithothamne.
Botrytis (<i>Botrytis cinerea</i>) (figure 10 c)	-Sur feuille et tige: Apparition des taches brunâtres accompagnées d'un duvet grisâtre. Ces taches	Réduire les sources d'infection, destruction des débris végétaux,

	<p>peuvent évoluer en chancre sur tiges et pétioles. Sur fruit, on observe une pourriture molle grise.</p> <p>-Chute des fleurs et fruits.</p> <p>-Hygrométrie > à 95%, présence d'eau libre.</p>	<p>choix de variétés résistantes, éviter l'excès d'eau, éviter l'excès d'azote, aération adéquate des serres.</p> <p>Lutte : application de lithothamne en poudrage.</p>
<p>Alternariose (<i>Alternaria solani</i>) (figure 10D)</p>	<p>-Taches brunes concentriques entourées d'un halo jaune sur feuilles.</p> <p>-Taches noires sur fruits.</p> <p>-Développement en climat humide.</p> <p>-Conservation sur débris et dans le sol.</p> <p>-Dissémination par le vent et la pluie.</p>	<p>-Utilisation des variétés résistantes.</p> <p>- aération destunnels.</p> <p>-Rotations des cultures à favoriser.</p> <p>-Repiquage de plants sains.</p> <p>-Elimination des débris végétaux.</p> <p>-Préventif : Huile de neem ou cuivre.</p> <p>Curatif : Azoxystrobine ou cuivre.</p>
<p>Fusariose (FORL) (figure 10 E)</p>	<p>-Le champignon induit la pourriture du système racinaire entraînant le jaunissement du feuillage à partir du bas de la plante puis le dessèchement.</p> <p>-Développement à des T° de 18 à 20°C et lors d'état physiologique fragile des plantes.</p> <p>-Conservation sur débris et dans le sol.</p>	<p>-utilisation de terreau sain.</p> <p>-Utilisation de portes-greffe et éviter tout contact entre le collet du greffon et le sol infecté.</p> <p>-Choix de Variété résistante.</p> <p>-traitement de semences.</p> <p>-Destruction des parties touchées.</p> <p>Préventif : Huile de neem ou cuivre</p>
<p>Pythium au niveau racinaire (figure 10 F)</p>	<p>-Apparaît lors d'un excès d'arrosage surtout en pépinière et après repiquage.</p> <p>-Flétrissement et mort des plantules.</p>	<p>Eviter les arrosages abondants surtout après repiquage.</p>

<p>Pourriture grise causé par <i>Botrytis cinerea</i>. (figure 10 G)</p>	<ul style="list-style-type: none">- Les symptômes observés sur fleurs, fruits, tiges et feuilles se traduisent par un pourrissement des tissus.- un feutrage gris due à une production importante de spores couvre ces derniers.- <i>Botrytis cinerea</i> peut entraîner des pertes importantes de rendement.	<ul style="list-style-type: none">- Choix de variétés résistantes.-Aération adéquate.-Eviter l'excès d'eau et en azote.- Effectuer des traitements chimiques préventifs.
---	---	---

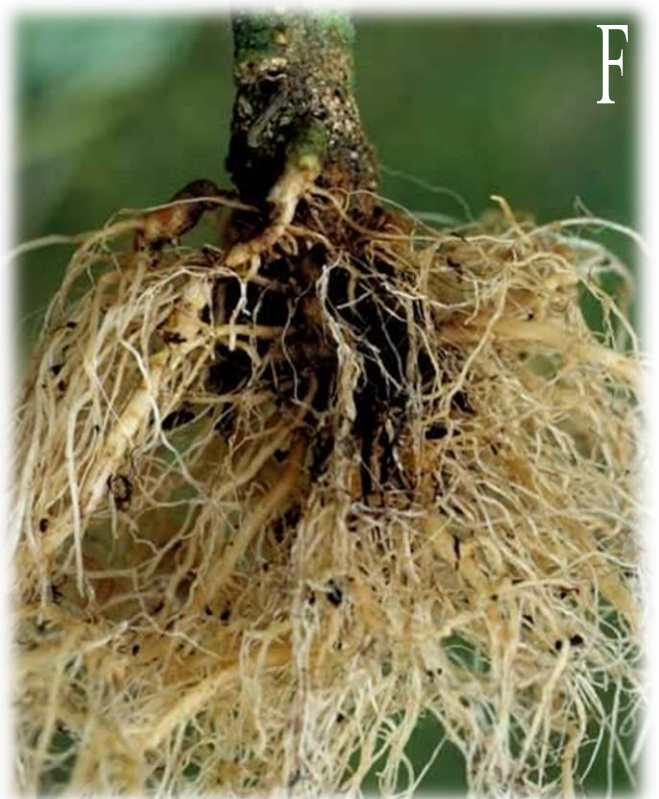




Figure 10 : Maladies fongiques de la tomate (Blancard, 1997 ; Blancard et *al.*, 2009) : A : Oïdium sur la feuille de tomate, B : Mildiou (*Phytophthora infestans*) sur le fruit de tomate, C : Botrytis sur fruit de tomate, D : Alternariose (*Alternaria solani*) sur le fruit de tomate, E : Fusariose sur les feuilles de tomate, F : Pythium racinaire, G : Pourriture grise sur fruit de tomate.

1.2. Maladies bactériennes

Le tableau 5 résume les principales maladies bactériennes rencontrées sur tomate.

Maladies bactériennes	Symptômes et Période à risques	Prévention et Méthodes de lutte.
<p>Chancre bactérien (figure 11 A)</p>	<p>-Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total.</p> <p>-Des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrent des stries brunâtres.</p> <p>En cas de forte chaleur et Humidité élevée, on observe des chancres ouverts sur tiges et pétioles.</p> <p>Sur fruits, se forment des taches blanchâtres, dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair.</p>	<p>-Eviter les terrains infestés.</p> <p>-Aération convenable des serres.</p> <p>-Eviter l'apport excessif d'azote.</p> <p>-Eviter les excès d'eau.</p> <p>-Eliminer les plants malades.</p> <p>-Appliquer des fongicides à base de cuivre qui ont un effet bactériostatique.</p> <p>-Désinfection des abris-serre avant plantation.</p>
<p>Moucheture de la tomate (figure 11 B)</p>	<p>Sur feuillage: Apparition des taches noires de contour irréguliers entourées d'un halo jaune.</p> <p>- Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune-sombre.</p> <p>-Les folioles se dessèchent et tombent.</p> <p>-Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.</p>	<p>-Utilisation de semences certifiées.</p> <p>-Traitement de semences.</p> <p>-Variétés résistantes.</p>
<p>Gale bactérienne (figure 11 C)</p>	<p>-Apparition des taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune.</p>	

	<p>-De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles.</p> <p>-Sur fruit, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.</p>	
<p>Moelle noire (figure 11D)</p>	<p>Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules.</p>	
<p>Nématodes à galles (figure 11 E)</p>	<p>-Apparition de galles sur les racines des plants attaqués.</p> <p>-La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.</p>	<p>-Eviter le sol infesté.</p> <p>-désinfection avant plantation à l'aide de Nématicides.</p> <p>- utilisation de variétés résistantes.</p> <p>- recours aux portes greffes Résistants.</p>





Figure 11 : Maladies bactériennes de la tomate (Blancard 1997); A : Chancre bactérien sur le fruit tomate, B : moucheture sur feuilles et fruit, C : Gale bactérienne sur feuille et fruit de tomate, D : Moelle noire sur tige de la tomate, E : Nématodes à galles.

1.3. Maladies virales sur tomate

Tomato mosaic virus (ToMV)

Les symptômes de cette maladie virale dépendront de la sensibilité de la variété, de l'âge de la plante au moment de l'infestation, et de l'état de l'environnement. Le virus provoque : marbrures et rugosité des feuilles et nanisme. Des rendements réduits sont enregistrés avec un roussissement des fruits (Benton, 2008). La transmission se fait souvent par des pucerons (Trottin-Caudal, 2011).



Figure 12: Tomato mosaic virus (ToMV)

Virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV)

Les symptômes du TSWV sont très variés. Sur les feuilles, on peut observer un symptôme de mosaïque vert clair à vert foncé, des taches chlorotiques à nécrotiques, parfois en anneaux, apparaissant sur les faces supérieures puis inférieures des feuilles, des plages rouge brun, plus nombreuses et confluentes à la base des folioles, qui deviennent légèrement enroulées (Marchaux et *al.*, 2008).

Le principal agent de transmission de TSWV est le thrips. Neuf espèces de cet insecte ont été rapportées vecteurs de ce virus.



Figure 13 : Virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV)

Virus de du jaunissement et feuille en cuillère de la tomate (TYLCV)

Les plantes atteintes ont une croissance ralentie ou même bloquée leurs conférant un aspect chétif : réduction des entre nœuds, aspect buissonnant, folioles de petites taille qui jaunissent et deviennent incurvé (cuillère). Et parfois filiforme. Les fruits sont petits et peu nombreux. Si l'infection est précoce la récolte est nulle (Trottin-Caudal, 2011). Transmis par les aleurodes (Benton, 2008).



Figure14 : Virus du jaunissement et feuille en cuillère de la tomate (TYLCV)

1.4. Principaux ravageurs de la tomate

Les ravageurs de la tomate sont nombreux, le Tableau 06. Résume-les plus rencontrés sur terrain

Ravageurs	Symptômes et Période à risques	Prévention et Méthodes de lutte.
<p>Puceron (<i>Myzus persicae</i>) (figure 15 A)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Vecteurs de virus. -développement de fumagine sur le miellat. -Affaiblissement des jeunes plants et déformation des feuilles en cas de forte colonisation. 	<ul style="list-style-type: none"> -Préventif : désherbage de la serre et des abords. -Pose de filet anti-insectes aux ouvertures. Sous serre : lutte intégrée (avec <i>Aphidius</i>, <i>Aphelinus</i> et <i>Aphidoletes</i>)
<p>Aleurode ou mouche blanche (<i>Trialeurodes vaporarium</i>) (figure 15 B)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Succion des feuilles et sécrétions de miellat qui provoquent l'apparition de fumagine. -Présence sous abri de mai à octobre 	<ul style="list-style-type: none"> -Préventif : éliminer les mauvaises herbes. -Détection avec des panneaux englués. -Lutte intégrée préventive et curative avec <i>Encarcia</i>, <i>Macrolophus</i> et <i>Eretmocerus</i>.
<p>Acariens tetranyques (araignées rouges) (figure 15 C)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Piqûres sur les faces supérieures des feuilles qui donnent un aspect moucheté. -Formation de toiles fines. En cas de forte attaque, dessèchement des feuilles et de la plante. -Développement de foyers par temps chaud et sec. 	<ul style="list-style-type: none"> -Lutte intégrée avec un acarien prédateur <i>Phytoseiulus</i> et <i>Feltiella</i>. -Réalisation de bassinages pour augmenter l'hygrométrie et nettoyer les plantes. -Application de soufre micronisé ou en poudrage.
<p>Chenille défoliatrice ou Noctuelle (<i>Heliothis armigera</i>) (figure 15 D)</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Les chenilles perforent les feuilles et les fruits. -Activité nocturne. -Observation à partir de juin-juillet. 	<ul style="list-style-type: none"> -Surveillance des premiers vols grâce à un système de piégeage avec phéromone. -Fermeture des abris le soir en période de vol.

		-Traitement au <i>Bacillus thuringiensis</i> , préparation insecticide dès l'apparition des premiers œufs et larves. traitement au Trichogramme, bactérie parasite des larves.
Thrips <i>Frankliniella occidentalis</i> (figure 15 E)	-Dégâts directs sur jeunes plantes : tâches argentées puis noires sur les feuilles. -Les larves sont vectrices de virus (maladie bronzée de la tomate).	-Mise en place de filets anti-insectes au niveau des ouvrants. -Détection avec des panneaux englués bleus. -en cas de forte attaque, protection avec des auxiliaires est possible.
Punaise verte (<i>Nezara viridula</i>) (figure 15 F)	-Les punaises piquent les fruits et des ponctuations sur fruits verts et rouges apparaissent. -Elles piquent les fleurs et apex qui se dessèchent par la suite. Nouveau ravageur de la tomate.	Mise en place de filets anti-insectes au niveau des ouvrants. En culture, suppression manuelle des adultes, jeunes larves et œufs.
La mineuse de la tomate (<i>Tuta absoluta</i>)(figure 15 G)	-Les larves de <i>Tuta absoluta</i> creusent des mines dans les feuilles sur les faces supérieures et inférieures. -Sur fruit, des galeries peuvent être observées.	-Utiliser des plants indemnes - Effeuillez fréquemment - Utiliser filet insecte-proof adéquat. - Désherbage régulier





Figure 15 : Ravageurs sur tomate (Source : Blancard, 1997) : A : Puceron, B : Aleurode ou mouche blanche (*Trialeurodes vaporarium*), C : Acariens tetranyques (araignées rouges), D : Chenille défoliatrice ou Noctuelle (*Heliothis armigera*), E : Thrips, *Frankliniella occidentalis* . F : Punaise verte (*Nezara viridula*), G : La mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*)

1.5. Désordres physiologiques

Des affections d'ordre physiologique peuvent être rencontrées chez la tomate (Tableau 07).

Désordres physiologiques	Symptômes	Méthodes de lutte
Nécrose apicale	<p>Sur fruit, on observe une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistillaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons.</p> <p>Les 2 ou 3 premiers bouquets sont les plus touchés par cette anomalie.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Apport d'engrais azoté à base de nitrates et de calcium. -Irrigation régulière, ébourgeonnage et effeuillage à temps. -éviter l'irrigation avec des eaux saumâtres. - traitement chimique avec les nitrates de chaux ou le chlorure de calcium.
Tomate creuse	<p>Le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Les loges sont vides, présentant parfois peu de graines. La chair est moins épaisse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Fertilisation potassique fractionnée. -éviter l'apport excessif d'azote et de phosphore. -Irrigation régulière, bonne fermeture des abris pendant la nuit au cours des mois les plus froids. -amélioration de la nouaison par l'utilisation des vibreurs.
Eclatement	<p>Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer, si les conditions deviennent favorables, en éclatement circulaire ou radial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Irrigation régulière. - aération judicieuse des abris. -fertilisation rationnelle. -utilisation de variétés tolérantes.

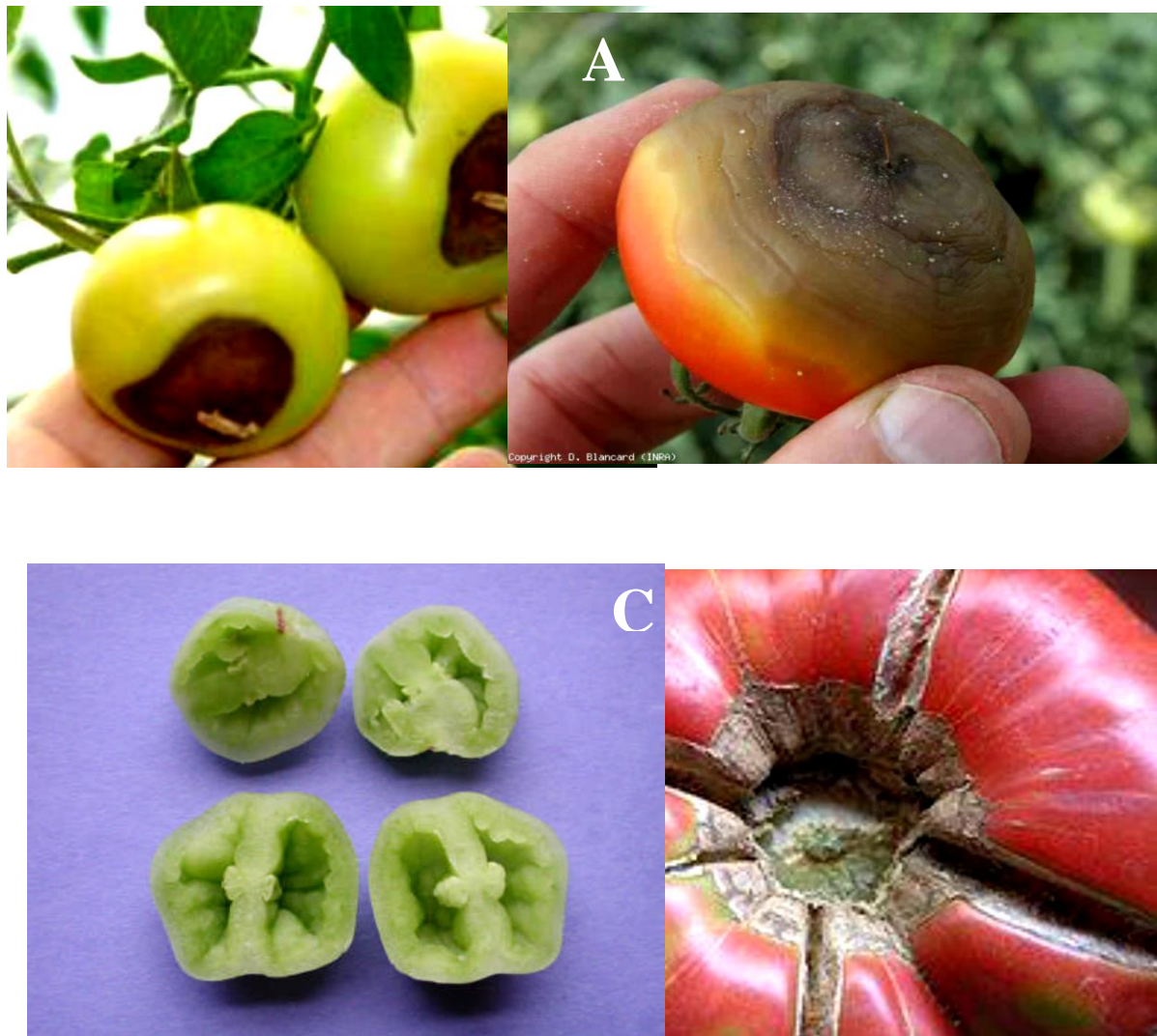


Figure 16: Désordres physiologiques (Anonyme, 2015). A et B : nécrose apicale. C : tomate creuse. D : éclatement.

Deuxièmes partie
Partie expérimentale

1. Objectif de l'étude

Notre essai sur la tomate est réalisé sous serre, à l'institut technologique moyen agricole spécialisé (ITMAS) de Boukhalfa dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Notre objectif est de comparer l'effet de la fertilisation organique et minérale sur la production, protection et la qualité des fruits chez une variété de tomate maraîchère hybride (kawa) cultivée sous serre

2. Conditions expérimentales

2.1. Situation géographique

La station expérimentale est située dans la commune de Boukhalfa en zone de montagne (200 -300 m d'altitude) (Figure17) à 05 km du chef-lieu de la wilaya de TIZI OUZOU au Nord-Ouest de la ville de Tizi-Ouzou. Sa surface totale est de 30,67 ha. La station expérimentale est délimitée comme suit :

Au Nord : par la route menant vers Tigzirt.

Au sud : par l'exploitation agricole SBAlHI.

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

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



Figure 17: Localisation par satellite de la station expérimentale de Boukhalfa (Google earth , 2017)

2.3. Caractéristiques du sol

➤ Caractéristiques physiques du sol

L'analyse du sol est réalisée sur la même parcelle par Hadjaz et Hadj Larbi (2017) (Tableau 8).

Tableau 8 : résultats des analyses granulométrique du sol.

Caractéristique chimique	Résultats	Observation
Argile	29,55	Selon la méthode GEPPA la texture du sol est limono-argileuse (sol lourd)
Limon fin	29,75	
Limon grossier	28,40	
Sable fin	15,35	
Sable grossier	3,02	

(Source : ENSA, 2017)

➤ Caractéristiques chimiques du sol

Les résultats des analyses chimiques du sol sont résumés dans le tableau 9.

Tableau 9 : Résultats d'analyses chimiques du sol.

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

(Source : ENSA, 2017)

Sur la base des analyses effectuées (Tableau 8), les résultats montrent que le sol d'étude est de texture argilo-limoneuse.

Les analyses chimiques (Tableau 9) montrent que le sol est non salé, légèrement alcalin avec un taux faible en matière organique et en calcaire, pauvre en azote et présente une capacité d'échange cationique moyenne.

3. Matériels utilisés

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est une variété de tomate maraîchère Hybride « kawa » cultivée sous serre. La semence est achetée à la pépinière de Zeralda à Alger. La variété hybride Kawa présente un bon potentiel de production et une bonne qualité de fruits (Figure 18) ainsi qu'une bonne résistance aux diverses maladies dont les caractéristiques sont comme suit :

- Plante de vigueur moyenne
- Bonne performance en période de froid
- Précoce
- Fruits ronds de belle couleur (Figure)
- Fruits uniformes et attractifs
- Bonne fermeté
- Bonne résistance aux maladies virales



Figure 18 : Fruit de tomate, variété hybride kawa (originale, 2020)

3.2. La serre

La serre d'essai présente une superficie de 99 m² (5.5m x 18m) avec une orientation Est Ouest (Figure 19).



Figure 19 : la serre de culture (originale, 2019)

3.3. Fertilisation de la plante

Au cours de notre expérimentation nous avons utilisé deux types de fertilisations : organique et minérale.

Pour la fertilisation de fond on a réalisé un apport en engrais chimique couvrant toute la parcelle d'essai. Les éléments concernés sont le phosphore et le potassium. Lesquels éléments favorisent le développement racinaire et renforcent les défenses immunitaires de la plante, avec un apport de la fumure organique pour améliorer la texture du sol.

Comme engrais de couverture au cours du cycle, nous avons apporté le potassium et l'azote seulement pour les parcelles à fertilisation minérale.

L'apport du potassium est effectué sous forme de sulfate de potassium (K_2SO_4 à 50% de K_2O), couvrant les besoins de la plante à mesure de l'évolution du cycle biologique de la plante. L'apport d'azote est effectué sous forme d'urée à 46% d'N.

Pour les parcelles concernées par la fertilisation organique, nous avons utilisé du fumier de bovin bien décomposé provenant de l'étable de l'ITMAS de Boukhalfa à la fréquence de 15 kg par parcelle tous les 15 à 20 jours.

➤ **Fumure azotée**

Pour les parcelles à fertilisation minérale, l'apport d'azote de 120 U/ha est fractionné en deux apports. Le premier apport est effectué le 04 février 2020 correspondant au stade végétatif, le deuxième est réalisé, le 23 mars 2020 (3 mois après la plantation) correspondant au début floraison pour créer un effet synergique avec le potassium.

Calcul des doses :

100 Kg d'urée _ 46 U de N

X _ 60 U de N

60 : quantité d'azote utilisé pour la surface d'essai UN/ ha.

10 000 m² _ X kg d'urée

Y _ 0,36 m²



Figure 20 : Apport de l'engrais azoté au pied des plants (originale, 2020)

➤ **Fumure potassique**

Durant la période d'essai, le potassium est apporté sous forme de sulfate de potassium (K_2SO_4) à 50% de K_2O au stade floraison soit le 12 Mars 2020.



Figure 21 : Apport localisé du potassium autour du plant (originale, 2020)

➤ **Les parcelles concernées par la fumure organique**

Au cours de l'essai, la fumure organique est apporté avant la plantation comme engrais de fond, cet élément est apporté aussi comme engrais de couverture et est épandue sur l'ensemble des parcelles concernées par la fertilisation organique. L'apport global est 116,64 Kg.

Le premier apport est réalisé le 3 février 2020 correspondant au stade jeunes plants, avec une quantité de 58,320 Kg pour la partie organique sur une surface globale de 19,44 m².

Le deuxième apport est réalisé le 2 mars 2020 correspondant au stade floraison (3mois après la plantation), avec la même quantité de 58,320 Kg.

Apport du fumier :

La quantité de fumure organique est de 30 tonnes/ hectare.

30 000 Kg _ 10 000 m²

X _ 0,36 m² (par plant)

Après les deux apports de fumier organique, on a procédé à un apport de couverture tous les quinze jours jusqu'à la récolte des fruits.



Figure 22 : fumier organique (originale, 2020)

4. Méthodes d'études

➤ Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental auquel nous avons opté est en bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Le facteur étudié est la fertilisation qui est de 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. Les caractéristiques de la parcelle sont comme suit :

Longueur de l'essai : 18 m

Largeur de l'essai : 5,5 m

Surface de l'essai : 99 m²

Nombre de bloc : 3

Distance entre les blocs : 0,5 m

Largeur de bloc : 0,92 m

Longueur du bloc : 3,68 m

Nombre de parcelles élémentaires : 6

Distance entre ligne : 50 cm Distance entre plants : 60Cm

Nombre de plants par bloc : 36 plants.

Densité de plantation : 27777 plants/ha.

Nombre total des plants : 108

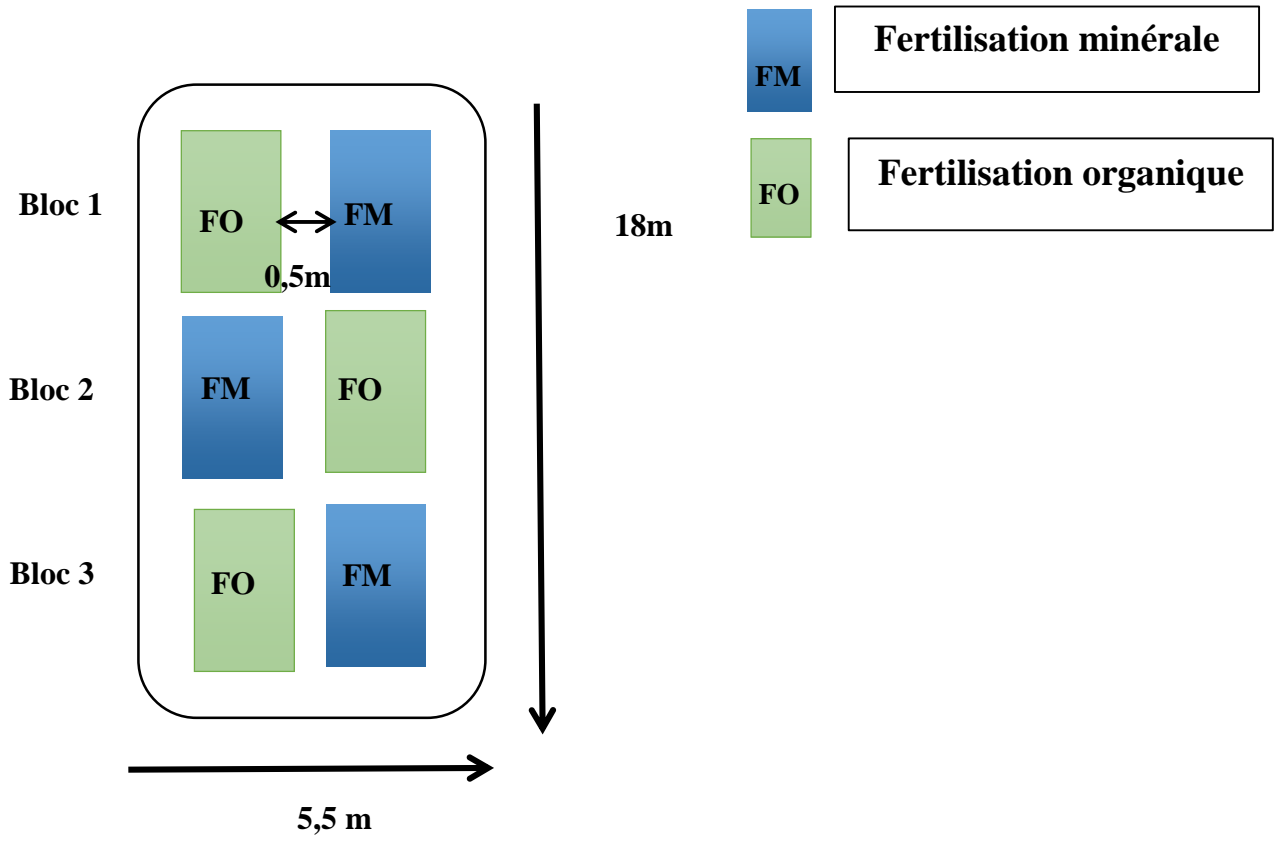


Figure 23 : dispositif expérimentale de l'essai

5. Conduite de la culture

5.1. Rotation de la culture

La tomate étant très exigeante en éléments, et sensible à diverses maladies cryptogamiques comme le mildiou ou l'alternariose. Pour éviter leur propagation, il est indispensable de pratiquer la rotation des cultures.

5.2. Précédent cultural

Le précédent cultural étant le poivron, appartenant à la même famille ce qui favorise l'apparition des maladies cryptogamiques comme le mildiou ou l'alternariose chez la culture de la tomate.

5.3. Préparation des plants en pépinière

Les semences de la variété hybride achetées sont semées en pépinière de l'ITMA.

5.4. Préparation de la serre

Plusieurs travaux sont réalisés avant la plantation à savoir :

- Désherbage
- Binage
- Installation du paillage plastique qui a pour but de rehausser la température et l'humidité du sol et de contrôler les mauvaises herbes



Figure 24 : Installation du Paillage plastique de la tomate (originale, 2020)

5.5 Préparation du sol de la parcelle d'étude

➤ Le labour

Le labour est réalisé avec un mini tracteur et suivi des travaux superficiels réalisés avec un Rotavator afin d'ameublir et d'aérer la terre au mieux pour recevoir la nouvelle culture.

➤ Fertilisation de fond

Nous avons utilisé deux types de fertilisants : le fumier organique et la fertilisation minérale sont réalisés avant la mise en terre des plantules. Les doses sont apportées suivant la fiche technique de l'ITMAS.

➤ Plantation de la tomate

Le repiquage des plants de tomate élevés en pépinière est fait lorsque les jeunes plants auront atteint 3 et 5 vraies feuilles. Lorsque les plants ont atteint 20 à 30 cm, la plantation est réalisée le 18 décembre 2019 selon les conditions du milieu.

➤ L'irrigation

Tout au long de notre essai nous avons utilisé une citerne pour parer au manque d'eau à la station.



Figure 25 : conduite de l'irrigation de la tomate (originale, 2020)

➤ **Palissage des plantes**

La variété utilisée sous serre à une croissance indéterminée. De ce fait, elle nécessite un soutien pour que la tige demeure verticale. Au cours de notre expérimentation le palissage de plants est réalisé à l'aide des fils en plastique.



Figure 26 : palissage des plants de tomate (Originale, 2020)

6. Mode de conduites du plant

6.1 Buttage

Le buttage du pied de tomate permet de faire évoluer les poils situés au niveau du collet (limite entre la tige et la racine) en petites racines capables d'absorber l'eau et les éléments fertilisants. Ainsi la plante est mieux alimentée, elle développe une végétation plus importante et elle donne plus de fruits (Courchinoux, 2008).



Figure 27 : buttage de plants de tomate (Originale, 2020)

6.1 Désherbage

Le désherbage est effectué manuellement en arrachant les mauvaises herbes qui poussent autour des pieds de tomate, ainsi que les adventices croissants dans les passages des serres.

Plusieurs mauvaises herbes sont rencontrées durant le cycle de culture (figure 28).



Figure 28 : différentes mauvaises herbes rencontrées au cours du cycle de la tomate. A : *Oxalis stricta* . B : *Cynodon dactylon*. C : *Atriplex halimus*

6.2 La taille

Il est fortement recommandé de tailler les plants de tomate pour une meilleure fructification, nous distinguons deux opérations :

- **L'ébourgeonnage**

L'ébourgeonnage est une opération qui consiste à enlever les bourgeons secondaires, appelés gourmands sur la tige principale, à l'aisselle des feuilles ou des tiges secondaires et qui consomment inutilement les éléments nutritifs.



Figure 29 : Ebourgeonnage sur plant de tomate (Originale, 2020)

- **L'effeuillage**

L'effeuillage consiste à éliminer les feuilles qui touchent le sol ainsi que les feuilles malades, jaunies et anciennes qui ne sont plus utiles à la plante.

L'ébourgeonnage et le feuillage permet d'améliorer la grosseur et la qualité des fruits, et une meilleure aération de la plante, ainsi que limitation du développement et de la propagation des maladies.

6.3 L'écimage

C'est une opération qui consiste à pincer la tige principale au niveau désiré. Son but est d'arrêter la croissance de la plante pour permettre un grossissement normal des fruits.

6.4 Aération de la serre

L'aération de la serre se fait quotidiennement par l'ouverture des portes, afin de baisser la température et l'humidité à l'intérieur de la serre.

6.4 Maladies et ravageurs rencontrées chez la tomate

Au cours de l'essai, nous avons rencontré diverses maladies et ravageurs pour lesquelles nous avons effectué différents traitements phytosanitaires

a) Enroulement physiologique des feuilles

Les plants de tomate malades subissent un désordre dans leur croissance et sont nains. Les feuilles présentent un enroulement en forme de cuillère, due à un choc thermique.

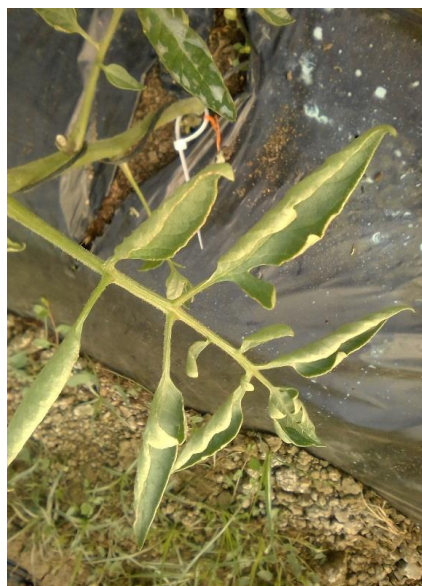


Figure30 : Enroulement physiologique des feuilles de tomate (Originale, 2020)

b) La pourriture de collet

Nous avons observé un brunissement des vaisseaux au niveau du collet. Le champignon induit la pourriture du système racinaire.



Figure 31 : pourriture de collet (Originale, 2020)

c) Cicatrice pédonculaire ligneuse

Durant la maturité des fruits on a eu des cicatrices pédonculaires ligneuses sur les fruits des plantes des tomates.



Figure 32 : cicatrice pédonculaire ligneuse (Originale, 2020)

d) **Attaque des thrips (*Frankliniella occidentalis*)**

Les thrips sont les insectes les plus présents dans la serre et ont causé beaucoup de nuisance. Pour cela on a utilisé un traitement chimique contre les thrips (insecticide).

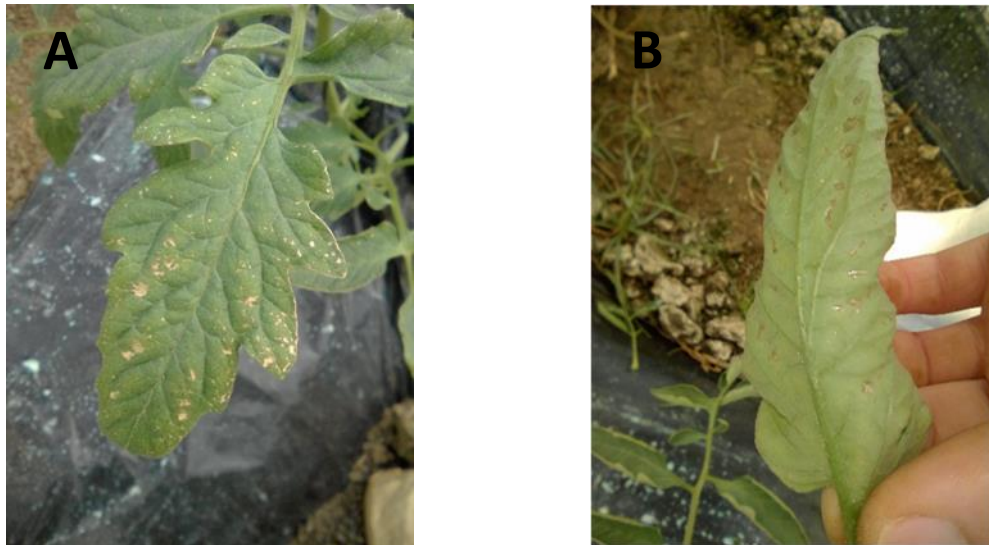


Figure 33 : Dégâts des thrips *Frankliniella occidentalis* sur les plants. A : tâche argentée sur la face supérieure des feuilles de tomate, B : lésions roses sur la face inférieure

Durant le cycle de la culture, des attaques de mineuses ont été enregistrées ainsi que le mildiou.



Figure 34 : maladies rencontrées chez la tomate : A : feuilles contaminées par le mildiou (*Phytophthora infestans*) B : Galeries de la mineuse sur feuilles de tomate (*Tuta absoluta*) (Originale, 2020)

6.7 Traitement phytosanitaire

Au cours de l'essai, on a voulu éviter l'utilisation des pesticides par l'utilisation des méthodes préventives telle que l'élimination des feuilles contaminées (Mildiou, mineuse) et le désherbage dans la serre ainsi que le buttage des plants autour du collet.

Un traitement fongique a été effectué au cours de la végétation contre la pourriture du collet

Un traitement insecticide a été effectué durant le cycle de végétation contre l'attaque des thrips.

6.8 La récolte

La récolte des fruits a commencé le 21 avril 2020, et s'effectue manuellement. La couleur des fruits des parcelles fertilisées avec du fumier est plus forte que ceux fertilisées avec de l'engrais minérale



Figure 35 : fruits de tomate à maturité (Originale, 2020)

7. Les paramètres mesurés

Au cours du cycle de la culture on a procédé à l'étiquetage de 5 plants faisant objet des mesures les paramètres de rendement et de qualité de fruit chez la variété hybride F1 KAWA de la tomate maraichère. En tout 30 plants sont pris au hasard correspondants à 5 plants par parcelle élémentaire, soit 10 plants par bloc.

7.1 Paramètres agronomiques prévus pour la mesure

7.1.1 Diamètre finale de la tige

Le diamètre de la tige principale est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse. Ce dernier nous renseigne sur la vigueur de la plante.

7.1.2. Hauteur de tige principale cm

Hauteur de la tige principale : mesuré du collet au sommet de la plante, avec un mètre ruban. Exprimé en cm

7.1.3. Nombre de bouquets floraux par plants

Le nombre total de fruits par plant est réalisé à la fin du cycle par comptage des bouquets floraux totaux sur les plants étiquetés.

7.1.4 Nombre de fleurs par plants

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

7.1.5. Nombre de fruits par plants

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

7.1.6. Nombre de fleurs avortées

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

7.1.7 Calibre moyen d'un fruit (cm)

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

7.1.8. Poids moyen d'un fruit (g)

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

par Plant.

7.1.9. Poids total des fruits par plant (g)

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

7.1.10. Rendement réel (Qx/ha)

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

7.1.11. Rendement potentiel (Qx/ha)

Le Rendement potentiel est calculé selon la formule suivante :

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

Chapitre II : Résultats et discussions

1. Poids total de fruits par plant (g)

Au cours de notre essai, la plus grande valeur du poids total des fruits par plant est obtenue avec le traitement organique (5453 g), et la valeur minimale est obtenue avec le traitement engrais minéral (3505 g).

Tableau 10 : somme du poids total des fruits par plant les blocs concernent la fertilisation organique

Blocs	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Total
Poids des fruits par plant (g)	2313	1920	1220	5453

Tableau 11 : somme du poids total des fruits par plant les blocs concernent la fertilisation minérale

Blocs	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Total
Poids des fruits par plants (g)	1112	1809	584	3505

On note une nette différence entre l'apport du fumier de ferme et de l'engrais minéral sur la quantité produite en fruits (tableau11, 12)

En effet la somme du poids total des fruits par plant montre une valeur importante obtenue avec le traitement organique (5453g) par rapport au traitement minérale.

Pour le reste des paramètres prévus pour l'étude :

Etant donné la situation sanitaire, nous n'avons pas pu réaliser la suite des mesures des variables prévues dans notre protocole d'étude afin d'accomplir correctement notre contribution par rapport à la comparaison des deux types de fertilisation organique et minérale.

Conclusion

Notre étude est réalisée sous serre au niveau de l'institut technologique moyen agricole spécialisé (ITMAS) de Boukhalfa porté sur l'effet de la fertilisation organique et minérale sur la protection, la qualité et le rendement de la tomate hybride kawa

Pour les paramètres de production, ont montré des différences au moins significatives sur quelques paramètres mesurés, à savoir :

- * Calibre moyen d'un fruit.
- * Le poids total de fruits par plant.

On note que le facteur type de fertilisation, notamment organique, on a enregistré une meilleure croissance des plants, le calibre moyen de fruit ainsi que la fermeté de fruit

On note une différence par rapport aux paramètres poids total des fruits par plants.

En effet la somme du poids total des fruits par plant montre une valeur importante a été obtenue avec le traitement organique (5453g) par rapport au traitement minérale.

De nombreux facteurs agronomiques sont susceptibles d'influencer les paramètres de production. Le producteur peut contrôler la plupart d'entre eux grâce à des pratiques culturales et dans des conditions climatiques et de sol spécifiques.

En effet les bases de l'agronomie sont incontournables en agriculture biologique. la conduite des productions végétales est basée sur l'amélioration constante de la fertilité et de l'activité biologique des sols et privilégie l'apport d'amendements organiques. L'utilisation de produits chimiques de synthèse est néfaste pour la santé humaine et l'environnement.

PERSPECTIVE :

- Apporter le fumier bien avant la plantation pour que la plante profite de sa richesse en éléments minéraux lors de sa décomposition dans le sol.
- Respecter le calendrier de production de la plantation évitant les fortes chaleurs dans la serre au risque de compromettre le potentiel de production de la plante.
- Sensibilisé la population et les agriculteurs sur le danger que présente l'utilisation abusive des produits chimiques de synthèses ainsi que les produits phytosanitaires.

- Evaluer les effets phytosanitaires des fertilisants organiques sur les ravageurs et maladies de la tomate
- Poursuivre les études pour voir la rentabilité économique de l'usage de ces fertilisants pour le producteur
- Etudier l'impact environnemental de l'usage de ces fertilisants organiques
- Analyser la composition minérale des fruits de tomate.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **ABDELGUERFI A., et al., 2005** : Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO. Rome, 43p.
- **Allal C., 2009.** « Fiche technique tomate sous serre » maladies des plantes, agriculture et écologie. MADRPM/DPV/DH. 13P.
- **AMMARI, A. (2012).** Etude de l'effet de deux types d'engrais organiques sur la production de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) conduite en système biologique cultivée sous serre au sud Algérien (OUED SOUF). Thèse : Ing. Agro. Blida 72p
- **AMRANI B : 2010.** La filière de tomate en Algérie. Des résultats probants en attendant une meilleure organisation. Ed. La tribune.10p.
- **Atherton J. C.Rudich J., 1986.** The tomato crop : a scientific basis for improvement. P56.
- **Béatrice Perron., 2018.** Impact de la nutrition azotée sur l'activité microbienne du sol et sur la qualité de la tomate et du concombre biologiques de serre. Mémoire Université LAVAL, Québec, Canada. 14p.
- **Bénard, C., 2009.** Etude de l'impact de la nutrition azotée et des conditions de culture sur le contenu en polyphénols chez la tomate. (These de Doctorat). Nancy Université, France.21,
- **Benoît G., 2007.** Cours d'agriculture. <http://perso.orange.fr/benoit.giraud/>. 20 p
- **Blancard D. (2015)** : Listes des maladies et des Bioagresseurs de la tomate. Ephyta.INRA.fr
- **Blancard, 1997:** Maladies de la tomate Observer-identifier-lutter. INRA. Paris.
- **Boutoumou H. and Boumaza M. (2016).** Etude de l'activité de *Trichoderma* sp. Contre l'Alternariose de la tomate. Thèse de Master. Université Mentouri Constantine, Algérie.
- **Bouzaata., 2016.** Valorisation des sous-produits de quatre variétés de tomate industrielle (*Solanum esculentum* L) dans l'Est algérien. Thèse de Doctorat. Université BADJI MOKHTAR – Annaba, 15.

- **Bradea M.S., Abdul-Hussain A.S., Snoussi S .A. et Beghlal K., 2015.** Effet d'un engrais biologique sur la croissance et le rendement de la tomate (*lycopersicum esculentum cerasiforme*), cultivée sous serre. Ed. Laboratoire de Biotechnologie végétale, Blida, Université de Djelfa, Dép. D'agronomie. 33p.
- **CAZANOVE P., 2010 :** Le marché des engrais minéraux : état des lieux, perspectives et pistes d'action. Centre d'études et de prospectives. Analyse N° 15 - Avril 2010
- **CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- **CHIBANE N., 1999.** Tomate sous serre, bulletin mensuelle d'information et de liaison du programme nationale de transfert de technologie en agriculture. Maroc. N57.
- **CHOUGAR.,2010.** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de magister, UMMTO.106 p.
- **Corbineau . F et Core. A, 2006 :** Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed .Tec et Doc. Lavoisier.
- **Courchinoux J.P., 2008.** ILa clulture de la tomate. Fiche technique Tomate, 8p.
- **Dannehl, D., Josuttis, M., Huyskens-Keil, S., Ulrichs, C., Schmidt, U., 2014.** Comparison of different greenhouse systems and their impacts on plant responses of tomatoes. Gesunde Pflanz
- **Davies JN. et Hobson GE., 1981.** The constituent of tomato fruit-the influence of environment, nutrition, and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*
- **De Broglie L A, Guérault D., 2005.** Tomates d'hier et d'aujourd'hui. Paris, Hoëbeke. 143.
- **Degioanni B, (1997).** La tomate. Paris, Hatier. 96.
- **Denis C. et Webster I.,(1971).** Antagonistic properties of species groups of *Trichoderma* (II) production of volatile antibiotic. Trans. Br. Mycol. Soc. 5741-48Tong-Kwee, L. et Keng, T. H.

- **DESMAS S., 2005.** Analyse comparative de compétitivité :le cas de la filière tomate dans le contexte euro-méditerranéen. Thèse Ing. Agr., Inst. Agr. Méditerranéen. Montpellier. France
- **DIALLO M.D., BALDE M ., DIAITÉ B., GOALBAYE T., DIOP A.et GUISSÉ A., 2018.** Arrière-effet de différents apports de fertilisants sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate (*solanum lycopersicum* l.) Ed. Sénégal.
- **Direction de l’agriculture., 2018.** Fiche technique : La tomate - *Solanum lycopersicum* L.Ed. B.P.100, 98713 Pape’ete – Tahiti - Polynésie française –Rue Tuterai Tāne, route de l’hippodrome.
- **FAO., 2014.** Base de données statistiques de l’organisation de l’agriculture et de l’alimentation.
- **FAO., 2016.** [http://FAO production mondiale de la tomate.](http://FAO production mondiale de la tomate)
- **FAO., 2019.** <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
- **FAOSTAT., 2013.** Base des données des statistiques de l’organisation des nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture
- **Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., Pernice, R., Di Matteo, A., Fogliano, V., Pellegrini, N., 2007.** Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition & Food Research*
- **GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. INRA, Paris.
- **GHEBBI K., 2016.** Influence de la fertilisation potassique sur le comportement et les aptitudes technologiques de deux variétés de tomates industrielles (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Diplôme de Doctorat, ENSA, El Harrach -Alger.11p.
- **GRASSELLEY D., NAVEZ B. Et LETARD M. 2000-** tomate : pour un produit de qualité. Ed. Ctifl., paris.
- **Gros A. 1962.** Engrais. Guide pratique de la fertilisation. 3ième Ed. La maison rustique, Paris 441p.
- **Anonyme,2005.** Recueil des Fiches Techniques. Institut Technique de Développement de L’Agronomie saharienne. Ed. Boubakeur CHEBAANI, BISKRA, 34p.
- **Anonyme, 2017.** Guide Pratique. La culture de la tomate sous serres Ed. Institut Technique des Cultures Maraicheres et Industrielles I.T.C.M.I. Staoueli. Alger

- **Kaur, C., Kapoor, H.C., 2002.** Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *International Journal of Food Science & Technology* 37
- **Kimuni et al. J. Appl. Biosci.** 2014. Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine installé sur un sol acide de Lubumbashi. Ed.
- **Hadjaz et Hadj Larbi, 2017.** Effet de la fertilisation organique et minérale sur la qualité et le rendement chez deux variétés de la tomate : hybride (Tavira) et fixés (Marmande) cultivées sous serre.
- **LATIGUI A., 1984.** Effet des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivé en hiver sous serre non rechauffée. INRA el harrach, Algérie.
- **LAUMONNIER R.,1979.** Culture légumière et maraichère. Tome 3 Ed Bailliere paris .279P.
- **Loué A., 1979.** Interaction du potassium avec d'autres facteurs de croissance. Au service de l'Agriculture.
- **Louveaux J et Pesson P., 1984.** Pollinisation et production végétales. Ed.INRA. P 663.
- **MADR. (2011).** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques. Alger.
- **MADRPM/DERD IN° 571** Juin 1999. Fiche Technique Tomate sous serre ;
- **Munron B. Small E.,1997.** Les légumes du canada.Ed.Val.Morin,Québec, Canada.436p.
- **Nour, V., Trandafir, I., Ionica, M.E., 2013.** Antioxidant Compounds, Mineral Content and Antioxidant Activity of Several Tomato Cultivars Grown in Southwestern Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici* 41
- **Philippe G., 2016.** Itinéraire Bio le magazine de tous les acteurs du bio . Ed. resp. Philippe Grogna - Avenue Comte de Smet de Nayer 14, 5000 Namur. Bimestriel mars - avril 2016. Dépôt : Turnhout. P201134 .28p.

- **PHILIPPE H et ANGLAG., 2011.**Fiche technique, Chambre d'agriculture de DEUX SEVRES de France. [sevres.chambagri.fr/fileadmin/publication/CA79/19_Production Animales/Documents/FTECH_2011_ABI_Fertiliser_les_prairies_avec_les_fumiers_0](http://sevres.chambagri.fr/fileadmin/publication/CA79/19_Production_Animales/Documents/FTECH_2011_ABI_Fertiliser_les_prairies_avec_les_fumiers_0)
- **POLESE J, M ,2007** : la culture de tomate .Ed SNP Lee fung. Chine
- **Publishers B., 2004.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2 : légumes. 736p qualité. Ed. Ctifl. , paris, 222p.
- **Rao AV., 2006.** Lycopène et santé de l'humain. Preuves scientifiques de son rôle bénéfique. *Revue Whitehall-Robins*. Vol. 15. N°4:1-2.
- **Reid K., 2005.** Les avantages du potassium. www.shared Docs.com.
- **Rey Y. et Costes C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. CNRA. Station centrale de physiologie végétale, Versailles, France. 111p.
- **Shankara N. , Josep Van Lido de J., Marja G., Martin H., Barbara Van Dama., 2005 .** La culture des tomates production, transformation et commercialisation, Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. Pp 6-18.
- **Thiman. K.V.C., Nonard P., 1956.** Les facteurs de la croissance cellulaire végétale : les auxines, in Les facteurs de croissance cellulaire. Exp. Brasilia, v.22, n.2, p243- 248.
- **Tikarrouchine R., 2009.** Caractérisation agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de tomate « Lycopersicum esculentum Mill.» obtenus par croisement. Mémoire de Magister. El Harrach-Alger. 21 p.
- **TRICHPOULOU A. et LAGIO P., 1997.** Healthy traditional Mediterranean diet: an expression of culture, hystory and lifesly.65p.
- **VAN DER VOSSSEN Y., NONO-WOMDIM R., MESSIAEN C.M.,2004.** Lycopersicon esculentum Mill. Fiche Protabase. Gruben, G.J.H & Denton, O.A.(Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical africa) Wageningen,Pays-bas, p 419-427
- **Verolet J-F., Raffin R., Jagu L. et Berry D. (2001).** Tomate sous grand tunnel froid, Fiche technique, 9p.
- **Zella L et SMADHI D ., 2009.** MICRO-IRRIGATION DE LA TOMATE SOUS SERRE. Ed. INRA, Station de Baraki, Alger. N°09, Mars 2009.

Résumé

L'étude a porté sur l'effet de la fertilisation organique et minérale sur la production, la protection et la qualité chez une variété de tomate : hybride (kawa) cultivée sous serre. Les résultats montrent que le poids total de fruit par plant(g) enregistre la plus grande valeur avec le traitement organique comparé à la fertilisation minérale. La qualité du fruit notamment la fermeté et le poids total des fruits par plant sont à la faveur de la matière organique cependant la couleur du fruit reste dépendante de la fertilisation minérale, en particulier le potassium.

Mots clés : Tomate, Fertilisation organique, Fertilisation minérale

Abstract

The study focused on the effect of organic and mineral fertilization on production, protection and quality of a tomato hybrid variety: hybrid (kawa) grown in a greenhouse. The results show that the total fruit weight per plant (g) registers the greatest value with organic treatment compared to mineral fertilization. The quality of the fruit in particular the firmness and the total weight of the fruits per plant are in favor of the organic matter however the color of the fruit remains dependent on mineral fertilization, in particular potassium.

Key words: Tomato, Organic fertilizers, Mineral Fertilization