

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Agronomiques



# *Mémoire de fin d'études*

*En vue de l'obtention du diplôme de master en agronomie*

*Option : Productions Végétales*

## *Thème*

**Valorisation des sous-produits agricoles  
(Grignon d'olive et marc de café)  
Sur le développement de la variété de tomate fixe  
(Marmande)**

**PRESENTE PAR :**

**M<sup>elle</sup> KOUFFI Saida**

**M<sup>elle</sup> MEDJBARI Manel**

**Devant le jury :**

**Présidente : M<sup>me</sup> MEDJDOUB BENSAAD F.**

**Professeur à l'UMMTO**

**Promotrice : M<sup>me</sup> SI SMAIL GHEBBI K.**

**MCC à l'UMMTO**

**Examinatrice : M<sup>me</sup> Kherroubi S.**

**MCB à l'UMMTO**

**Invite : M<sup>me</sup> HEDJAZ D.**

**Ingénieur d'État en agronomie**

**Promotion : 2023/ 2024**

## ..... REMERCIEMENTS.....



À la conclusion de ce travail, nous tenons tout d'abord à remercier Dieu Tout-Puissant, qui nous a donné la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien cette étude.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à notre promotrice, Mme SI SMAIL GHEBBI K., Maître de Conférences à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'UMMTO, pour avoir accepté de nous encadrer avec bienveillance et pour ses précieux conseils tout au long de ce travail.

Nous remercions également Mme MEDJDOUB BENSSAD F., Présidente de jury, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider cette soutenance. Nos remerciements s'adressent aussi à Mme Kherroubi S. pour avoir examiné et évalué ce travail.

Nous tenons à remercier l'ensemble des employés de L'ITMA, notamment Mme HADJAZ D., pour leur précieuse collaboration. Enfin, nous ne saurions terminer ces remerciements sans exprimer notre gratitude à toute notre famille, qui nous a soutenus tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leur amour, leur encouragement et leur patience ont été des piliers essentiels dans la réalisation de ce travail.

## ***Dédicace***

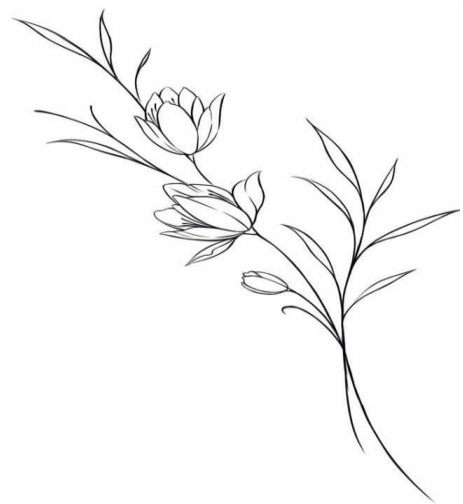
*Dieu merci*

*Je dédie ce modeste travail À ma maman et mon papa, qui m'ont élevé, éduqué, toujours soutenu, et qui ont toujours été là pour moi sans jamais cesser de croire en moi, aucun mot ni aucune langue ne saurait exprimer ma profonde gratitude envers vous.*

*À ma sœur et son mari, ainsi qu'à mon frère et sa femme, qui ont toujours été à mes côtés, je vous remercie du fond du cœur.*

*À toute la famille Medjbari, merci pour votre soutien.*

*Enfin, je tiens à exprimer sincèrement ma gratitude à Kouffi Saïda, avec qui j'ai partagé ce travail, pour sa patience, sa bonne humeur et tous les bons moments que nous avons partagés durant la préparation de ce mémoire.*



*Manel.*

## ***Dédicace***

*Dieu merci*

*Je dédie ce modeste travail à mes parents, qui m'ont élevé, éduqué, soutenu sans relâche, et qui ont toujours cru en moi. Aucun mot ni aucune langue ne peut exprimer pleinement ma profonde gratitude envers vous.*

*À ma sœur et mes frères, toujours présents à mes côtés, je vous remercie du fond du cœur.*

*À toute la famille Kouffi, un grand merci pour votre soutien.*

*Enfin, je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Medjbari Manel, avec qui j'ai eu le plaisir de partager ce travail, pour sa patience, sa bonne humeur et les nombreux moments précieux vécus tout au long de la préparation de ce mémoire.*



*Saida.*

## Listes des figures

---

<b>Figure 01</b> : diffusion de la tomate dans le monde(Gallais et Bannerot, 1992).....	3
<b>Figure 02</b> différences entre les deux types de croissance de la tomate.( Anonyme, 2015) ....	10
<b>Figure 03</b> : racine de tomate (Originale, 2024) .....	11
<b>Figure 04</b> : tige de tomate (Originale, 2024).....	11
<b>Figure 05</b> : feuille de tomate (Originale, 2024).....	12
<b>Figure 06</b> : fleur de tomate (Originale, 2024) .....	13
<b>Figure 07</b> : fruits de tomate (Originale, 2024) .....	14
<b>Figure 08</b> : graine de tomate (Originale, 2024).....	14
<b>Figure 09</b> : symptômes du l' Alternariose (INRA ,2023). .....	24
<b>Figure 10</b> : symptômes du mildiou (INRA, 2013) .....	25
<b>Figure 11</b> : symptôme du botrytis (INRA, 2016) .....	25
<b>Figure 12</b> : symptôme de l' Oïdium (INRA, 2021).....	26
<b>Figure 13</b> : symptômes du flétrissement bactérien (RAP, 2021) .....	27
<b>Figure 14</b> : symptômes du chancre bactérien (INRA, 2021 ) .....	27
<b>Figure 15</b> : symptômes du moucheture bactérienne (INRA, 2021) .....	28
<b>Figure 16</b> : symptômes du TYLCV sur la plante de tomate (INRA, 2021) .....	29
<b>Figure 17</b> : symptômes du TSWV la tomate (INRA, 2021).....	29
<b>Figure 18</b> : symptômes du TOCV sur les feuilles des de tomate (INRA, 2023).....	30
<b>Figure 19</b> : Effets des brûlures solaires sur le fruit de tomate (INRA, 2021).....	31
<b>Figure 20</b> : symptômes des microfissures sur le fruit tomate (INRA, 2021) .....	31
<b>Figure 21</b> : symptômes de la marbrure de la tomate(Richard et Boivin, 1994). .....	32
<b>Figure 22</b> : symptômes de la cochenille sur la plante de tomate(INRA, 2023). .....	32
<b>Figure 23</b> : : Effets de <i>Tuta absoluta</i> sur la tomate (INRA, 2023).....	33
<b>Figure 24</b> : effets des nématodes sur les racines de la tomate (INRA, 2021) .....	34
<b>Figure 25</b> : Symptômes des attaques de pucerons sur la tomate (INRA, 2023).....	34
<b>Figure 26</b> : Localisation par satellite de L' TMAS de Boukhelfa (Google Earth,2024).....	39
<b>Figure 27</b> : Diagramme ombrothermique au cours de cycle de la plante.....	41
<b>Figure 28</b> : Analyse physicochimique de quelque paramétré de l'eau (originale ,2024).....	44
<b>Figure 29</b> : plantules de tomate variété MARMANDE, en pépinière(originale, 2024).....	45

## Listes des figures

---

<b>Figure 30</b> : plante de tomate de la variété Marmande a déférente stades de développement (originale ,2024) .....	46
<b>Figure 31</b> : parcelle d’essai à la plantation(originale, 2024) .....	47
<b>Figure 32</b> : Séchage du marc de café(originale, 2024).....	48
<b>Figure 33</b> : grignon d’Oliver étalée a l’air libre(originale, 2024) .....	49
<b>Figure 34</b> : Disposition expérimental de l’essai(originale, 2024) .....	51
<b>Figure 35</b> : vue globale de la répartition des sous bloc(originale ,2024) .....	51
<b>Figure 36</b> : semis des graines de tomate dans des plaques alvéolaire(originale ,2024) .....	52
<b>Figure 37</b> : parcelle d’essai après le Labor et le désquage (originale ,2024) .....	53
<b>Figure 38</b> : épandage d’engrais(originale, 2024) .....	53
<b>Figure 39</b> : plantation des plantes de tomate(originale, 2024) .....	54
<b>Figure 40</b> : irrigation des plantes par système de goutte -à -goutte(originale, 2024).....	54
<b>Figure 41</b> : Epandage d’engrais d’entretien(originale, 2024) .....	55
<b>Figure 42</b> : Binage et buttage sur plant de tomate(originale, 2024).....	55
<b>Figure 43</b> : les différentes mauvaises herbes rencontrées au cours du cycle de la tomate(originale, 2024) .....	56
<b>Figure 44</b> : Ebourgeonnage et l’effeuillage des plantes de tomate(originale, 2024).....	57
<b>Figure 45</b> : Tuteurage verticale des plantes de tomate(originale, 2024) .....	58
<b>Figure 46</b> : Symptômes des bruleurs solaires sur les fruits de tomate(originale, 2024) .....	58
<b>Figure 47</b> : Symptômes enrroulement physiologique des feuilles(originale, 2024).....	59
<b>Figure 48</b> : Symptôme de Fente de croissance sur le fruit de tomate(originale, 2024).....	59
<b>Figure 49</b> : Symptômes d’alternariose sur les feuille(originale, 2024) .....	60
<b>Figure 50</b> : Pourriture de collet(originale, 2024).....	60
<b>Figure 51</b> : Attaque par puceron(originale, 2024).....	61
<b>Figure 52</b> : Symptôme des acariens sur la feuille de tomate(originale, 2024) .....	61
<b>Figure 53</b> : Symptômes de mineuse sur la feuille de tomate(originale, 2024).....	62
<b>Figure 54</b> : produits phytosanitaires utiliser pour le traitement(originale, 2024).....	62
<b>Figure 55</b> : récolte(originale, 2024) .....	63
<b>Figure 56</b> : Mesure du diamètre final de la tige au collet(originale, 2024).....	68
<b>Figure 57</b> : Mesure du la longueur final de la tige(originale, 2024) .....	65
<b>Figure 58</b> : Mesure du calibre final de la tige(original , 2024) .....	66

## Listes des figures

---

<b>Figure 59</b> : effet de type de fertilisation sur le diamètre de la tige principale des plantes de tomate .....	68
<b>Figure 60</b> : effet de type de fertilisation sur la hauteur de la tige principale des plantes de tomate .....	70
<b>Figure 61</b> : effet de type de fertilisation sur le nombre moyenne de bouques fleuron par plant .....	72
<b>Figure 62</b> : Effet de type de fertilisation sur le nombre moyen de bouquets floraux par plant .....	74
<b>Figure 63</b> : Effet de type fertilisation sur le calibre moyen de fruit .....	76
<b>Figure 64</b> : Effet de type de fertilisation sur le poids moyen de fruit... ..	77

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 01</b> : les principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2020 (FAO, 2020). .....	4
<b>Tableau 02</b> : Les principales régions productrices de tomates en plein champ à Tizi Ouzou en 2023 (DSA, 2023). .....	6
<b>Tableau 03</b> : les principales régions productrices de tomate sous serre à Tizi Ouzou en 2023. (DSA, 2023) .....	7
<b>Tableau 04</b> : Exigences Thermiques Optimales pour les Phases de développement de la tomate (INRA, 2022) .....	17
<b>Tableau 05</b> : Rôles essentiels et périodes critiques des nutriments pour la tomate .....	19
<b>Tableau 06</b> : Dates de plantation selon les zones géographiques et les saisons (ITMCI, 2015) .....	21
<b>Tableau 07</b> : Température moyennes mensuelles durant le cycle de la tomate (Station Météo Tizi Ouzou, 2024) .....	40
<b>Tableau 08</b> : Pluviométrie mensuelle enregistrée durant le cycle de la plante(Station Météo Tizi Ouzou, 2024) .....	40
<b>Tableau 09</b> : résultats d'analyse physico-chimique de sol. (BNEDER,2024) .....	42
<b>Tableau 10</b> : résultats d'analyse chimique de l'eau (ADE ,2024) .....	42
<b>Tableau 11</b> : résultats d'analyse physique de l'eau(ADE ,2024).....	43
<b>Tableau 12</b> : résultats d'analyse physico-chimique de marc de café (BNEDER, 2024) .....	48
<b>Tableau 13</b> : résultats d'analyse physico-chimique de grignon d'Olive(BNEDER, 2024) ....	50
<b>Tableau 14</b> : Itinéraire technique au cours du l'essai(originale,2024) .....	64
<b>Tableau 15</b> : Résultats d'analyse de la variance du diamètre de la tige principale. ....	69
<b>Tableau 16</b> : Test de NEWMAN-KEULS de diamètre de la tige principale. ....	69
<b>Tableau 17</b> : Résultats d'analyse de la variance de la hauteur de la tige principale. ....	71
<b>Tableau 18</b> : Test de NEWMAN-KEULS de la hauteur de la tige principale. ....	71
<b>Tableau 19</b> : résultats d'analyse de la variance de nombre moyenne de bouquets floraux par plant.....	73
<b>Tableau 20</b> : Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de bouquets floraux par plant. 73	
<b>Tableau 21</b> : résultats d'analyse de la variance de nombre moyenne de fruit par plant .....	75
<b>Tableau 22</b> : Le test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de fruit par plant.....	75

## Liste des tableaux

---

<b>Tableau 23</b> : résultats d'analyse de la variance de nombre moyen de fruit par plant .....	77
<b>Tableau 24</b> : Le test de NEWMAN-KEULS de calibre moyen de fruit .....	77
<b>Tableau 25</b> : résultats d'analyse de la variance de poids moyen de fruit par plant.....	78
<b>Tableau 26</b> : Le test de NEWMAN-KEULS de poids moyen de fruit .....	78

## Liste des abréviations

---

**Avr** : Avril

**BNEDER** : Bureau National Études pour le Développement Rural

**CAFE** : Marc de café

**Ca<sup>2+</sup>** : Calcium

**CEC** : Capacité d'échange cationique

**CE** : Conductivité électrique

**Cl** : Chlorure

**Cm** : Centimètre

**C.M.** : Carré moyen

**CV** : Coefficient de variation

**DAG** : Détraction d'agriculteur

**DDL** : Degrés de liberté

**DSA** : D'érection des services agricoles

**E.T.** : Erreur type

**Févr** : Février

**Fe<sup>2+</sup>** : Fer ferreux

**Fig** : Figure

**g** : gramme

**GRIGN** : Grignon d'olive

**ha** : Hectare

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Bicarbonate

**INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique

**ITCMI** : Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles

**ITMAS** : Institut Technique Moyen Agricole Spécialisé en Agriculture de Montagne

**Janv** : Janvier

**Juill** : Juillet

**K<sub>2</sub>O** : Potassium assimilable

**K<sup>+</sup>** : Potassium

**MADRP** : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche

**MAR** : Marmande

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnésium

**Mn<sup>2+</sup>** : Manganèse

**Na<sup>+</sup>** : Sodium

## Liste des abréviations

---

**N**: Azote

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**: Ammonium

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**: Nitrite

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**: Nitrate

**P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**: Phosphore assimilable

**PH**: Potentiel hydrogène

**PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>**: Phosphate

**PROBA**: Probabilité (p-valeur)

**Qtx**: Quintaux

**Rap**: Réseau d'avertissements phytosanitaires

**S.C.E**: Somme des carrés des écarts

**SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>**: Sulfate

**T°**: Température

**T° Max (C°)**: Température maximale en degrés Celsius

**T° Min (C°)**: Température minimale en degrés Celsius

**T° Moy (C°)**: Température moyenne en degrés Celsius

**TA**: Titre Alcalimétrique

**TAC**: Titre Alcalimétrique Complet

**TEST F**: Test de Fisher (F-statistique)

**TH**: Titre Hydrotimétrique (Dureté totale)

**VAR.FACTEUR**: Variance du facteur

**VAR.TOTALE**: Variance totale

**°C**: Degré Celsius

# Sommaire

---

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale ..... 1

## Première partie : Étude bibliographique

### CHAPITRE I : Généralité sur la tomate

1	Origine et historique de la tomate.....	3
2	Situation économique de la tomate .....	4
2.1	Dans le monde.....	4
2.2	Dans l'Algérie .....	5
2.3	Dans la willaya de Tizi Ouzou .....	6
3	La valeur de la tomate.....	7
3.1	La valeur nutritionnelle de la tomate .....	7
3.2	La valeur médicinale de la tomate .....	7
1	Classification de la tomate .....	8
1.1	Classification botanique.....	8
1.2	Classification génétique.....	8
1.2.1	Les variétés fixées .....	8
1.2.2	Les variétés hybride .....	8
1.3	Classification selon le mode de croissance.....	9
1.3.1	Croissance détermine .....	9
1.3.2	Croissance indéterminée .....	9
2	Caractéristique morphologie de la plante de tomate .....	10
2.1	L'appareille végétatif .....	10
2.1.1	Le système racinaire.....	10
2.1.2	La tige .....	11
2.1.3	La feuille.....	12
2.2	L'appareille reproducteur .....	12
2.2.1	Les fleurs .....	12
2.2.2	Le fruit.....	13
2.2.2	La graine .....	14

# Sommaire

---

<b>3. Le cycle biologique de la tomate.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 La germination .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 La croissance.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 La floraison .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 La pollinisation .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 La nouaison.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 La maturation.....</b>	<b>17</b>
<b>4 Exigence de la tomate.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Exigence climatique.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.1 La température .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.2 La lumière :.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1.3 L'humidité.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Exigence édaphique.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2.1 Le sol.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2.2 Ph de sol.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2.3 La salinité .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3 Exigence nutritionnelle .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3.1 Besoin hydrique .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3.2 La fertilisation.....</b>	<b>19</b>
<b>5 Fiche technique de la culture de tomate .....</b>	<b>20</b>
<b>5.1 Choix variétal.....</b>	<b>20</b>
<b>5.2 Choix du terrain .....</b>	<b>20</b>
<b>5.3 Préparation de la parcelle.....</b>	<b>20</b>
<b>5.4 Semis en pépinière .....</b>	<b>20</b>
<b>5.5 La Plantation.....</b>	<b>20</b>
<b>5.6 L'irrigation : .....</b>	<b>21</b>
<b>5.7 La fertilisation : .....</b>	<b>21</b>
<b>5.8 Entretien de la culture.....</b>	<b>22</b>
<b>5.8.1 Désherbage .....</b>	<b>22</b>
<b>5.8.2 La taille.....</b>	<b>22</b>
<b>5.8.3 Tuteurage .....</b>	<b>22</b>
<b>5.8.4 Binage .....</b>	<b>22</b>
<b>5.8.5 Buttage.....</b>	<b>23</b>
<b>6 La récolte.....</b>	<b>23</b>
<b>7 Maladies et ravageurs de la tomate .....</b>	<b>24</b>

# Sommaire

---

7.1	Les maladies parasitaires.....	24
7.1.1	Les maladies fongiques.....	24
7.1.2	Les maladies bactériennes .....	26
7.1.3	Les maladies virales.....	28
7.2	Les maladies non parasitaires .....	30
7.3	Les ravageurs de la tomate .....	32
1	Les sous-produits agricoles.....	35
1.1	Définition.....	35
1.2	Le grignon d'Olive.....	35
1.2.1	Composition physique de grignon d'olive .....	35
1.2.2	Compositions chimiques de grignon d'olive.....	35
1.2.3	Types de grignon d'olive .....	36
1.2.4	La dégradable de grignon d'olive .....	36
1.2.5	Valorisation de grignon d'olive dans les terres agricoles et les cultures.....	36
1.3	Marc de café.....	37
1.3.1	Définition de marc de café .....	37
1.3.2	Composition physique de marc de café .....	37
1.3.3	Composition chimique de Mar de café .....	37
1.3.4	Valorisation de marc de café sur les terres agricoles et les cultures .....	37
1	Bute de l'essai.....	39
2	Conditions expérimentales.....	39
2.1	Situation géographique .....	39
2.2	Données climatiques et édaphique de la région .....	40
2.2.1	Température .....	40
2.2.2	Pluviométrie .....	40
2.2.3	Diagramme ombrothermique.....	41
2.3	Caractéristiques du Sol.....	41
2.4	Caractéristique de l'eau d'irrigation .....	42
3	Matériel expérimental .....	45
3.1	Matériel végétal .....	45
3.2	La parcelle.....	47
3.3	Fertilisation minérale et organique des plante.....	47
3.3.1	Fertilisation minérale .....	47
3.3.2	Fertilisation organique.....	48
3.3.2.1	Marc de café.....	48

# Sommaire

---

---

3.3.2.1.1	Caractéristique de marc de café.....	48
3.3.2.2	Le grignon d'Olive.....	49
3.3.2.3	Caractéristique de grignon d'Olive.....	49
3.4	Dispositif expérimental .....	50
4	Conduite de la culture .....	52
4.1	La rotation de culture de tomate.....	52
4.2	Précédant cultural .....	52
4.3	Préparation des plants en pépinière .....	52
4.4	Préparation de la parcelle.....	53
4.5	Epandage d'engrais de fond .....	53
4.6	La plantation de la tomate.....	54
4.7	Irrigation .....	54
4.8	Epandage d'engrais d'entretien .....	55
4.9	Binage et buttage .....	55
4.10	Désherbage.....	56
4.11	Ébourgeonnage et l'effeuillage .....	57
4.12	Tuteurage .....	58
5	Les maladies rencontrées chez la tomate au cours de l'essai .....	58
5.1	Brulures, coups de soleil.....	58
5.2	Enroulement physiologique des feuilles.....	59
5.3	Fente de croissance.....	59
5.4	L'alternariose.....	60
5.5	Pourriture de collet .....	60
5.6	Attaque par puceron .....	61
5.7	L'attaque par les acariens.....	61
5.8	Mineuse.....	62
6	Les traitements phytosanitaires .....	62
7	La récolte.....	63
8	Paramètres agronomiques mesurés .....	65
8.1	Diamètre final de la tige principale(mm) : .....	65
8.2	La hauteur de la tige principale (cm) .....	65
8.3	Calibre moyen d'un fruit (mm).....	66
8.4	Nombre de fleurs par plants.....	66
8.5	Le nombre total de bouquette fluorons par plante.....	66
8.6	Le nombre de fruit par plant.....	66

## Sommaire

---

8.7	Poids moyenne d'un fruit par plante(g) .....	66
1.	Paramétrés agronomique.....	68
1.2.	Hauteur de la tige principale .....	69
2.	Paramètres de production .....	71
2.1.	Le nombre moyenne de bouques floraux par plante.....	71
2.2.	Nombre moyen des fruits par plant .....	73
2.3.	Le calibre moyen de fruit.....	75

Références bibliographiques

Résumé

# **Introduction générale**

## Introduction générale

---

La Tomate (*Lycopersicon esculentum*) appartient à la famille des Solanacées et est originaire d'Amérique du Sud. Par la suite, elle s'est propagée à travers le monde. Aujourd'hui, elle est l'une des cultures les plus répandues et occupe une place importante dans l'alimentation humaine. Elle est consommée fraîche ou transformée, et elle est devenue un élément de choix dans notre régime alimentaire (Blancard et *al.*, 2009).

Grâce au développement des cultures sous abris, la tomate est aujourd'hui cultivée dans de nombreux pays et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides (FAO, 2010). En plus d'être une source majeure de vitamines, la tomate est aussi une culture de rente essentielle pour les petits exploitants et les agriculteurs commerciaux ayant des exploitations de taille moyenne (Shankara, 2007).

Elle occupe la deuxième place mondiale parmi les cultures légumières, juste après la pomme de terre et la patate douce, et elle est classée parmi les 50 aliments végétaux les plus riches en nutriments (Agrihortico, 2019). Cette importance fait de la tomate un légume clé, non seulement pour sa haute valeur nutritive, mais aussi pour son rôle économique dans l'agriculture mondiale.

En Algérie, la filière de la tomate constitue l'une des activités essentielles de la branche agroalimentaire. Elle représente 51 % de la production totale en produits maraîchers (Nechadi, 2002), de par sa contribution à la croissance du secteur agricole et à l'absorption de la main-d'œuvre (Onagri, 2015). Selon le Ministère de l'Agriculture et l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles, la production est passée de 10 656 093 quintaux en 2014 à 19 266 498,2 quintaux en 2020, soit une augmentation de 80,80 %, avec un rendement moyen national de 785 Qtx/ha.

La Direction des Services Agricoles de Tizi-Ouzou (DSA, 2021) a établi un bilan annuel relatif à la campagne 2023, où la production de tomate maraîchère dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de l'ordre de 18 117,55 Qtx sur une surface de 78,82 ha, soit un rendement moyen de 229,86 Qtx/ha.

Dans le contexte de l'agriculture moderne, une grande quantité des résidus est générée, et lorsque ces sous-produits ne sont pas correctement valorisés, ils peuvent poser des défis environnementaux importants. Le marc de café et les grignons d'olive sont des exemples de ces résidus, souvent considérés comme des déchets.

## Introduction générale

---

La réutilisation de marc de café et les grignons d'olive comme amendements organiques permet non seulement de réduire la production de déchets, mais aussi d'améliorer la qualité des sols et de favoriser la croissance des cultures. Dans cette optique, notre travail vise à contribuer à la protection de la santé humaine et de l'environnement. Notre objectif est d'accroître les rendements de la culture de la tomate tout en maintenant les propriétés du sol, en préservant et en améliorant les qualités organoleptiques des fruits.

Varié effet, nous avons mené un essai sur l'étude de l'effet de deux types de fertilisation minérale (azote) et organique (marc de café et grignon d'olive) sur le développement d'une variété de tomate maraîchère (Marmande).

Le présent travail est structuré en deux parties principales. La première est une étude bibliographique, se divise en trois chapitres : le premier chapitre porte sur les généralités de la tomate, la deuxième traite de l'étude botanique et agronomique de la tomate, et le troisième aborde les sous-produits agricoles. La deuxième partie est une étude expérimentale, composée de deux chapitres : le quatrième chapitre présente les matériels et méthodes utilisés, tandis que le cinquième est consacré à la présentation, à l'analyse et à la discussion des résultats obtenus. Enfin, nous concluons par une conclusion générale.

**Première partie :**  
Étude bibliographique

# **Chapitre I :**

## Généralités sur la tomate

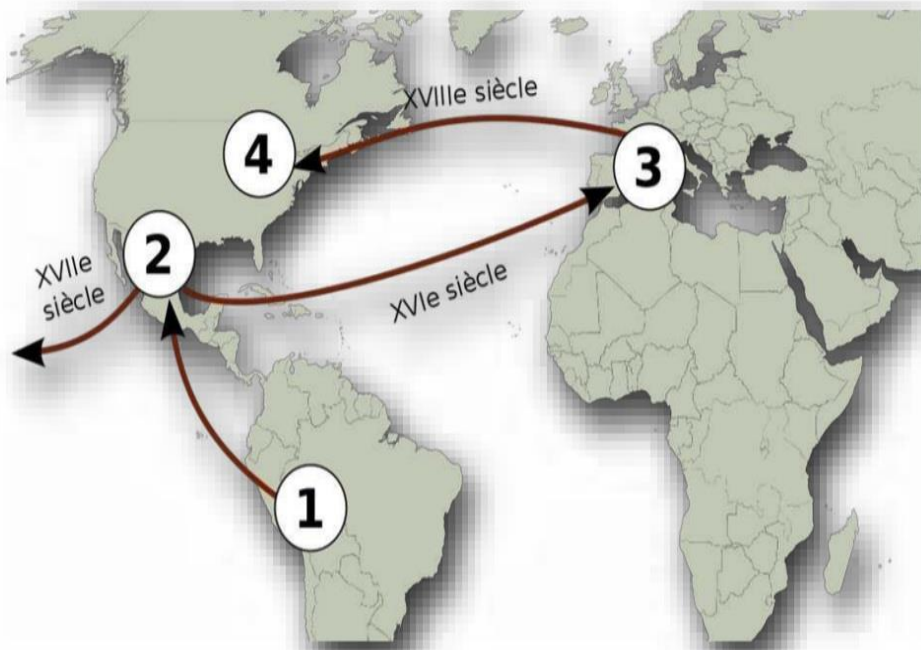
## 1 Origine et historique de la tomate

La tomate *Lycopersicon esculentum* vient des régions andines côtières du nord-ouest de l'Amérique du Sud, plus précisément du Pérou avec des formes sauvages où elle était appelée pomme du Pérou (Charles ,2006).

Benton et Jonas (2007), Rappelent que la tomate a été domestiquée pour la première fois au Mexique, où les indigènes l'appelaient tomatl. Au cours du 16e siècle, avec les conquistadors Espagnols à la découverte du continent américain, la tomate a été introduite en Europe, d'abord en Espagne, puis très vite en Italie, et elle a gagné le reste de l'Europe.

Apparaitre de 1544, La culture de la tomate s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique, et au Moyen-Orient (Shankara, 2007).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du sud de l'Espagne qui l'ont introduite. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905, puis s'est étendue vers le centre, notamment sur le littoral algérois (Latigui, 1984).



1. Pérou : centre de diversification
2. Mexique : premier centre de domestication
3. Europe : deuxième centre de domestication
4. Etats-Unis : troisième centre de domestication

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

**2 Situation économique de la tomate****2.1 Dans le monde**

La tomate occupe la deuxième place après la pomme de terre. Elle représente la deuxième ressource alimentaire mondiale après les céréales, Elle est cultivée dans plus de 170 pays. Elle est adaptée à des conditions de culture très variées, et destinée à la consommation en frais ou transformée industriellement. (Yaovi, 2021).

Selon les dernières données de la FAOstat ,186821 millions de kilos de tomate ont été produites dans le monde en 2020, sur une superficie de 5051983 hectares. Le volume de la tomate produits a augmenté de 3,35%, passant de 180766,33 millions de kilos en 2019 à 1868211,22 million de kilos en 2020.

La Chine est le premier producteur mondial de la tomate avec 64768,16 million de kilos, suivie par l'Inde avec 20,573million de kilos, puis la Turquie occupe la 3ème place ensuite les États-Unis 4ème place et l'Egypte 5ème place (FAO, 2020).

**Tableau 01:**les principaux pays producteur de la tomate dans le monde en 2020.

<b>Pays</b>	<b>Superficies(ha)</b>	<b>Production (q)</b>	<b>Rendement Kilos/m<sup>2</sup></b>
<b>Chine</b>	<b>1 107 485</b>	<b>64 768 158</b>	<b>5,85</b>
<b>Inde</b>	<b>327 000</b>	<b>20 573 000</b>	<b>6,29</b>
<b>Turqui</b>	<b>176 430</b>	<b>13 204 015</b>	<b>7,48</b>
<b>Etas_unis</b>	<b>105 483</b>	<b>12 227 402</b>	<b>11,59</b>
<b>Égypte</b>	<b>80 616</b>	<b>6 731 984</b>	<b>8,35</b>
<b>Italie</b>	<b>106 985</b>	<b>6 547 981</b>	<b>6,12</b>
<b>Iran</b>	<b>159 874</b>	<b>6 189 911</b>	<b>3,87</b>
<b>Espagne</b>	<b>47 000</b>	<b>5 007 982</b>	<b>10,65</b>
<b>Mexique</b>	<b>46 740</b>	<b>4 737 342</b>	<b>10,13</b>
<b>Brésil</b>	<b>64 985</b>	<b>4 137 544</b>	<b>6,37</b>
<b>Nigéria</b>	<b>844 454</b>	<b>3 693 722</b>	<b>0,44</b>
<b>Russie</b>	<b>123 000</b>	<b>3 225 000</b>	<b>2,62</b>
<b>Ukraine</b>	<b>78 561</b>	<b>2 495 880</b>	<b>3,18</b>
<b>Ouzbékistan</b>	<b>96 370</b>	<b>2 436 878</b>	<b>2,53</b>
<b>Algérie</b>	<b>81 680</b>	<b>2 337 983</b>	<b>2,86</b>

<b>Tunisie</b>	<b>24 000</b>	<b>1 400 000</b>	<b>5,83</b>
<b>Portugal</b>	<b>16 650</b>	<b>1 394 126</b>	<b>8,37</b>
<b>Maroc</b>	<b>21 400</b>	<b>1 179 776</b>	<b>2,17</b>
<b>Cameroun</b>	<b>54 500</b>	<b>1 179 776</b>	<b>2,17</b>
<b>Indonésie</b>	<b>57 300</b>	<b>1 040 608</b>	<b>1,82</b>
<b>Kenya</b>	<b>57 800</b>	<b>1 014 700</b>	<b>1,76</b>
<b>Pays-Bas</b>	<b>4 800</b>	<b>910 000</b>	<b>18,96</b>
<b>Grèce</b>	<b>15 483</b>	<b>908 250</b>	<b>5,87</b>
<b>Kazakhstan</b>	<b>14 400</b>	<b>824 803</b>	<b>5,73</b>
<b>Syrie</b>	<b>43 200</b>	<b>819 000</b>	<b>1,9</b>
<b>Azerbaïdjan</b>	<b>31 486</b>	<b>819 000</b>	<b>2,6</b>
<b>Irak</b>	<b>27 976</b>	<b>754 375</b>	<b>2,7</b>
<b>Pologne</b>	<b>33 210</b>	<b>710 000</b>	<b>2,14</b>
<b>Japon</b>	<b>4 300</b>	<b>373 000</b>	<b>8,67</b>
<b>Autres</b>	<b>769 995</b>	<b>17 875 173</b>	<b>2,32</b>

(FAO, 2020)

## 2.2 Dans l'Algérie

La tomate est une culture importante dans le régime alimentaire des Algériens. La production de tomates constitue environ 10 % de la production totale de légumes. Parmi cette production, environ la moitié est destinée à la consommation en frais, tandis que l'autre moitié est utilisée pour la transformation en produits en conserve (Francis, 2024). Selon le Ministère de l'Agriculture et l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (2021), la production de tomates en Algérie a connu une nette amélioration entre 2014 et 2020. La production est passée de 10 656 093 quintaux en 2014 à 19 266 498,2 quintaux en 2020, soit une augmentation de 80,80%. Les surfaces cultivées sont passées de 22 646 hectares en 2014 à 25 341 hectares en 2020, avec un rendement qui a presque doublé, passant de 470,6 à 785 quintaux par hectare. Cette progression est due à un intérêt accru pour cette culture et à une meilleure technique de production.

En Algérie, 21 wilayas (régions) cultivent la tomate, avec quatre principales (Skikda, El Tarf, Annaba et Guelma) représentant 69% de la production nationale (ITCM, 2021).

**2.3 Dans la willaya de Tizi Ouzou**

Selon les données de la direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou (DSA,2024). Pour l'année 2023, la production totale de tomate dans la wilaya est 18117,55Qx dans une superficie totale de 78,82 ha.

**Tableau 02 :** les principales région productrices de tomate en plein champ à Tizi Ouzou en 2023.

<b>Région</b>	<b>Superficie Moissonnée(ha)</b>	<b>Production Récolte(Qx)</b>
<b>Tizi Ouzou</b>	<b>5</b>	<b>175.00</b>
<b>Makouda</b>	<b>2</b>	<b>260.00</b>
<b>Mechtrass</b>	<b>3</b>	<b>420.00</b>
<b>Tizighnif</b>	<b>2.01</b>	<b>351.20</b>
<b>Aitcherfa</b>	<b>6.44</b>	<b>3330.00</b>
<b>Imsouhal</b>	<b>3</b>	<b>495.00</b>
<b>Boujima</b>	<b>4</b>	<b>520.00</b>
<b>Beniziki</b>	<b>2</b>	<b>180</b>
<b>Tirmitine</b>	<b>2</b>	<b>600.00</b>
<b>Ifigha</b>	<b>2</b>	<b>200</b>
<b>Boghni</b>	<b>2.5</b>	<b>300</b>
<b>Tigzirt</b>	<b>2</b>	<b>270</b>
<b>Azeffoun</b>	<b>4.70</b>	<b>244 .00</b>
<b>Illilten</b>	<b>3</b>	<b>543</b>
<b>Bouzguen</b>	<b>2.005</b>	<b>120.35</b>
<b>Zekri</b>	<b>2</b>	<b>400.00</b>
<b>Iloula Oumalo</b>	<b>4</b>	<b>440.00</b>
<b>Azezga</b>	<b>2.03</b>	<b>827.00</b>

(DSA, 2023)

**Tableau 03** : les principales région productrices de tomate sous serre à Tizi Ouzou en 2023.

Région	Superficie Moissonnée(ha)	Production Récolte(Qtx)
Timizrt	0.02	9.00
Tizighnif	0.01	11.20
Ait Cherfa	0.44	530.00
Tadmait	0.12	144.00
Azeffoun	0.20	240.00
Bouzguen	0.01	0.35
Azezga	0.03	27.00

(DSA ,2023)

### 3 La valeur de la tomate

#### 3.1 La valeur nutritionnelle de la tomate

La tomate, est un aliment de grande valeur nutritionnelle, est largement consommé fraîche ainsi que sous diverses formes transformées. Elle contient environ 95 % d'eau et est riche en vitamines (A, C, K, B1 et B2), en fibres (1,8 g pour 100 g de matière fraîche) et en acides aminés essentiels, notamment l'acide glutamique.

Les tomates sont également riches en sels minéraux tels que le potassium, le magnésium et le phosphore, ainsi qu'en oligo-éléments comme le Fer, le Zinc, le Cuivre, le Cobalt, Le Bore, le Nickel Et L'iode. Elles contiennent aussi des pigments caroténoïdes, dont le plus important est le lycopène, responsable de la coloration rouge du fruit (Saira et *al*, 2024).

#### 3.2 La valeur médicinale de la tomate

Les tomates peuvent améliorer la santé et réduire le risque des maladies grâce à leurs nombreux bienfaits. Elles sont riches en antioxydants comme lycopène, vitamines C et E, en composés anti-inflammatoires et en micronutriments essentiels tels que potassium, fibres, vitamine K, calcium (Debjit et *al*,2012), Ces éléments soutiennent la santé cardiovasculaire, renforcent le système immunitaire, protège la peau, favorisent la santé des os, améliorent la digestion et bénéficient à la vision grâce à la vitamine A et au bêta-carotène (Hartono et *al*, 2019).

**Chapitre II :**  
Étude botanique et  
agronomique de la tomate

## **1 Classification de la tomate**

### **1.1 Classification botanique**

La tomate a été classée par Linné en 1753 sous le nom de *Solanum lycopersicum*, puis Philip Miller lui attribua en 1754 le nom de *Lycopersicon esculentum*, qui a été retenu (Munroe et Small, 1997).

GAUSSEN et al., (1982), rappellent que la tomate appartient à la Classification suivante :

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** magnoliophyta

**Sous embranchement :** Magnoliophytina

**Classe. :** Magnoliopsida

**Sous classe :** Asteridae

**Ordre. :** Solonales

**Famille :** Solonaceae.

**Genre :** *Solanum* ou *Lycopersicon*

**Espèce :** *Lycopersicon esculentum* Mill.

### **1.2 Classification génétique**

La tomate *lycopresicum esclentum*, cultivée est une espèce diploïde avec  $2n=24$  chromosome (Charles, 2006). Dans les conditions idéales la fleur de la tomate est auto fertile et principalement autogame, mais ce n'est pas le cas pour tous les variétés. Chez certaine elle peut comporter comme une plante allogame (fécondation croisée.) Ces deux types de Fécondation divisent la tomate en deux variétés qui sont (Michaud, 2018).

#### **1.2.1 Les variétés fixées**

Selon (Polese, 2007) il existe plus de cinq cents variétés stabilisées de tomate qui conservent les caractéristiques parentales. Ces variétés, dont les traits génotypiques se transmettent aux générations suivantes, produisent des fruits relativement homogènes. Bien que ces variétés soient sensibles aux maladies, elles offrent généralement des fruits d'une qualité gustative exceptionnelle.

#### **1.2.2 Les variétés hybride**

Les tomates hybrides sont issues d'un croisement entre deux variétés différentes. Ces variétés hybrides sont plus d'un millier, Elles sont relativement récentes, puisqu'elles

n'existent depuis 1960. leur diamètre est plus régulier. Elles sont souvent résistantes à plusieurs maladies ou ravageurs, mais leur goût laisse parfois à désirer (POLESE, 2007).

### **1.3 Classification selon le mode de croissance**

#### **1.3.1 Croissance déterminée**

Les variétés de tomates à port déterminé sont des variétés naines dont la croissance cesse après la production d'un nombre déterminé de grappes de fleurs (Polese, 2007). Elles commencent par une tige unique qui produit une grappe de fleurs, suivie de quelques feuilles, puis elles arrêtent de croître. La croissance végétative se poursuit avec des pousses latérales, mais celles-ci aussi arrêtent de croître lorsque les grappes de fleurs se forment (Simon, 2013). Ces plantes atteignent généralement environ 2 à 4 pieds de hauteur et ne nécessitent ni tuteurage ni taille, ce qui les rend populaires pour la culture commerciale (Shankara et *al.*, 2005).

#### **1.3.2 Croissance indéterminée**

Les variétés de tomates à port indéterminé sont les plus nombreuses et généralement plus productives que les variétés à port déterminé. Ces plantes continuent de croître et de produire des bouquets floraux tant que les conditions sont favorables. Elles développent généralement sept ou huit feuilles avant la formation de la première grappe de fleurs, puis une nouvelle grappe toutes les deux feuilles. Pour optimiser la production, les pousses latérales sont régulièrement éliminées afin de maintenir une seule tige principale, qui est ensuite attachée à un tuteur ou à une ficelle pour la soutenir (Simon, 2013). Ces variétés peuvent atteindre des hauteurs imposantes, souvent dépassant 6 pieds ou plus. (Shankara et *al.*, 2005).



**Figure 2 :** Différences entre les deux types de croissance de la tomate **(A)** plante de tomate à croissance déterminée, suivie du schéma correspondant. **(B)** plante de tomate à croissance indéterminée, suivie du schéma correspondant. (Anonyme, 2015).

## 2 Caractéristique morphologie de la plante de tomate

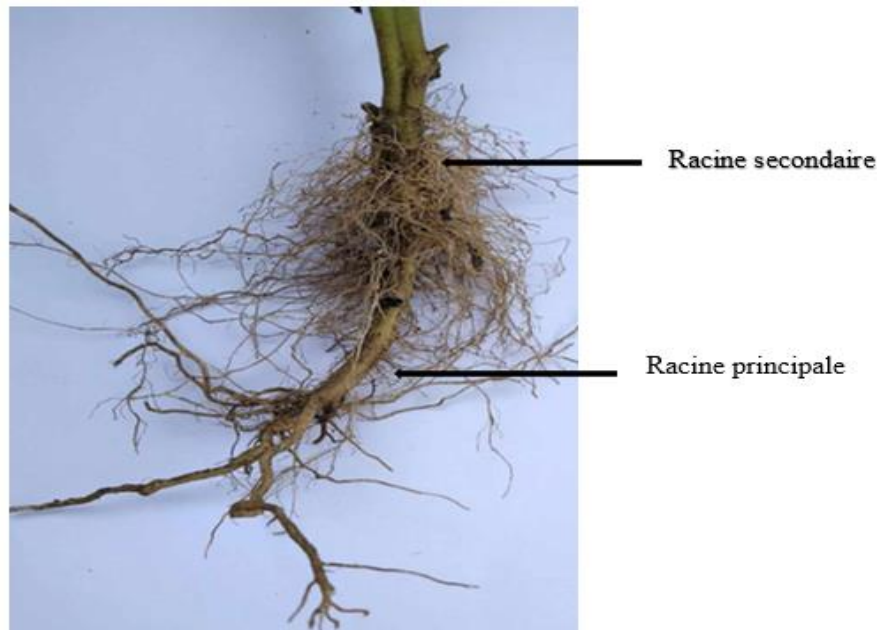
La tomate est une plante annuelle herbacée qui commence avec un port dressé. Cependant chez la plupart des variétés, ce port devient retombant ou semi-retombant au fil de sa croissance (NPCS, 2017).

La hauteur d'un plant de tomates peut varier de 30 centimètres à plus de deux mètres. Les tiges et les feuilles contiennent une huile essentielle qui donne aux plants de tomates leur odeur caractéristique (Michaude, 2018).

### 2.1 L'appareille végétatif

#### 2.1.1 Le système racinaire

La plante de tomate possède un système racinaire pivotant qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm, tandis que la racine principale produit une forte densité de racines secondaires et adventice (Shankara et *al*, 2005). (Fig3)



**Figure3** : Racine de tomate (originale, 2024)

### 2.1.2 La tige

Le port de croissance de la tomate varie entre érigé et prostré. La tige, anguleuse et épaisse, poussé jusqu'à une longueur de 2 à 4 m. Elle est fortement poilue et glandulaire (Shankar et *al.*, 2005) elle devenant progressivement ligneuse au fur et à mesure de la croissance.

Les bourgeons axillaires, donnent naissance à des ramifications successives à l'aisselle des feuilles (michaude, 2018) (Fig4)



**Figure 4** : tige de tomate (originale, 2024)

### 2.1.3 La feuille

Les feuilles du plant de tomate sont composées et velues, avec des folioles ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (Shankara et *al*, 2005). Dans la plupart des variétés, les feuilles sont composées de cinq à sept folioles, qui sont plus ou moins dentelées ou découpées, certaines étant même plissées. Les pétioles, qui supportent les feuilles, ont généralement une longueur de 2,5 à 6,5 cm. La longueur totale des feuilles varie entre 10 et 25 centimètres, mais peut parfois atteindre jusqu'à 50 centimètres. Cette apparence peut varier en fonction des conditions environnementales. (Michaud, 2018). (Fig5)



**Figure 5 :** feuille de tomate (originale,2024)

## 2.2 L'appareille reproducteur

### 2.2.1 Les fleurs

Les fleurs de tomates sont bisexuées, petites (shankare, 2005) a la base de la fleur, on trouve le pédicelle, qui soutient la fleur et l'attache à la tige principale de la plante. Les fleurs possèdent cinq sépales verts formant le calice, qui protègent le bouton floral en développement. Elles ont également cinq pétales fusionnés, de couleur jaune, formant une corolle en forme de trompette (Torres et *al*, 2023)

Les organes reproducteurs de la fleur se divisent en deux groupes : Les organes mâles, appelés étamines, produisent le pollen et se trouvent à l'intérieur des pétales et les organes femelles, regroupés sous le nom de pistil, comprennent le stigmate, le style, et l'ovaire. Le carpelle, où a lieu la fécondation, contient les ovules qui deviendront des graines après la fécondation. (Annette et Grimmer, 2006). (Fig6).

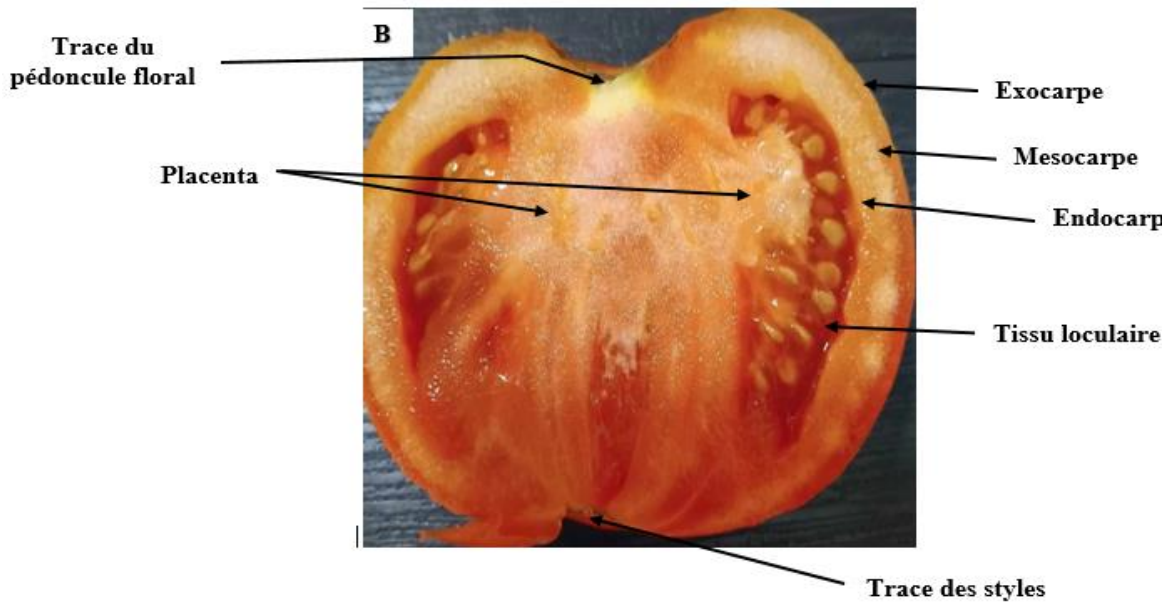


**Figure 6 :** Fleur de tomate (originale, 2024)

### 2.2.2 Le fruit

Le fruit de tomate est la structure végétale comestible d'un ovaire mûr (Annette et Grimmer, 2006). Elle est Baie charnues, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelé (Shankare et *al*, 2005) ils peuvent être de diverses, taille couleurs et formes. Il existe ainsi des fruits blancs, jaunes, orange, ou noirs violacés (Polese, 2007), (fig7) .

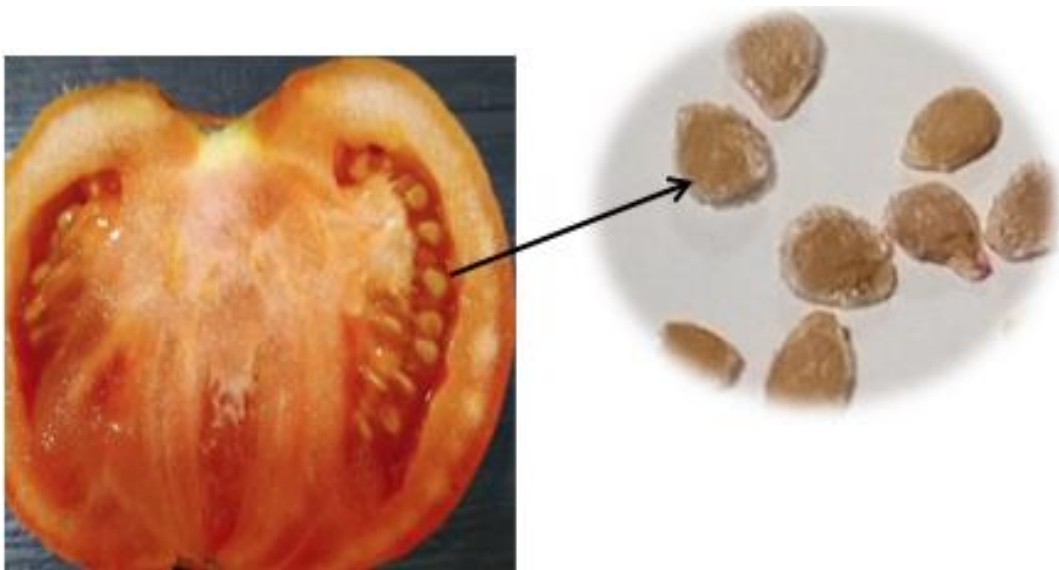




**Figure 7 :** (A) :fruits de tomate ,(B) :Section longitudinale de tomate (originale, 2024)

### 2.2.2 La graine

La graine, appelée pépin, est nombreuse, en forme de rein ou de poire. Elle est poilue et beige (Shankara, 2005). Ces pépins sont entourés d'une sorte de mucilage provenant de la gélification de l'enveloppe de la graine (Polese, 2007). (Fig8)



**Figure 8 :** Grains de tomate (originale, 2024)

### **3. Le cycle biologique de la tomate**

Le cycle complet, de la graine à la graine, est variable selon les variétés, l'époque 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 (Gallais et Bannerot, 1992).

#### **3.1 La germination**

La germination est la phase initiale du cycle de vie d'une plante, au cours de laquelle la graine germe pour se transformer en une jeune pousse capable de croître. Cette phase nécessite des conditions optimales, notamment une température comprise entre 15 et 25 °C, une intensité lumineuse appropriée, ainsi qu'une disponibilité suffisante en eau et en nutriments. La durée de cette phase varie généralement entre 6 et 8 jours. Pendant cette période, la plante concentre son énergie sur la synthèse de nouveaux tissus d'absorption (la racine) et de photosynthèse (les premières feuilles) (Bolanos, 1998).

#### **3.2 La croissance**

La croissance correspond à un changement significatif de la taille, de la masse et du volume de la plante, résultant d'une augmentation irréversible du nombre de cellules et de la biomasse (Jonas, 2021).

Selon Laumonier (1979), la croissance de la plante de tomate se déroule en 2 phases et en 2 milieux différents.

- **En pépinière** : De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines non fonctionnelles et des pré feuilles.
- **En plein champ** : Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuille.

Pendant cette phase, la plante nécessite des conditions similaires en termes de lumière et d'eau, avec des températures optimales comprises entre 26 °C et 32 °C. Une quantité accrue de nutriments est également requise pour le développement des feuilles et des branches. (Herrera, 1998).

#### **3.1 La floraison**

La floraison correspond au développement des boutons floraux, bourgeons particuliers qui donnent naissance aux fleurs. Chez la tomate la floraison est influencée par des facteurs environnementaux comme la longueur du jour, l'intensité lumineuse, et la température de

croissance La période critique pour l'apparition de la première inflorescence se situe entre le 8ème et le 21ème jour après l'expansion des cotylédons (Équipe La main à la pâte, 1998).

L'inflorescence la plus courante est une cymes racémeuse, généralement composée de deux à douze fleurs hermaphrodites. Chez les cultivars à croissance indéterminée, une inflorescence apparaît après chaque trois feuilles. Pour les cultivars à croissance déterminée, l'inflorescence se développe d'abord après chaque trois feuilles, puis après chaque deux feuilles, et enfin après chaque feuille, jusqu'à ce que la croissance s'arrête avec une inflorescence terminale (Guillermo, 2007).

### **3.2 La pollinisation**

La pollinisation est le transport du pollen des organes de reproduction mâles (étamines) vers les organes de reproduction femelles (pistil). Chez les plantes de tomate, les fleurs sont principalement hermaphrodites et auto-fertiles (Hermann, 2020).

L'ouverture complète de la fleur de tomate se produit généralement le matin. Environ 24 heures plus tard, le pollen commence à se libérer des anthères et, en raison de la position inclinée de la fleur, il tombe directement sur la surface du stigmate. Certaines variétés de tomates présentent des fleurs dont le pistil dépasse le tube staminique au moment où il est réceptif. Dans ce cas, du pollen étranger peut se déposer sur le stigmate, ce qui favorise la pollinisation croisée (Maichoude, 2018).

La pollinisation dépend d'agents extérieurs tels que le vent ou les insectes, comme les bourdons, qui provoquent des secousses libérant le pollen des anthères. La libération et la fixation du pollen sont également influencées par des facteurs climatiques. En effet, si la température nocturne est inférieure à 13 °C, la plupart des grains de pollen seront vides. De plus, une faible humidité dessèche les stigmates, rendant difficile le dépôt du pollen (Pesson et Louveaux, 1984).

### **3.3 La nouaison**

La nouaison est l'ensemble de gaméto-genèse, pollinisation, croissance du tube pollinique la fécondation des ovules et le développement des fruits (fructification). La température de nouaison est de 13°C à 15°C. (Rey et Costes, 1965).

### 3.4 La maturation

La maturation des fruits est un mécanisme complexe qui entraîne des modifications de leur coloration (du vert au rouge pour les tomates), de la texture, de la saveur et des arômes (Gilli et., *al.*, 2014).

## 4 Exigence de la tomate

### 4.1 Exigence climatique

La plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Shankara et *al.*, 2005).

#### 4.1.1 La température

La température est le facteur le plus déterminant dans la production de tomates, car elle doit varier entre le jour et la nuit pour un bon développement de la plante. Pour la plupart des variétés, La température idéale de jour est de 25 °C, tandis que celle de nuit devrait être de 17 °C. Lorsque les températures dépassent 30 °C, la production de fruits est affectée, et elle cesse si elles dépassent 35 °C. De plus, les tissus de la plante peuvent être endommagés si la température dépasse 38 °C ou descend en dessous de 10 °C (DAG, 2018).

**Tableau 04 :** Exigences Thermiques Optimales pour les Phases de développement de la tomate

Phase	Température optimum °C
Germination des graines	12°C
Croissance des racines	15 à 18°C
Germination et développement de fruit	25°C

(INRA, 2022)

#### 4.1.2 La lumière :

La lumière est un facteur écologique essentiel pour la tomate, intervenant dans divers processus physiologiques, notamment la photosynthèse. Bien que la tomate soit neutre à la photopériode, elle nécessite une quantité suffisante d'énergie lumineuse pour un bon développement. Elle influence la croissance de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité.

Un manque de lumière peut inhiber l'induction florale et réduire le pourcentage de germination du pollen (MADRPM/DERD, 1999).

Pour une bonne période de végétation de six mois, il faut au moins 1200 heures d'exposition au soleil. Un éclairage de 14 heures par jour est recommandé pour assurer une bonne nouaison. Cependant, il est important de ne pas dépasser une photopériode de 18 heures par jour. (ITCMI, 2017).

#### **4.1.3 L'humidité**

Selon Laumonier (1979), la tomate est très sensible à l'hygrométrie, il semble qu'un taux d'humidité plus ou moins ambiant, de 60% à 65%, soit l'idéal.

L'humidité de l'air joue un rôle important dans la fécondation. Si cette dernière est trop élevée, le pollen est difficilement libéré, cela favorisera également la croissance des moisissures et la pourriture des fruits (Shankara et *al.*, 2005).

## **4.2 Exigence édaphique**

### **4.2.1 Le sol**

La tomate préfère les sols profonds, meubles, bien drainés et fertiles, avec une bonne capacité de rétention d'eau, de préférence sablonneux ou sablo-limoneux. Pour garantir ces conditions, il est important d'ameublir le sol en profondeur. En cas de présence d'une couche imperméable, un labour et un sous-solage sont recommandés pour faciliter le drainage et améliorer la structure du sol (ONCA, 2015).

### **4.2.2 Ph de sol**

Un PH de 6.5\_7.0 est préféré bien que les plantes de tomate fassent bien dans des soles plus acides avec un apport nutritif en proportions équilibrées (Si Bennasseur, 2005).

Les Sols à pH basique (pH>7), certains microéléments restent peu disponibles à la plante (Fe, Mn, Zn, Cu). Dans ce cas, une correction ferrique par un apport d'engrais foliaire ou en fertigation est nécessaire (MADRPM/DERD,1999).

### **4.2.3 La salinité**

La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité des cultures. Ce facteur réduit la production de tomate et amélioré la qualité nutritionnelle de ces Fruits en augmentant notamment ses teneurs en vitamines et en lycopène. Pour un développement optimal, la tomate préfère un sol avec une salinité comprise entre 1 et 2 mS/cm. (Eliane et *al.*, 2021)

### 4.3 Exigence nutritionnelle

#### 4.3.1 Besoin hydrique

L'eau est un facteur limitant que ce soit par excès ou par manque. 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 (DAG, 2018). Par ailleurs,

#### 4.3.2 La fertilisation

La culture de la tomate présente des exigences spécifiques en matière de fertilisation nécessitant un apport équilibré de nutriments pour garantir un développement optimal et un bon rendement. La tomate exige des éléments fertilisants tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et Oligo-éléments (Diallo et al., 2018).

**Tableau 05** : Rôles essentiels et périodes critiques des nutriments pour la tomate.

Élément	Importance temporelle et rôle fonctionnel
Azote	Essentiel pendant la croissance végétative pour le développement des feuilles et des tiges
Phosphore	Important au début de la culture pour le développement des racines
Potassium	Crucial pendant la fructification pour améliorer la qualité et la quantité des fruits
Calcium	Nécessaire lors de la formation des fruits pour soutenir la santé des feuilles et prévenir les troubles physiologiques
Magnésium	Important tout au long de la croissance pour la photosynthèse et la gestion des nutriments.
Oligo-éléments	Essentiels à divers stades de croissance pour prévenir les carences et soutenir les fonctions métaboliques essentielles

## **5 Fiche technique de la culture de tomate**

### **5.1 Choix variétal**

Le choix variétal dans la culture de la tomate doit d'abord tenir compte des variétés adaptées au climat de la région. En outre, il est essentiel de privilégier des variétés présentant des résistances ou tolérances aux maladies spécifiques à la zone de culture. (DAG, 2018).

### **5.2 Choix du terrain**

D'après la Chambre d'Agriculture de Martinique (2014), la culture de tomate nécessite un sol meuble, profond, bien drainé, riche en matières organiques et en éléments nutritifs. Le sol doit aussi avoir une bonne capacité de rétention d'eau pour assurer une croissance optimale des plants.

### **5.3 Préparation de la parcelle**

Le désherbage et le labour sont des étapes essentielles dans la préparation du sol pour la culture des tomates. Le désherbage mécanique permet d'éliminer efficacement les mauvaises herbes avant la plantation, tandis que le labour à une profondeur de 25 à 30 cm aide à aérer le sol et à le préparer pour une meilleure croissance des plantes. En parallèle, l'épandage de la fumure organique et de la fumure minérale de fond enrichit le sol en nutriments essentiels. Ces pratiques assurent un sol bien structuré, favorisant le développement racinaire et réduisant la concurrence des mauvaises herbes pendant la culture (DAG, 2018).

### **5.4 Semis en pépinière**

La production en pépinière permet d'économiser les semences. Trois types de culture sont possibles selon les saisons :

- **Saison** : Semis de février à avril, plantation à partir du 15 mars.
- **Arrière-saison** : Semis en juillet-août, plantation de mi-juillet à mi-août.
- **Primeur** : Semis d'octobre à janvier, plantation en serre de novembre à décembre (ITCMI, 2022).

### **5.5 La Plantation**

La mise en pleine terre des plants doit être réalisée en fonction des conditions du milieu, nécessitant une bonne connaissance du climat de la région et de la nature du sol (Laumonier, 1997).

Les plants doivent être espacés de 50 cm entre les collines et insérés dans le sol à une profondeur de 3 à 5 cm, selon la longueur de la tige. La densité de plantation recommandée est de 20 000 à 25 000 plants par hectare, avec des distances de 1 à 1,20 m entre les rangs et de 0,35 à 0,45 m entre les plants, de plus, les plants doivent avoir entre 5 et 6 feuilles au moment de la transplantation (ITCMI, 2022).

**Tableau 06 :** Dates de plantation selon les zones géographiques et les saisons

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

(ITMCI, 2015)

### 5.6 L'irrigation :

Les apports en eau pour la culture de la tomate se situent entre 4000 et 5000 m<sup>3</sup>/ha. L'irrigation doit être ajustée selon les différentes phases de développement, avec une augmentation progressive des quantités d'eau en fonction de la croissance de la plante.

- **De la plantation à la première floraison** : pendant cette phase de croissance lente, la demande en eau est faible.

- **De la floraison à la maturation** : cette période correspond à une croissance rapide, avec une augmentation significative des besoins en eau.

- **En fin de récolte** : au stade de vieillissement, les besoins en eau diminuent

(ITCMI, 2017).

### 5.7 La fertilisation :

Dans la production de tomates, c'est le facteur le plus important qui détermine le taux de réussite d'une culture, Avec de bonnes pratiques de gestion (ITCMI, 2018)

- Fumure organique : 30 à 40 t / 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<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> apport : 60 unités de N (avant nouaison)

50 Unités de K

3<sup>ème</sup> au 5<sup>ème</sup> apport : 20 unités de N (fructification)

60 unités de K

## **5.8 Entretien de la culture**

### **5.8.1 Désherbage**

Selon Shankara (2005), Les mauvaises herbes qui poussent entre les plants de tomate font concurrence à l'égard de la lumière, de l'eau et des éléments nutritifs, ce sont aussi un abri pour les microorganismes qui causent de nombreuses maladies. C'est pourquoi, un désherbage manuel est très important afin de lutter contre ces mauvaises herbes.

### **5.8.2 La taille**

La taille est une pratique nécessaire pour les variétés indéterminées. Elle consiste à éliminer les pousses latérales (l'ébourgeonnage), les feuilles (l'effeuillage) les fleurs supplémentaires, et les fruits malades, cette méthode permet d'obtenir une maturité précoce des fruits tout en favorisant leur taille et leur uniformité. De plus, la taille améliore l'interception de la lumière ainsi que la circulation de l'air, ce qui est bénéfique pour la croissance des plants. Pour prévenir la propagation de maladies, il est essentiel de stériliser les lames de taille avant utilisation. (Terry, 2023).

### **5.8.3 Tuteurage**

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. (DAG, 2018).

### **5.8.4 Binage**

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

**5.8.5 Buttage**

Cette opération consiste à relever la terre au niveau du collet. Effectuer un ou plusieurs passages avant le début floraison, afin de favoriser l'émission de nouvelles racines. (MADRPM /DERD, 1999)

**6 La récolte**

La récolte des tomates commence généralement 2 à 4 mois après le repiquage, selon les conditions de culture. Sa durée moyenne est d'environ 1 mois, mais elle peut être réduite à 2 semaines en cas de forte pression sanitaire ou, au contraire, prolongée à plus de 2 mois dans de bonnes conditions. La récolte se fait tous les 2 à 3 jours (DAG, 2018).

## 7 Maladies et ravageurs de la tomate

La production de la tomate rencontre plusieurs obstacles, notamment les maladies causées par des facteurs biotiques et des facteurs abiotique (Assiata *et al.*, 2023). Pour cela on distingue deux types généraux des maladies parasitaire et non parasitaire (Raymon, 1961).

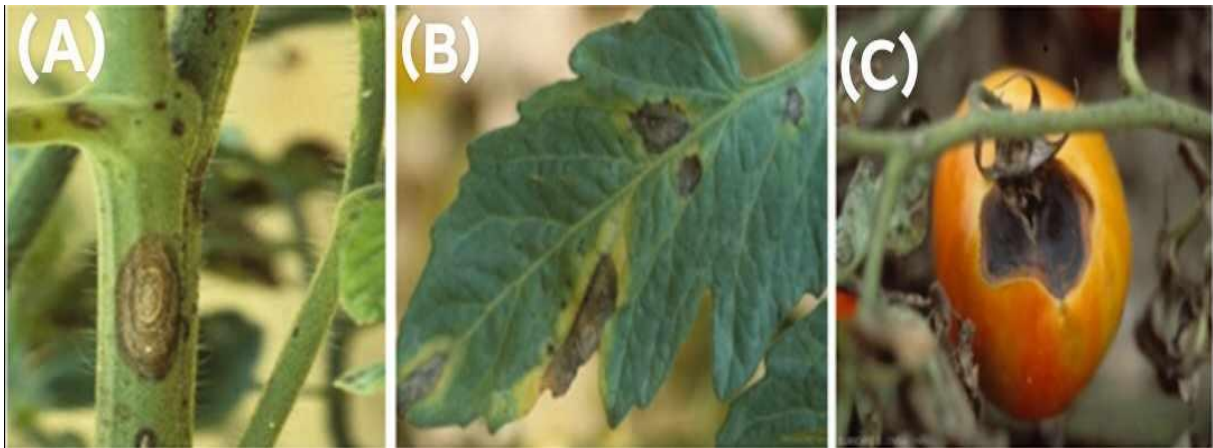
### 7.1 Les maladies parasitaires

Les maladies parasitaires sont provoquées par des facteurs biotiques, principalement des bactéries, des champignons et des virus. Ces agents pathogènes pénètrent dans les plantes par des blessures, des ouvertures naturelles ou directement à travers l'épiderme. Ainsi, les pucerons et d'autres insectes facilitent la transmission de ces pathogènes. De plus, des pratiques telles que la manipulation, la taille ou le contact entre plantes malades et saines contribuent également à la propagation des maladies parasitaires. Le groupe des maladies parasitaires inclut la plupart des maladies courantes et graves de la tomate (Raymon, 1961).

#### 7.1.1 Les maladies fongiques

##### ➤ Alternariose (Early Blight)

L'Alternariose causée par les champignons *Alternaria tomatophila* et *Alternaria solani*, se manifeste par l'apparition de taches brunes à noires, circulaires ou ovales, sur les feuilles et les tiges de la tomate. Ces symptômes peuvent s'étendre, entraînant le dessèchement complet du feuillage. Les fruits affectés développent des taches recouvertes d'un feutrage (poudre noir) (Blancarrd, 2009).

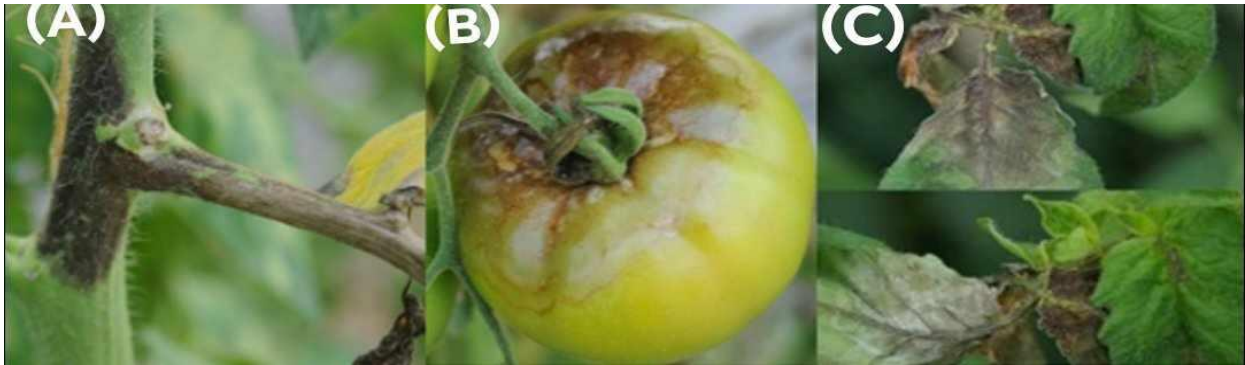


**Figure 9** : symptômes de l'Alternariose sur la tomate : (A) tige, (B) feuille, (C) fruit (INRA, 2022).

➤ **Mildiou**

Le mildiou des tomates est causé par le *Phytophthora infestans*, attaque l'ensemble des parties aériennes de la plante. Il se manifeste par l'apparition de taches brunâtre sur les fruits et les feuilles, et accompagnées d'un duvet blanc grisâtre sur la face inférieure des feuilles. Les tiges noircissent lorsqu'elles sont touchées, et la plante peut mourir en quelques jours.

L'humidité excessive est le principal facteur favorisant le développement de cette maladie, créant des conditions idéales pour sa propagation rapide (Richard, et Boivin, 1994)



**Figure 10** : symptômes de mildiou sur la tomate : (A) sur la tige, (B) sur le fruit, (C) sur les feuilles (INRA, 2023).

➤ **Botrytis**

Cette maladie, causée par le champignon *Botrytis cinerea*, se développe principalement sur les plaies d'effeuillage.

Les premiers symptômes apparaissent 48 heures après la germination, sous forme de lésions brunâtres humides qui évoluent rapidement en nécroses de couleur beige à brunâtre. Ces lésions, souvent en forme de flamme, débutent à l'extrémité du limbe et s'étendent sur les folioles, parfois entourées d'un liseré jaune. Le champignon peut également coloniser la tige après avoir envahi les folioles. Sur les fruits, des lésions nécrotiques se forment, accompagnées d'une moisissure grise (Blancard, 2009).



**Figure 11** : Symptômes de botrytis sur la tomate : (A) sur le fruit, (B) sur la feuille, (C) sur la tige (INRA, 2013).

➤ **Oïdium**

L'oïdium est causé par *Leveillula taurica*, provoque des taches vert pâle sur les feuilles inférieures de la tomate, qui jaunissent puis se nécrosent. Un léger duvet blanc apparaît sous les feuilles, accompagnant des altérations brunes. La tige, les pétioles et les fruits ne montrent aucun signe de la maladie. Le champignon se développe à 25 °C et avec une humidité de 70 à 80 %, mais l'eau liquide semble freiner sa progression (Blancard et *al.*, 2009).



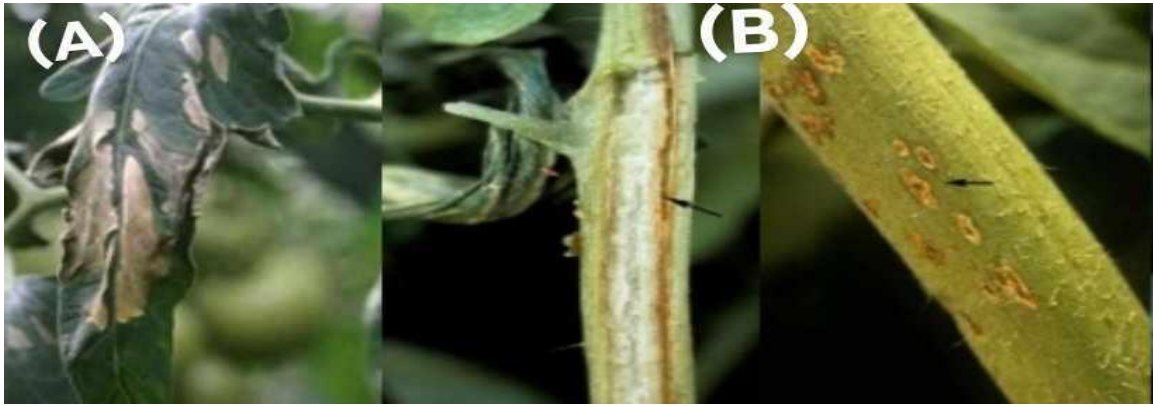
**Figure 12** : Symptômes de L'Oïdium sur la feuille de tomate (INRA, 2016)

### 7.1.2 Les maladies bactériennes

➤ **Flétrissement bactérien**

La maladie provoquée par *Ralstonia solanacearum* se manifeste d'abord par le flétrissement des feuilles terminales. Après 2 à 3 jours, un flétrissement soudain et permanent se produit sans jaunissement. Des racines adventives peuvent se former sur les tiges principales. Lorsque la plante se fane complètement, la moelle (au centre de la tige) et le cortex (la peau de la tige) brunissent également à la base du pied (Shankara, 2005).

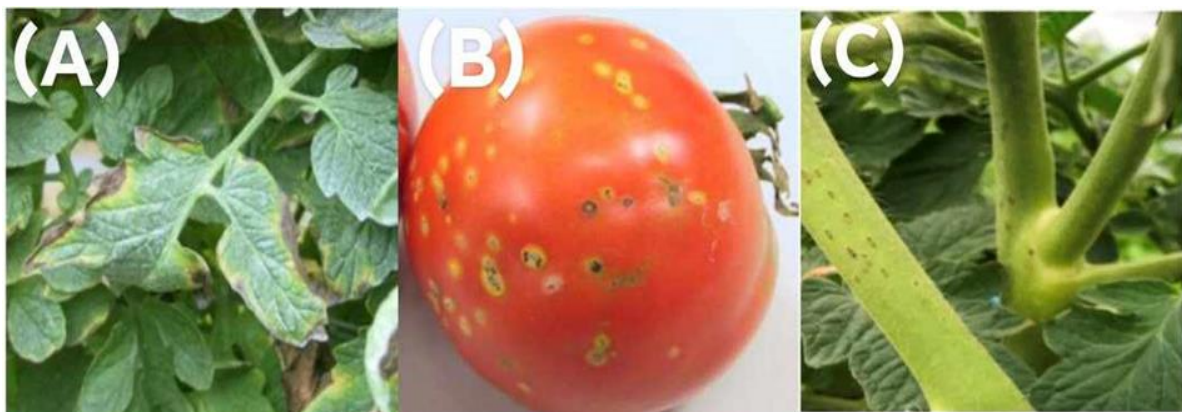
L'infection et la progression de la maladie sont favorisées par des températures élevées (optimum de 30 à 35°C) et une humidité élevée (Richard et Boivin, 1994).



**Figure 13 :** Symptômes de flétrissement bactérien sur la tomate (A) sur la feuille, (B) sur la tige tomate (INRA, 2021)

➤ **Le chancre bactérien**

Le chancre bactérien, causé par *Clavibacter michiganensis*, se caractérise par plusieurs symptômes distincts. Les feuilles présentent des bords noirs, parfois entourés d'une zone jaunâtre. À mesure que la maladie progresse, les feuilles brunissent, se dessèchent, et la plante peut dépérir. Sur Les tiges infectées une coloration brun pâle aux nœuds, qui devient progressivement brun rougeâtre, avec des stries claires à l'extérieur qui s'assombrissent et se transforment en chancres. Sur les fruits, des taches en relief, blanches avec un centre brun sombre, de 3 à 4 mm de diamètre, apparaissent, rappelant un œil d'oiseau. Les sépales peuvent également être affectés. (RAP, 2021).



**Figure 14 :** Symptômes de chancre bactérien(A) sur la feuille (B) sur le fruit, (C) sur la tige (RAP, 2021)

➤ **Moucheture bactérienne**

La moucheture bactérienne, causée par *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, se manifeste par des petits points noirs d'environ 2 à 3 mm de diamètre, entourés d'une auréole jaune, sont présents sur les feuilles. Souvent, une ligne brune irrégulière est visible en bordure des feuilles. Les lésions foliaires peuvent s'étendre et fusionner en grandes zones. Des lésions similaires, mais plus allongées, apparaissent également sur la tige, les pétioles et les pédoncules. Les jeunes fruits verts, de moins de 3 cm de diamètre, sont particulièrement sensibles à la maladie qui se manifeste taches noires, mesurant moins de 1 à 3 mm.



**Figure 15** : Symptômes de moucheture bactérienne sur la tomate (A) sur la tige, (B) sur le fruit et (C), sur la feuille (INRA, 2021)

### 7.1.3 Les maladies virales

➤ **TYLCV**

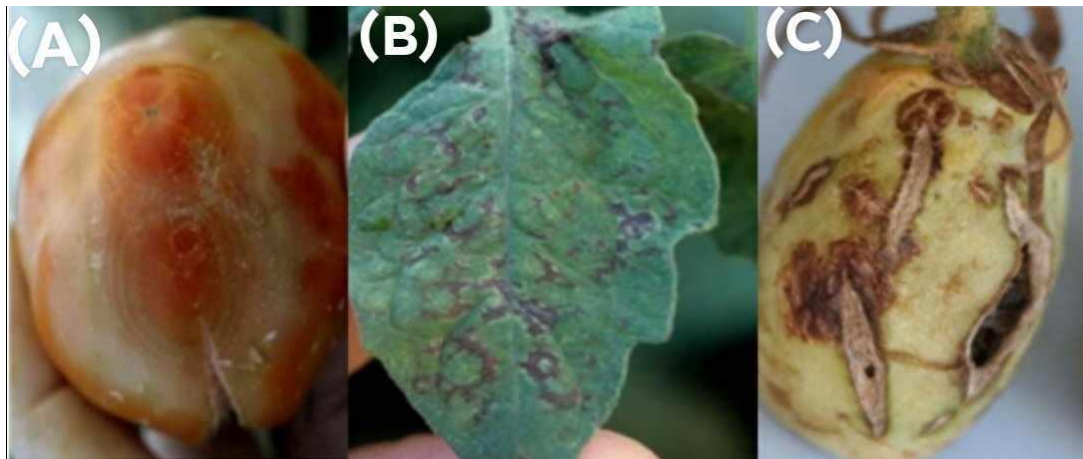
Le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate, provoque plusieurs symptômes caractéristiques chez les plantes affectées. Les folioles deviennent de taille réduite et prennent une forme incurvée en cuillère. Elles finissent par s'enrouler et jaunir progressivement, un jaunissement qui peut se généraliser à l'ensemble du feuillage touché. (Blancard.,2009)



**Figure16** : Symptômes de TYLCV sur la plante de tomate (INRA, 2021).

➤ **TSWV**

Le virus des taches bronzées de la tomate (TSWV) provoque l'apparition de taches et d'anneaux chlorotiques à bruns qui se nécrosent progressivement sur les folioles, accompagnés parfois de plages rougeâtres à brunes. Les feuilles peuvent devenir mosaïquées, chlorotiques, et bronzer progressivement avant de se nécroser. Des lésions allongées brunes (streaks) peuvent apparaître sur les pétioles et la tige, dont l'extrémité se courbe parfois. Les fruits sont partiellement couverts de larges taches, anneaux et arabesques, et peuvent présenter des zones décolorées, bronzées et plus ou moins déformées. (Blancard, 2009)



**Figure 17** : Symptômes de TSWV sur de tomate (A)et (c) sur le fruit, (B)sur la feuille (INRA ,2021).

➤ **ToCV**

Virus de la chlorose de la tomate (ToCV), provoque des symptômes tels que la chlorose localisée sur les feuilles basses et intermédiaires, avec des taches chlorotiques irrégulières entre les nervures. Ces taches s'étendent progressivement, et des altérations rougeâtres à brunes peuvent apparaître sur le limbe jauni. Le jaunissement des feuilles supérieures peut suggérer un problème nutritionnel. Certaines plantes développent une chlorose internervaire prononcée, les nervures restant vertes, et finissent par vieillir prématurément, avec des feuilles devenant épaisses, cassantes, s'enroulant et séchant. (Blancard, 2009).



**Figure 18** : Symptômes de TOCV sur les feuilles des de tomate (INRA, 2023).

## **7.2 Les maladies non parasitaires**

Les maladies non parasitaires sont causées par des conditions environnementales défavorables, telles qu'une humidité excessive ou une sécheresse, des températures extrêmes et un manque ou un excès de certains éléments minéraux dans le sol (Raymon, 1961).

➤ **Les brûlures solaires**

Les brûlures solaires se manifestent par des taches blanchâtres et ridées sur les fruits exposés directement au soleil, surtout en période de forte chaleur. (INRA, 2021).



**Figure 19** : Effets des brûlures solaires sur le fruit de tomate (INRA, 2021)

➤ **Les microfissures de fruit**

Les microfissures des fruits, souvent causées par un stress tel qu'une phytotoxicité ou un accident climatique, se manifestent par des fentes concentriques et un épiderme grisâtre. Ces fissures, qui apparaissent en plein champ ou sous abri, sont irréversibles. Elles résultent de l'application inappropriée de pesticides ou de conditions défavorables. Des symptômes similaires incluent le "fruit russetting" causé par l'humidité pendant des périodes froides, révé après des pluies suivant une sécheresse. (INRA, 2021)



**Figure 20** : Symptômes des microfissures sur le fruit tomate (INRA, 2021).

➤ **La marbrure de la tomate**

La marbrure de la tomate affecte principalement les fruits demi mûrs et fermes, surtout en serre ou sous tunnel. Les symptômes incluent un mûrissement inégal avec des zones vertes à jaunes sur l'épiderme des fruits. La zone pédonculaire est généralement touchée en premier. Les fruits mûrs conservent ces zones anormales et présentent une texture plus dure dans les zones affectées. En coupant le fruit, on observe un brunissement du système vasculaire dans les zones vertes et une coloration inégale des tissus. (Richard et Boivin, 1994).



**Figure 21** : Symptômes de la marbrure de la tomate sur le fruit (Richard et Boivin, 1994).

### 7.3 Les ravageurs de la tomate

➤ **Cochenilles**

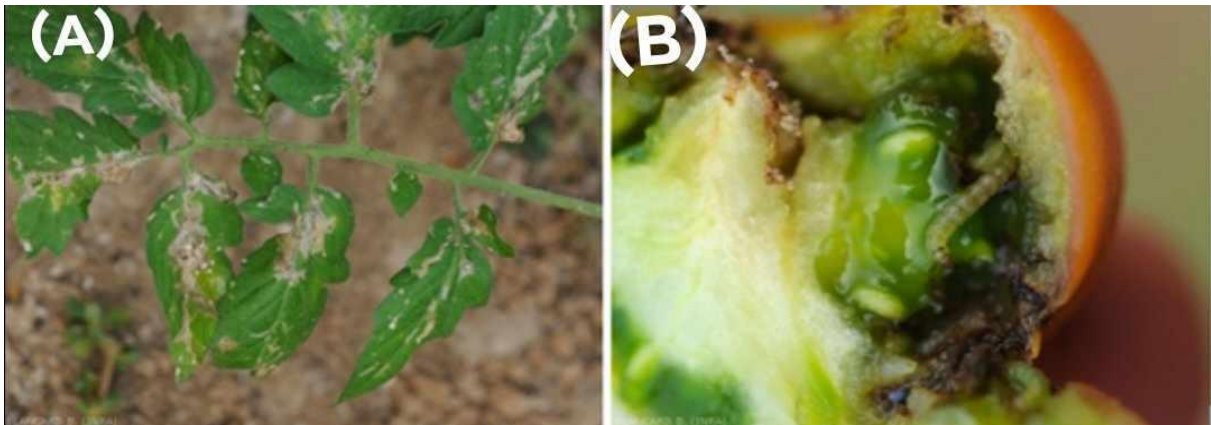
Les cochenilles, insectes piqueurs-suceurs, affectent particulièrement la tomate, notamment les cochenilles farineuses de la famille des *Pseudococcidés*. Leur infestation provoque une réduction de la croissance des plantes, avec des piqûres et sections visibles sur les tiges. La présence de miellat, souvent suivie de fumagine, est fréquente. Les feuilles montrent des signes de jaunissement et diverses altérations. (INRA, 2023).



**Figure 22** : symptômes de la cochenille sur la plante de tomate (INRA, 2023).

➤ **Mineuse de la tomate**

Les larves de *T. absoluta* creuses des mines et des galeries sur les organes aériens de la tomate. Les feuilles présentent des mines, des taches blanchâtres irrégulières devenant progressivement brunes et nécrotiques. Seuls les tissus du mésophylle sont affectés, l'épiderme reste intact. Les feuilles fortement parasitées peuvent se nécroser entièrement. Les fruits verts, comme les fruits mûrs, sont parasités ; ils sont plus ou moins parsemés de galeries et de trous de sortie. Ces derniers permettent parfois à des envahisseurs secondaires de provoquer diverses pourritures, ceci en cours de cultures et durant leur conservation. Des galeries peuvent apparaître sur les jeunes tiges perturbant le développement des plantes. Des excréments noirs sont visibles çà-et-là sur les organes affectés (INRA, 2023).



**Figure 23** : Effets de *Tuta absoluta* sur la tomate (A) sur feuilles (B) sur le fruit (INRA, 2023).

➤ **Nématodes**

Les nématodes à galles, notamment *Meloidogyne javanica* et *Meloidogyne incognita*, sont des parasites du sol qui provoquent divers symptômes néfastes sur les plantes. Leur présence se manifeste par un flétrissement et un jaunissement des feuilles, conséquence d'une perturbation des fonctions racinaires. De plus, ces nématodes entraînent une croissance végétale retardée dans les zones infestées, altérant la vigueur générale des plants.

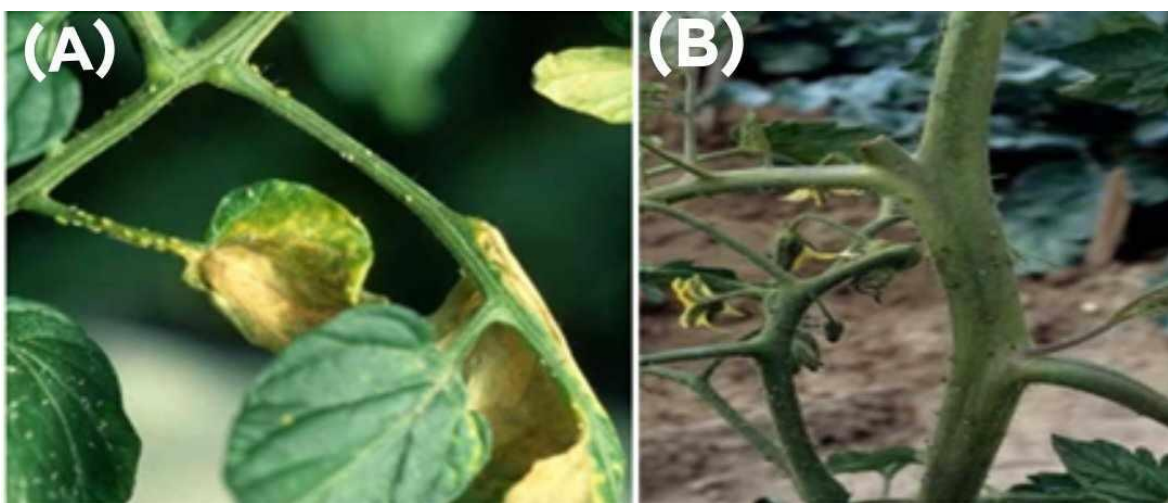
Les effets néfastes se traduisent également par une réduction significative de la floraison et de la fructification, compromettant ainsi le rendement des cultures. Les galles, ou excroissances anormales, apparaissent au niveau des racines, soulignant la gravité de l'infestation et la nécessité de mesures de contrôle appropriées (INRA, 2021).



**Figure 24 :** Effets des nématodes sur les racines. (INRA, 2021)

### ➤ Pucerons

Plusieurs espèces de pucerons peuvent coloniser les jeunes folioles de tomate, provoquant divers symptômes. Ces pucerons forment des colonies à la face inférieure des feuilles et souvent autour des fleurs, particulièrement par temps chaud et sec, ils transmettent de nombreux virus dévastateurs pour les cultures. Les pucerons entraînent des ponctuations chlorotiques, des déformations sur les jeunes feuilles et une réduction de la croissance des nouvelles pousses. Leur présence est marquée par des mues blanches et du miellat sur les organes aériens, ce qui favorise le développement de la fumagine, un champignon noir qui réduit la photosynthèse et souille les fruits, impactant ainsi la qualité et le rendement des cultures (IBGE, 2014)



**Figure 25 :** Symptômes des attaques de pucerons sur la tomate : (A) Feuilles, (B) Tige (INRA, 2023).



**Chapitre III :**  
Les sous-produits  
agricoles

## **1 Les sous-produits agricoles**

### **1.1 Définition**

Les sous-produits agricoles sont des résidus issus de la production agricole et de l'industrie agro-alimentaire, qui peuvent être valorisés pour diverses utilisations, notamment dans une agriculture circulaire et durable, réduisant les déchets tout en améliorant les performances agricoles et environnementales. (Christian, 1998).

### **1.2 Le grignon d'Olive**

Le grignon d'olive est un sous-produit issu de l'extraction de l'huile d'olive. Il se compose de la matière sèche de l'olive, comprenant de la pulpe, de la peau et des morceaux de noyau. Ce tourteau végétal contient également de l'eau de végétation, appelée margine ( Bardoulat, 2005).

#### **1.2.1 Composition physique de grignon d'olive**

Les grignons d'olive se composent principalement de deux éléments. La première partie est le résidu solide de la chair de l'olive, qu'on appelle la pulpe, et qui représente environ 40 % du poids total. La seconde partie est constituée du noyau, ou coque, qui forme les 60 % restants. Ces pourcentages sont donnés à titre indicatif, car ils peuvent varier en fonction de la méthode utilisée pour séparer la pulpe et l'huile. Les techniques courantes sont la pression, utilisée dans les systèmes traditionnels, ou la centrifugation, utilisée dans les systèmes plus modernes et continus (Sebban et *al*,2004).

#### **1.2.2 Compositions chimiques de grignon d'olive**

Les grignons d'olive, sous-produits de la production d'huile d'olive, ont une composition chimique variable influencée par le stade de maturité des olives et les procédés d'extraction. Ils contiennent différentes parties de l'olive (épicarpe, mésocarpe, endocarpe, amandon), chacune ayant une composition distincte. Leur faible teneur en cendres (3 à 5 %) peut augmenter si les olives ne sont pas lavées. Les matières azotées représentent environ 10 %, mais sont difficilement utilisables par les animaux. Les matières grasses varient de 3 à 4 % après extraction, tandis que la cellulose brute est élevée (32 à 47 %), accompagnée d'une forte proportion de lignine, une fibre indigestible atteignant jusqu'à 30 %. (Nefzaoui, 1991).

**1.2.3 Types de grignon d'olive**

Selon le procédé d'extraction et l'équipement des huileries, il est possible de distinguer trois types de grignons :

- Les grignons bruts issus des huileries utilisant le système traditionnel de presses hydrauliques et les scourtins
- Les grignons épuisés obtenus après traitement des grignons bruts aux solvants pour l'obtention d'huile utilisée en savonnerie
- Les grignons issus des huileries modernes utilisant le procédé d'extraction en chaîne continue ou super presses ( Chaabane et *al*,1997)
- 

**1.2.4 La dégradabilité de grignon d'olive**

La dégradabilité des grignons d'olive dans le sol est un processus lent en raison de leur haute teneur en lignocellulose. Lorsqu'ils sont incorporés dans le sol, ces résidus se décomposent progressivement grâce à l'activité des microorganismes du sol. En raison de leur structure complexe, les grignons se dégradent plus lentement que d'autres types de matière organique. Cette dégradation progressive enrichit le sol en matière organique, améliore sa structure et augmente sa capacité de rétention d'eau. Toutefois, la dégradabilité des grignons peut varier en fonction des conditions du sol, comme la température et l'humidité, ainsi que de la taille des particules des grignons. (Nefzaoui, 1991)

**1.2.5 Valorisation de grignon d'olive dans les terres agricoles et les cultures**

Les grignons d'olive, résidus issus de l'extraction de l'huile d'olive, peuvent être valorisés de plusieurs manières dans les terres agricoles et les cultures. Principalement, ils sont utilisés pour le compostage, où ils sont mélangés avec d'autres déchets pour créer un amendement organique enrichissant le sol en matière organique et en nutriments. Les grignons peuvent également être appliqués directement comme amendement pour améliorer la structure et la fertilité du sol. En tant que paillage, ils aident à conserver l'humidité du sol et à réduire les mauvaises herbes. De plus, les grignons peuvent être utilisés dans des techniques de biosorption pour aider à la décontamination des sols pollués. Ces méthodes permettent non seulement de recycler les résidus de l'industrie oléicole, mais aussi d'enrichir et de protéger les sols agricoles, contribuant ainsi à une gestion durable des terres. (S. Roussas et al. 2009.).

**1.3 Marc de café****1.3.1 Définition de marc de café**

Le marc du café est considéré comme un déchet solide généré par les consommateurs de café moulu. (Haddoudi et *al.*, 2014).

Ce résidu est obtenu lors de la percolation de la poudre des grains de café, après avoir subi une mouture et une extraction à l'eau bouillante ou à la vapeur d'eau. (Barghout., 2019).

**1.3.2 Composition physique de marc de café**

Le marc de café, avec un taux d'humidité élevé variant entre 55 et 80 %, favorise la croissance microbienne, ce qui rend nécessaires des stratégies de conservation optimales pour garantir une matière de qualité. Ces stratégies peuvent engendrer des coûts économiques supplémentaires liés au transport. Mais augmente avec le taux d'humidité, car l'adhésion entre les grains forme des agglomérats plus grands. Le diamètre des grains de marc séché varie entre 50 et 100  $\mu\text{m}$ , mais augmente avec l'humidité, formant des agglomérats plus grands. (Cruz et *al.*, 2012).

**1.3.3 Composition chimique de Mar de café**

Le marc de café est composé principalement de lignocellulose, un matériau fibreux structurant les cellules végétales. Il contient environ 40 % de cellulose, 25 % d'hémicellulose et 20 % de lignine. Contrairement à d'autres biomasses, le marc de café présente une teneur en hémicellulose plus élevée, entre 35 et 40 %. Il est aussi riche en polyphénols, notamment en acides chlorogéniques, qui ont des propriétés antioxydantes. Bien que la fraction oléagineuse du marc de café soit modeste, avec 10 à 16 % de lipides, elle reste précieuse pour la production d'huile de café, valorisée pour son usage commercial. (Alexandre, 2023).

**1.3.4 Valorisation de marc de café sur les terres agricoles et les cultures**

Le marc de café usagé peut être valorisé de différentes manières dans les terres agricoles et les cultures, offrant des avantages écologiques et agronomiques. Utilisé comme compost, il agit comme un excellent apport d'azote, contribuant à décomposer les matières organiques brunes et enrichissant le sol en nutriments essentiels tels que le phosphore, le magnésium et le potassium. Ce compost améliore la fertilité du sol tout en maintenant une structure aérée et propice à la rétention d'eau. Le marc de café peut également être intégré dans des bacs à vers, où il sert de nourriture riche pour les lombrics, qui produisent des excréments bénéfiques pour le sol. En tant qu'engrais à application latérale, le marc de café

fournit un rapport carbone/azote équilibré, idéal pour nourrir les plantes comme les tomates, les carottes et la laitue. En l'utilisant comme paillis, il aide à protéger les grandes parcelles agricoles contre l'érosion tout en ajoutant des nutriments au sol. Enfin, le marc peut être incorporé directement dans la terre pour améliorer sa texture et sa structure, ou utilisé sous forme de pulvérisation foliaire pour apporter des nutriments directement aux feuilles, favorisant ainsi une croissance saine des cultures.

**Deuxième partie :**

Étude expérimentale

# **Chapitre IV :**

## **Matériels et Méthodes**

## 1 But de l'essai

L'essai à porter sur l'étude comparative de l'influence de deux sous-produit agricole marc de café et Grigioni d'Olive sur le développement de la tomate variété fixe (Marmande) cultiver en plein champs.

## 2 Conditions expérimentales

### 2.1 Situation géographique

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

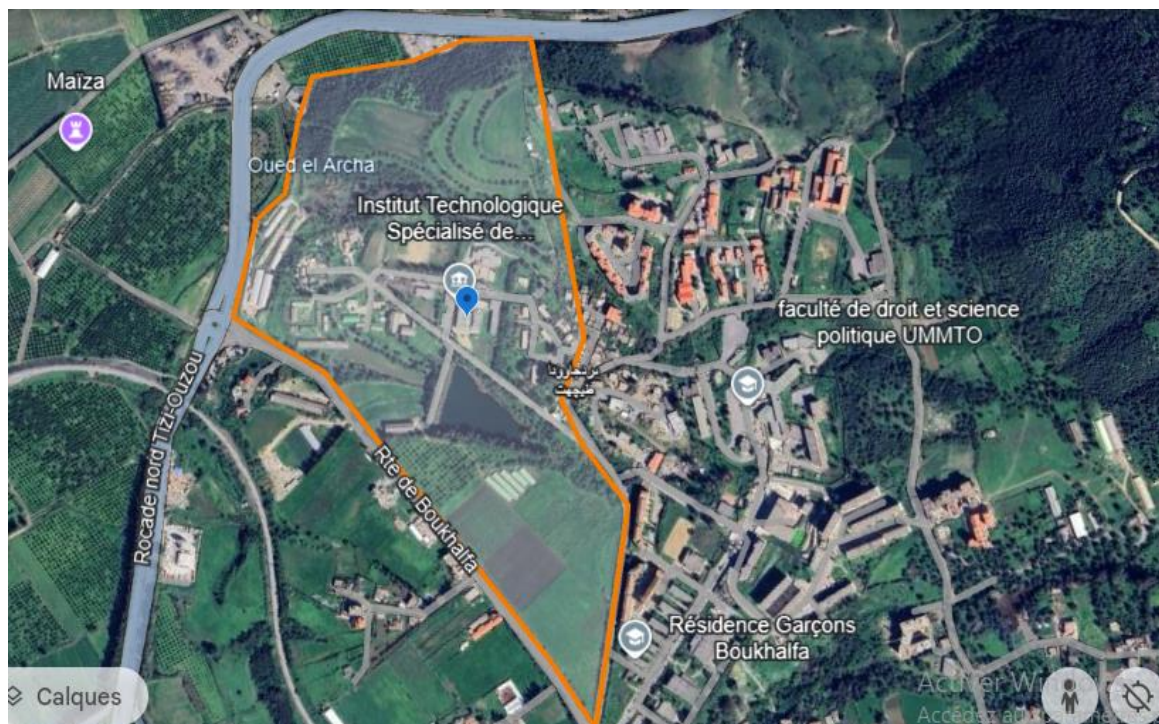
Le site expérimental est délimité comme suit :

Au nord : par la route menant vers Tizirt.

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 26 :** Localisation par satellite de L'TMAS de Boukhelfa (Google Earth, 2024).

2.2 Données climatiques et édaphique de la région

2.2.1 Température

Durant la campagne agricole 2023 /2024 les températures maximales les plus élevées sont enregistrées en juillet (43,5°C) et en août (45,1°C). Les températures minimales sont enregistrées durant le mois de Janvier (5,0°C).

Tableau 07 : Température moyennes mensuelles durant le cycle de la tomate.

Mois	Jan	Fèv	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
T°Max (C°)	26,6	24,3	30,2	35,1	36,9	41,7	43,5	45,1
T°min (C°)	5,0	5,1	4,4	7,1	8,8	15,4	17,7	19,1
T°moy (C°)	13,9	14,4	17,0	17,3	21,4	26,0	29,8	30,7

(Station Météo Tizi Ouzou, 2024)

2.2.2 Pluviométrie

Durant la campagne agricole 2023 /2024 il y a une irrégularité et une faiblesse des précipitations ayant compromis la production de tomate.

Tableau 08 : Pluviométrie mensuelle enregistrée durant le cycle de la plante.

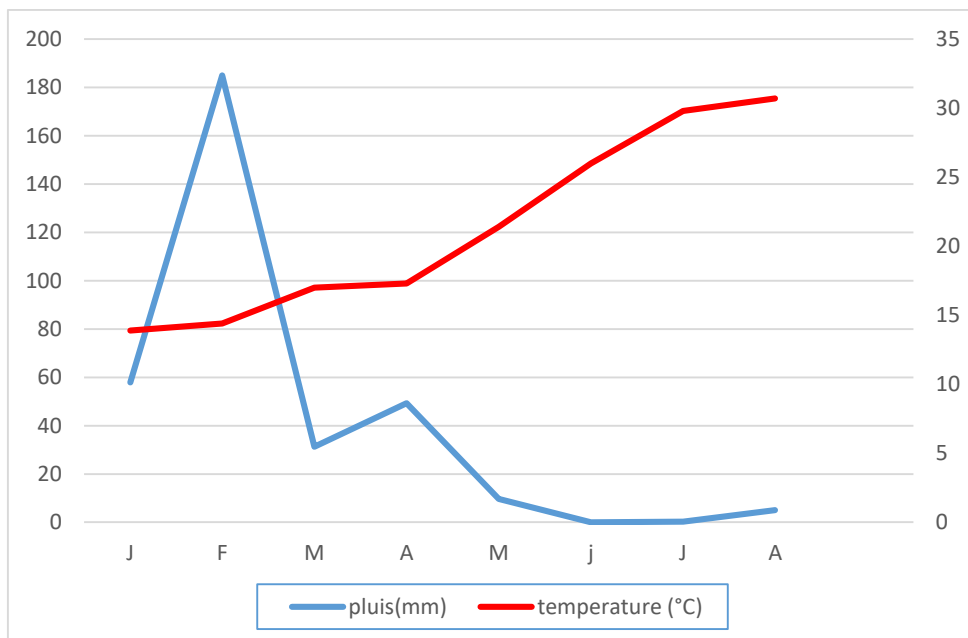
Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
P(mm)	57,9	185,0	31,3	49,3	9,6	0	0,3	5,0

(Station Météo Tizi Ouzou, 2024)

Le tableau montre que le pluviomètre total de la campagne agricole 2023/2024 a enregistré une faible somme de précipitation 338,4 mm à cette effet le mois de février est le plus pluvieux avec une quantité de 185 mm. Durant le cycle de la culture (du mois de mai jusqu'à au début de mois d'aout) Nous avons une quantité totale de 95,5 mm de précipitations, ce qui est bien trop peu pour répondre aux besoins de la plante.

### 2.2.3 Diagramme ombrothermique

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



**Figure 27** : Diagramme ombrothermique au cours de cycle de la plante (originale, 2024).

Le diagramme ombrothermique (fig27) montre la présence d'une période humide et une Période sèche

- La première période humide s'étale depuis le début de Janvier s'étend jusqu'à la fin Février caractérisée par des précipitations importantes.
- La période sèche est longue, elle s'étale du mois du Février. Elle coïncide avec la Période de l'essai.

### 2.3 Caractéristiques du Sol

Le sol d'essai a fait l'objet d'une analyse physico-chimique réalisée par laboratoire d'analyse des sols et eaux à Alger au niveau de bureau national d'étude pour développement rural (BNEDER).

**Tableau 09** : résultats d'analyse physico-chimique de sol.

Analyse	unité	valeur
PH		8.59
CE	Mmhos/cm	0.24
Phosphore P2O5	ppm	171.75
Potassium assimilable(K2O)	ppm	499.5
Azote total	%	0.282
CEC	Meq/ 100g	18.10

(BNEDER, 2024)

Les analyses physicochimiques montrent que le sol est fortement alcalin et non salé. Il présente un niveau élevé de phosphore et de potassium, mais est pauvre en azote. La capacité d'échange cationique est modérée, ce qui signifie que le sol peut retenir une quantité adéquate de nutriments.

#### 2.4 Caractéristique de l'eau d'irrigation

L'eau utilisée pour l'irrigation au cours de l'essai provenant de la station de traitement de Boukhalfa, a été soumise à des analyses au niveau de laboratoire d'analyse d'eau de l'ADE de Tizi Ouzou a Boukhalfa.

Ces analyses ont permis d'établir un bilan général des paramètres physico-chimique de l'eau.

**Tableau 10** : résultats d'analyse chimique de l'eau

Paramétré	Unité	Valeur
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	00
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	00
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	00
Ca <sup>2+</sup>	mg/l	11 ,2
Mg <sup>2+</sup>	mg/l	29
Na <sup>+</sup>	mg/l	75
K <sup>+</sup>	mg/l	06
Cl <sup>-</sup>	mg/l	105
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	6,81
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	75
TA	<b>mg/L CaCO<sub>3</sub>.</b>	00
TAC	<b>mg/L CaCO<sub>3</sub></b>	326
TH	<b>mg/L CaCO<sub>3</sub></b>	400
Fe <sup>2+</sup>	mg/l	0,03

HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	397
Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0,015

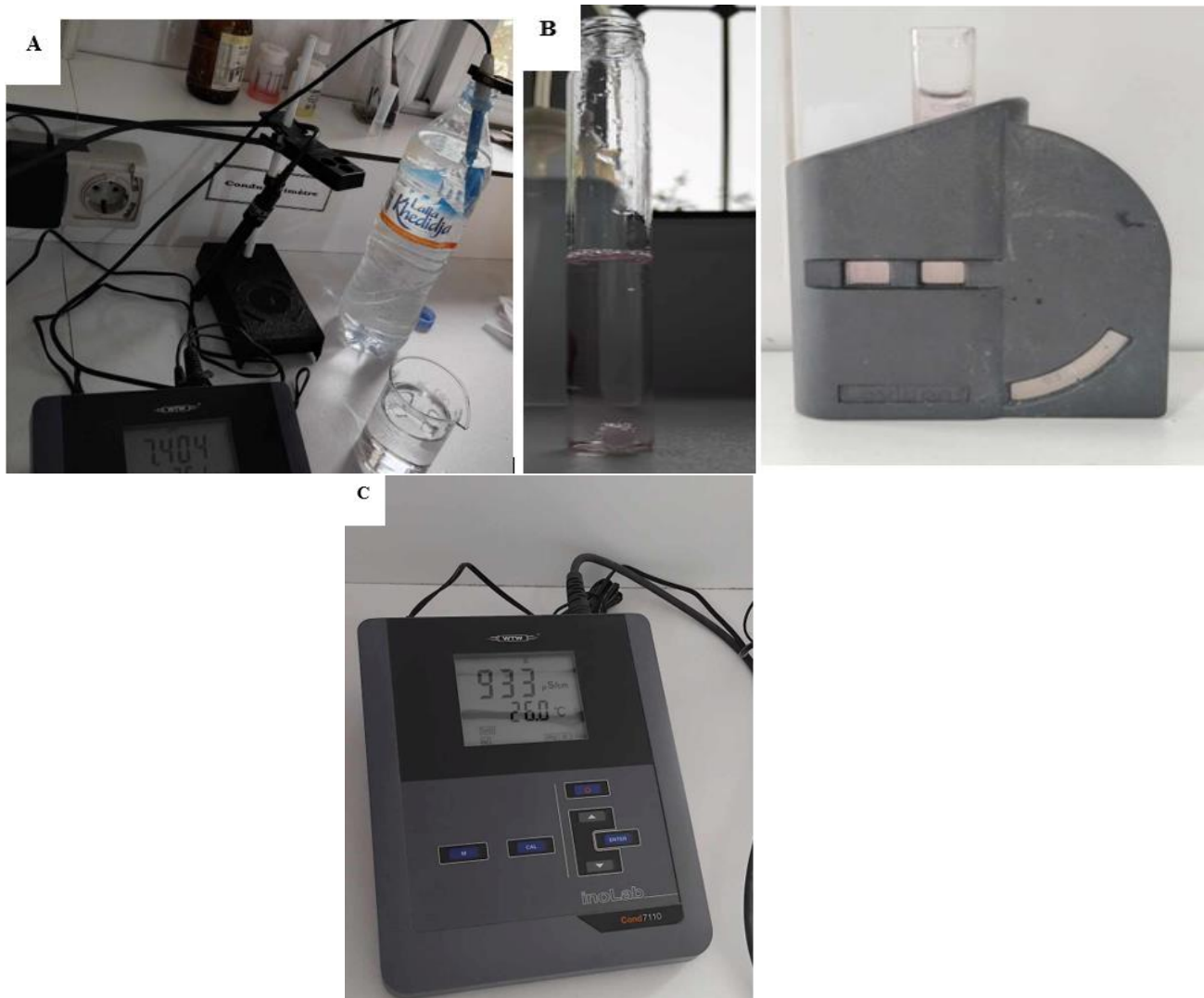
(ADE, 2024)

**Tableau 11** : résultats d'analyse physique de l'eau

Paramétrer	Unité	Valeur
PH		7,40
Température (T°)	C°	26
conductivité	ds/m	933
turbidité	NTU	0,55
couleur	UC	00
Résidu sec a105C°	Mg/l	608

(ADE, 2024)

L'analyse de l'eau montre qu'elle est globalement adaptée à l'irrigation. Le pH est légèrement alcalin, et la conductivité indique une présence de salinité modéré. L'eau est claire avec une faible turbidité. Les concentrations en minéraux tels que le calcium, le magnésium et le sodium sont acceptables. Cependant, le sodium et les chlorures doivent être surveillés pour éviter tout effet négatif à long terme. Il n'y a pas de pollution détectée.



**Figure 28** : Analyse physicochimique de quelques paramètres de l'eau, **A** : teste de PH, **B** : teste de chlore, **C** : teste de conductivité

### 3 Matériel expérimental

#### 3.1 Matériel végétal

Durant l'essai, une variété de tomate fixe, **la Marmande**, est mise en culture en plein champ. Les plants de la variété Marmande ont été cultivés à la pépinière de, ITMAS de Boukhalfa. Après avoir acheté les semences, nous avons réalisé le semis dans trois plateaux remplis de terreau, en utilisant un sachet de substrat désinfecté de 5kg, achetés auprès des vendeurs de produits agricoles du Relai Vert à Tizi-Ouzou. Le sachet de semences, contenant 1 g (soit environ 300graines), a été acheté au prix de 250,00 DA, également chez Relai Vert.



**Figure 29** : Plantules de tomate variété MARMANDE, en pépinière (Original, avril 2024).



**Figure 30** : plante de tomate de la variété **Marmande** a déférente stades de développement  
**A** : stade de jeune plante, **B** : stade de floraison, **C** : stade de fructification, **D** : maturation des fruits.

### 3.2 La parcelle

La parcelle d'essai est de 10m de longueur et 10m de largeur soit une superficie de plantation de 100m<sup>2</sup> (Figure 31).

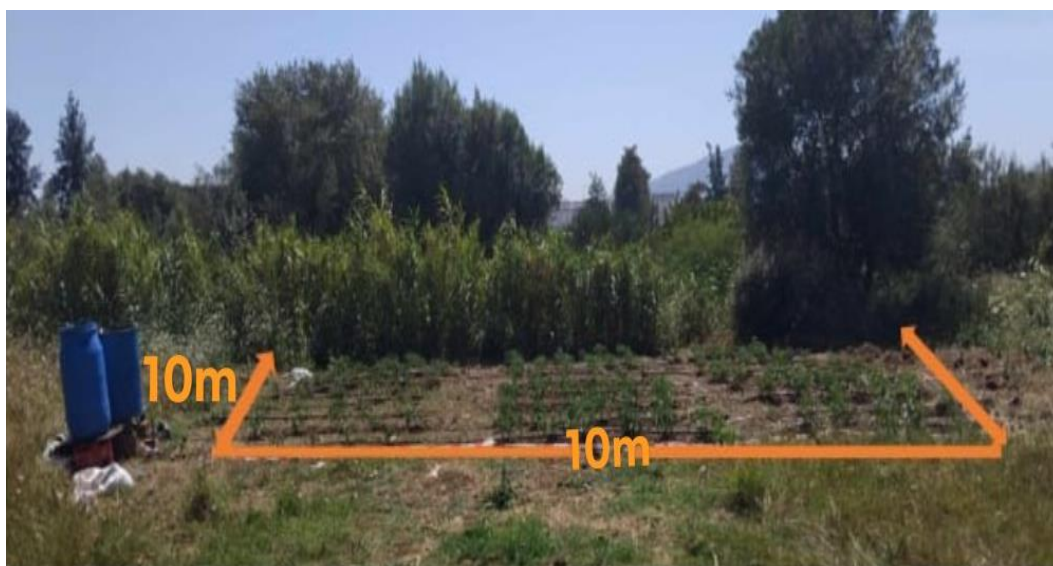


Figure 31 : Parcelle d'essai à la plantation (originale, 2024)

### 3.3 Fertilisation minérale et organique des plante

Au cours de l'essai trois types de fertilisation sont utilisés, pour la fertilisation minérale on a utilisé l'azote et pour la fertilisation organique on utilise le grignon d'Olive et le marc de café.

#### 3.3.1 Fertilisation minérale

Durant l'essai un élément minéral est apporté aux plants spécifiquement l'azote qui est apporté sous forme granulée 46% de N (Urée 46%) à raison de 165U/ha. L'apport de l'azote est réalisé sur toute la parcelle dans le but de stimuler la croissance de toutes les plantes pour un bon démarrage.

$$10\ 000\text{m}^2 \longrightarrow 165\text{Ud}'\text{N}$$

$$100\text{m}^2 \longrightarrow X$$

**1.65Kg**

### 3.3.2 Fertilisation organique

#### 3.3.2.1 Marc de café

Le marc de café utilisé provient d'une collecte faite quotidiennement dans les cafés de Boughni et Azeffoune (Tizi Ouzou, Algérie) sur une durée de 1 mois séché à l'aire libre pour éviter la formation des moisissures et la fermentation.



**Figure 32** : Séchage du marc de café (originale, 2024)

##### 3.3.2.1.1 Caractéristique de marc de café

Au cours de l'essai on a opté à une analyse physico-chimique des quelque paramètre sur le marc, réalisée par laboratoire d'analyse des sols et eaux à Alger au niveau de bureau national d'étude pour le développement rural(BNEDER).

**Tableau 12** : résultats d'analyse physico-chimique de marc café (BNEDER,2024)

Analyse	Unité	valeur
PH		4 .45
CE	Mmhos/cm	2.94
Phosphore P2O5	Ppm	1259 .5
Potassium assimilable(K2O)	Ppm	6656.5
Azote total	%	2.69
CEC	Meq/ 100g	15.46

Les résultats de l'analyse physico-chimique du marc de café montrent un pH légèrement acide et une conductivité électrique relativement élevée, ce qui indique une présence notable de sels. Le marc de café est riche en phosphore et en potassium, des éléments essentiels pour les plantes. Il contient également une quantité significative d'azote, contribuant à la fertilité du sol. Sa capacité de rétention des nutriments est modérée, ce qui suggère qu'il peut être utile comme amendement pour enrichir le sol, bien que la quantité de matière organique ne soit pas précisée.

### 3.3.2.2 Le grignon d'Olive

Le grignon d'Olive utilisé provient des deux huilerie traditionnelle mécanique, l'une est située dans la région de Boghni et l'autre Azeffoun(Tizi-Ouzou ,Algérie).



**Figure 33** : Grignon d'Oliver étalée a l'air libre (originale, 2024)

### 3.3.2.3 Caractéristique de grignon d'Olive

Au cours de l'essai on a opté à une analyse physico-chimique des quelque paramètre sur le grignon d'Olive, réalisée par laboratoire d'analyse des sols et eaux à Alger au niveau de Bureau National d'étude pour le Développement Rural (BNEDER).

**Tableau 13** : résultats d'analyse physico-chimique de grignon d'Olive (BNEDER, 2024).

Analyse	Unité	valeur
PH		4.91
CE	Mmhos/cm	0.56
Phosphore P2O5	Ppm	104.2
Potassium assimilable(K2O)	Ppm	1568.91
Azote total	%	3.29
CEC	Meq/ 100g	47.04

L'analyse des physico-chimique d'olive révèle une acidité modérée et une faible salinité, ce qui les rend adaptés pour une utilisation dans le sol. Ils sont riches en phosphore et en potassium, deux nutriments essentiels pour la croissance des plantes. De plus, leur contenu en azote contribue à l'enrichissement du sol. La bonne capacité de rétention des nutriments suggère que les grignons peuvent améliorer efficacement la fertilité du sol lorsqu'ils sont utilisés comme amendement.

### 3.4 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental auquel nous a opté est en bloc aléatoire complet avec trois répétition a deux facteur : fertilisation organique (le marc de café et grignon d'Olive), et le facteur variété (la Marmande).

La figure 7 illustre une vue générale de la parcelle d'essai

Le dispositif est caractérisé par :

- Une longueur de 10m,
- Une largeur de 10m,
- Une surface d'essai de 100m<sup>2</sup>,
- Nombre de sous bloc 9,
- Une longueur de sous bloc de 2,5m,
- Une largeur de sous bloc de 2,5m,
- Une superficie de sous bloc de 6,25m<sup>2</sup>
- Distance entre sous bloc 1,25m,
- Nombre de plant par sous bloc 18,
- Nombre de plant par ligne 6,
- Distance entre plants 50cm,
- Distance entre ligne 1,15m,
- Nombre de total de plant par chaque traitement 54,

- Densité de plantation à l'hectare 16200plants/ha.

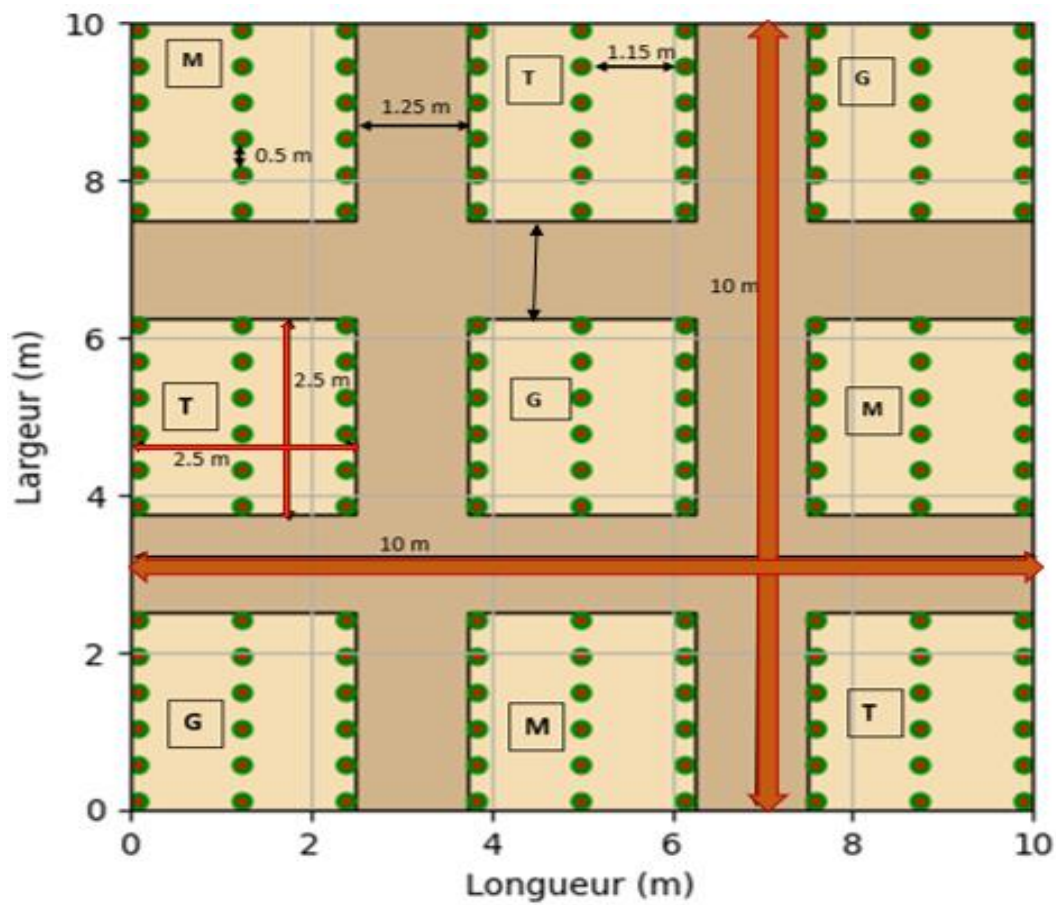


Figure 34 : Disposition expérimental de l'essai (originale, 2024)



Figure 35 : vue globale de la répartition des sous bloc (originale, 2024)

#### 4 Conduite de la culture

##### 4.1 La rotation de culture de tomate

La tomate est une plante fortement exigeante en nutriment ce qui épuise rapidement les ressources du sol, elle est aussi sensible aux maladies. Pour cela il est indispensable de pratiquer la rotation des cultures pour maintenir la santé du sol et réduire les risques des maladies.

##### 4.2 Précédant cultural

Notre culture suit une période de jachère, ce qui peut favoriser la présence éventuelle de pathogènes.

##### 4.3 Préparation des plants en pépinière

Après avoir acheté des semences de la variété fixe Marmande, le semis a été effectué le 14 mars 2024 à la pépinière de l'ITMA. Chaque graine de tomate a été déposée au centre de chaque alvéole, remplie de terreau. Des irrigations fréquentes sont réalisées tous les 2 à 3 jours à l'aide d'un vaporisateur pour maintenir une humidité adéquate du substrat.



**Figure 36** : semis des graines de tomate dans des plaques alvéolaires (originale, 14/04/2024)

#### 4.4 Préparation de la parcelle

Le labour a été effectué le 11 Avril à l'aide d'un mini-tracteur, retournant ainsi le sol en profondeur tout en l'aérant. Une semaine plus tard, un desquage a été réalisé pour casser les grosses mottes de terre laissées par le labour, assurant ainsi une surface plus fine et uniforme.

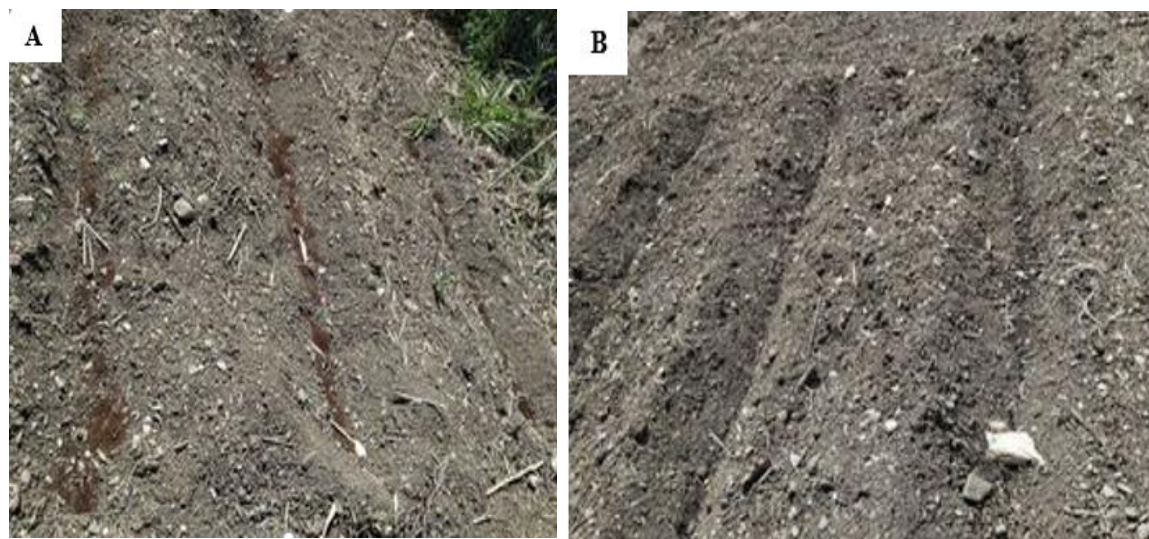


**Figure 37** : Parcelle d'essai après le Labor et le désquage (originale, 11/04/2024)

#### 4.5 Epandage d'engrais de fond

Deux types de fertilisants organiques (le marc de café et le grignon d'olive) ont été appliqués le 2/04/2024.

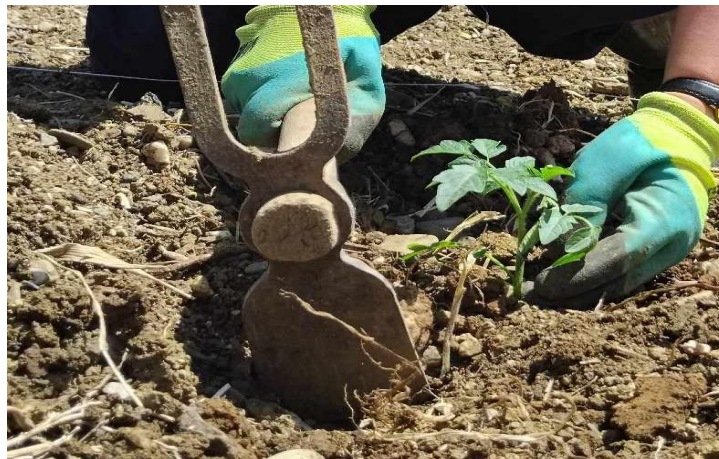
Pour chaque ligne traitée au marc de café 1.20 kg de fertilisant a été épandu. De même, 1.20Kg De grignon d'olive a été apporté pour chaque ligne correspondant.



**Figure 38** : épandage d'engrais **A** : épandage de marc, **B** : épandage de grignon d'Olive (originale, 2/04/2024)

#### 4.6 La plantation de la tomate

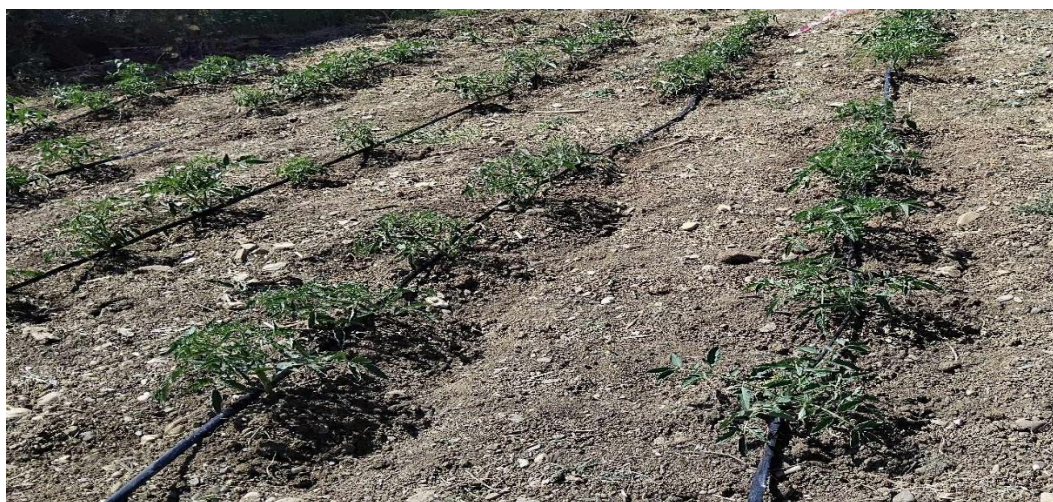
Le 5 mai 2024, le repiquage des plantes est effectué lorsque celles-ci ont atteint 4 à 5 vraies feuilles et mesurent entre 22 et 30 cm de longueur.



**Figure 39** : plantation des plantes de tomate (originale,5/05/2024)

#### 4.7 Irrigation

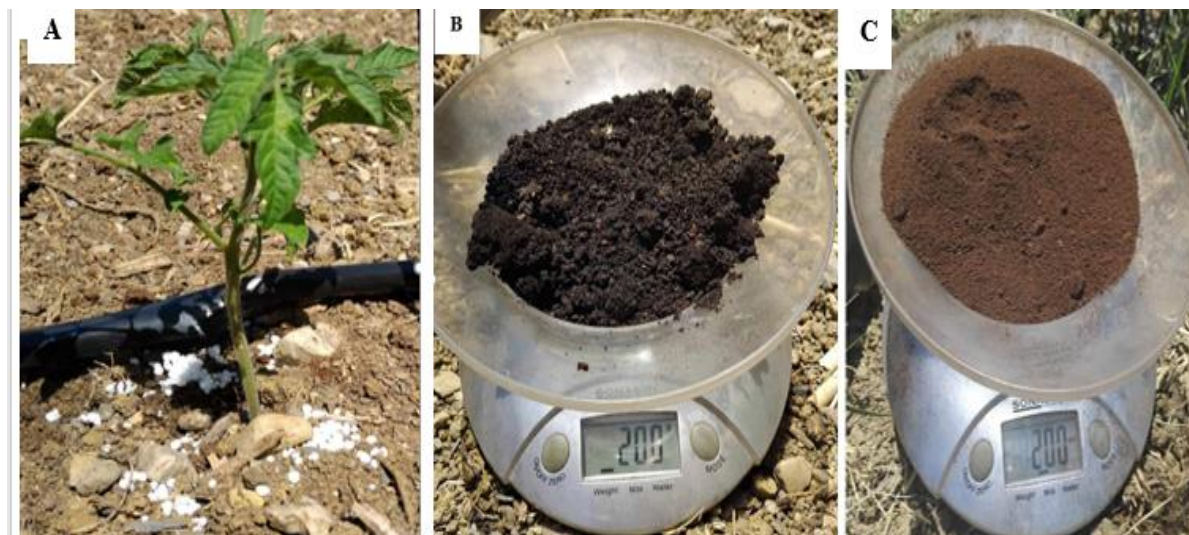
Un système d'irrigation goutte-à-goutte a été mis en place pour assurer une gestion optimale de l'eau. L'irrigation a été réalisée un jour sur deux, tôt le matin, afin de maximiser l'efficacité et minimiser les pertes d'eau.



**Figure 40** : Irrigation des plantes par système de goutte -à -goutte (originale ,2024)

#### 4.8 Epandage d'engrais d'entretien

L'apport d'azote est apporté en 2 apports sur toute la parcelle. Le premier apport est effectué (09/05/2024) le 2eme apport après 10 jours. (19 /05/2024) La quantité apporter pour chaque plante est 8g par plante. L'apport d'engrais organique (marc de café et grignon d'olive) sont réaliser tous les 10 jours de la plantation jusqu'à la récolte et pendants chaque apporte on a utilisé une quantité de 200 g par plante .



**Figure 41 :** A : Apport d'azote sur la jeune plante, B : mesure de la quantité d'apport en grignon d'Olive, C : mesure de la quantité d'apport en marc de café. (Originale,2024).

#### 4.9 Binage et buttage

Le binage est réalisé tout au long du cycle de la plante pour aérer et ameublir le sol, en éliminant les mauvaises herbes. Quant au buttage, il consiste à ramener de la terre autour du pied de la plante, ce qui permet de renforcer la tige et de favoriser l'enracinement.



**Figure 42 :** Binage et buttage sur plant de tomate (originale,2024)

#### 4.10 Désherbage

Le désherbage est effectué manuellement à plusieurs reprises tout au long de l'essai afin d'éviter toute concurrence avec la plante cultivée et la contamination des maladies.

Les principales mauvaises herbes observées durant le cycle de la tomate sont illustrées dans la figure 43



**Figure 43** : les différentes mauvaises herbes rencontrées au cours du cycle de la tomate

- A** : *Amaranthus blitoides*(Amarante fausse blette)      **B** : *Cynodon dactylon* (Chiendent)  
**C** : *Amaranthus blitum*(Amarante sauvage )      **D** : *Malva puslla* (Mauve a petite feuilles)  
**E** : *Phragmites australis* (Roseau commun)      **F** : *Rumex crispus*(Oseille crépue)  
**D** : *Convolvulus arvensis*(Liseron des champs) (originale,2024)

#### 4.11 Ébourgeonnage et l'effeuillage

L'ébourgeonnage consiste à coupe les bourgeons accélère qui se développent à l'aisselle des feuilles afin de concentrer l'énergie de la plante sur les fruits principaux, l'effeuillage pour sa part, implique d'enlever les feuilles situées en bas qui touchent le sol ainsi les feuilles.

Jaunies et malades de la plante afin d'améliorer la circulation de l'air et de réduire les risques de maladies. Cela permet une meilleure exposition des fruits au soleil, favorisant ainsi leur Maturation et la qualité des tomates.



**Figure 44** : Ebourgeonnage et l'effeuillage des plantes de tomate (originale,2024).

#### 4.12 Tuteurage

Le tuteurage permet à la plante de se développer et pousser verticalement, et de mieux résister au vent, améliore l'exposition des feuilles à la lumière, ainsi réduit l'attaque par les parasites de sol et prévient la casse des branches sous le poids des fruits. Cette opération est effectuée le 2/06/2024.



**Figure 45** : Tuteurage verticale des plantes de tomate (originale,2024).

### 5 Les maladies rencontrées chez la tomate au cours de l'essai

#### 5.1 Brulures, coups de soleil

Les symptômes observés se manifestent par des taches blanchâtres ou grisâtres, sur les parties des tomates exposées au soleil. Ces zones deviennent dures et ne mûrissent pas correctement.



**Figure 46** : Symptômes des bruleurs solaires sur les fruits de tomate (originale ,2024)

**5.2 Enroulement physiologique des feuilles**

Des symptômes d'enroulement des feuilles ont été observés sur les tomates, avec des feuilles qui deviennent rigides et se recroquevillent.



**Figure 47 :** Symptômes enroulement physiologique des feuilles (originale ,2024)

**5.3 Fente de croissance**

Des fissures sont observées sur les tomates résultent des fluctuations dans les quantités d'eau reçues.



**Figure 48 :** Symptôme de Fente de croissance sur le fruit de tomate (Originale,2024)

**5.4 L'alternariose**

Les symptômes observés de l'alternariose de la tomate incluent des lésions brunes foncé à noires, souvent entourées d'un halo jaune, qui apparaissent principalement sur les feuilles.



**Figure 49 :** Symptômes d'alternariose sur les feuille (originale, 2024)

**5.5 Pourriture de collet**

Une décoloration et une pourriture des tissus a la base des tiges de la plante sont observer ; Indiquant la pourriture de collet.



**Figure 50 :** Pourriture de collet (originale, 2024)

**5.6 Attaque par puceron**

Une attaque de pucerons a été observée sur les plants. Ces insectes se nourrissent de la sève, affaiblissant les plantes et provoquant le jaunissement ainsi que la déformation des feuilles.



**Figure 51:** Attaque par puceron (Originale ,2024)

**5.7 L'attaque par les acariens**

Les symptômes observés au niveau de la plante incluent de minuscules taches jaunes, dispersées sur les feuilles de tomate.



**Figure 52 :** Symptôme des acariens sur la feuille de tomate (originale, 2024)

### 5.8 Mineuse

Apparition des galeries sous forme de trace blanc ou translucide sur les feuilles.



**Figure 53 :** Symptômes de mineuse sur la feuille de tomate (originale, 2024)

## 6 Les traitements phytosanitaires

Durant l'essai, plusieurs méthodes préventives ont été appliquées pour limiter l'apparition et la propagation des maladies, telles que la taille des plants et l'élimination des feuilles et fruits contaminés. Cependant, en raison du développement rapide de ces maladies, des traitements phytosanitaires ont été réalisés. Trois applications de produits chimiques ont été effectuées avec les quantités suivantes :

- Un insecticide (2 ml/L d'eau utilisé),
- Un acaricide (10 ml/5 L d'eau utilisé)
- Un fongicide (une cuillère à soupe dans 5 L d'eau utilisé)

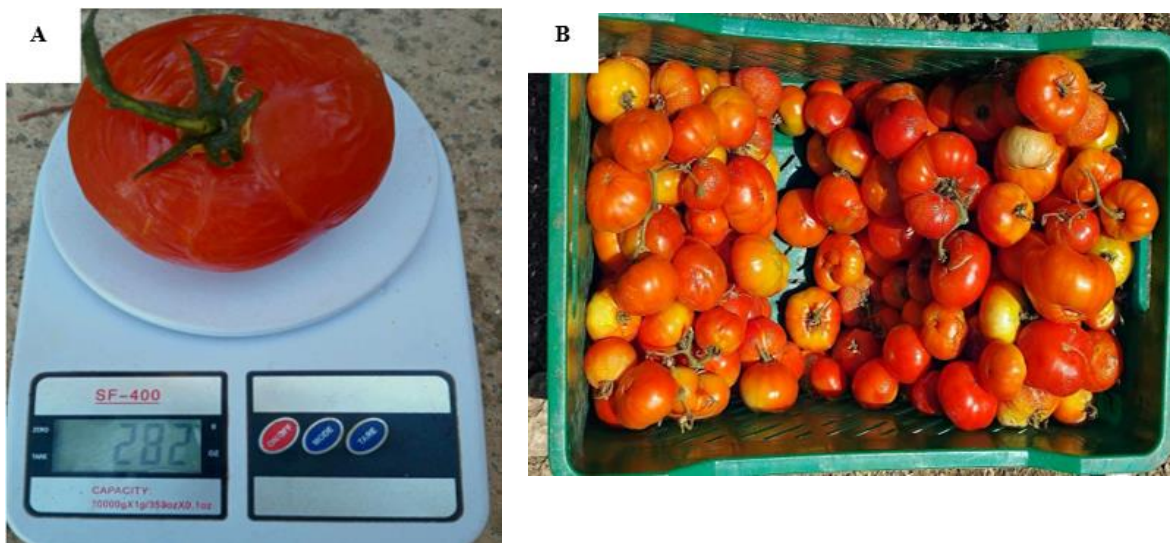


**Figure 54 :** Produits phytosanitaires utiliser pour le traitement  
A : le fongicide B : l'acaricide, C : l'insecticide (originale,2024)

## 7 La récolte

La récolte de la tomate a été faite de façon manuellement échelonnée comme suite :

- La première récolte le 8 /07/ 2024
- La deuxième récolte le 18 /07/ 2024
- La troisième le 25 /07/ 2024
- La quatrième le 4/08/ 2024



**Figure 55** :la récoltes **A** : Fruit de tomate le plus lourd récolter (282 g)

**B** : les fruits de tomate récolter à la première Récolte (originale,2024).

Tableau 14 : Itinéraire technique au cours du l’essai. (Originel,2024)

Mois / Opération Réaliser	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aoute
Le semis en pépinière	■					
Labour		■				
Disquage		■				
Délimitation dela parcelle			■			
Epandage d’engrais Organique			■			
Repiquage des plants			■			
Irrigations			■			
Epandage d’engrais d’entretien			■			
Binage et buttage			■			
Dés herbages			■			
Ebourgeonnage et effeuillage				■		
Tuteurage				■		
Traitements phytosanitaires		■				
Récoltes					■	

## 8 Paramètres agronomiques mesurés

À la fin du cycle de culture, quatre plants de tomate ont été choisis aléatoirement par parcelle élémentaire pour les mesures biométriques des paramètres quantitatifs.

### 8.1 Diamètre final de la tige principale(mm) :

La fin du cycle, le diamètre du collet de la tige principale est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse.



Figure 56 : Mesure du diamètre final de la tige au collet (originale, 2024)

### 8.2 La hauteur de la tige principale (cm)

La hauteur de la tige principale est mesurée de collet au sommet de la plante à l'aide d'un mètre ruban.



Figure 57 : Mesure de la longueur finale de la tige (originale, 2024).

### 8.3 Calibre moyen d'un fruit (mm)

Le calibre moyen de chaque fruit est mesuré à l'aide d'un pied à coulisse.



Figure 58 : Mesure du calibre final de la tige (originale ,2024)

### 8.4 Nombre de fleurs par plants

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

### 8.5 Le nombre total de bouquette fluorons par plante

Le nombre moyenne de bouquette fleurons est le rapport de poids totale des fruits sur le nombre total des fruits par plante.

### 8.6 Le nombre de fruit par plant

Le nombre total de fruit est obtenue par comptage des fruits sur les plantes mesurées.

### 8.7 Poids moyenne d'un fruit par plante(g)

Le poids moyenne d'un fruit est le rapport de poids totale des fruits sur le nombre total des fruits par plante.

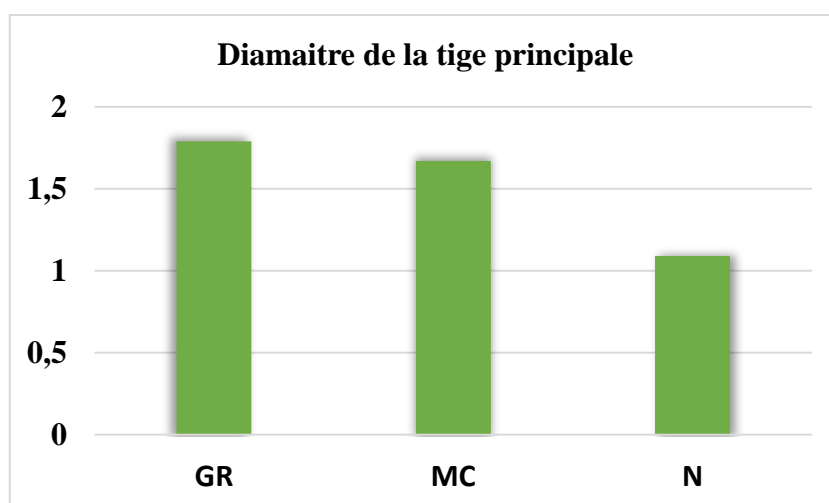
# **Chapitre V :**

## **Résultats et discussions**

## 1. Paramètres agronomiques

### 1.1. Diamètre de la tige principale

Le diamètre de la tige principale est le plus élevé chez les plantes traitées avec le grignon d'olive, avec une moyenne de 1,79 cm. Les plantes traitées avec le marc de café présentent un diamètre moyen de 1,67 cm, tandis que celles traitées avec l'azote ont le diamètre le plus faible, avec une moyenne de 1,09 cm.



**Figure 59 :** Effet du type de fertilisation sur le diamètre de la tige principale des plantes de tomate (Marmande).

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau15) montrent une différence très hautement significative de facteur fertilisation sur le diamètre au collet de la tige principale. Et aucune différence significative pour le facteur bloc

Nos résultats rejoignent les travaux de BOUDJEMA, BOUAMRA, OUKOUR (2021) ayant travaillé sur l'effet de deux fertilisations organiques (fumier de ferme et grignon d'olive) et une fertilisation minérale sur la qualité et le rendement chez deux variétés de la tomate : l'une est fixée « Marmande » et l'autre hybride « Agora F1 » cultivées en plein champ, où ils ont enregistré des valeurs inférieures aux nôtres avec la variété Marmande et la fertilisation organique par le grignon d'olive (1,63cm) comparées aux nôtres (1,79cm). Cette différence est probablement due à la nature de sol ainsi que les doses de fertilisation

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau 16) met en évidence deux groupes homogènes pour les différents types de fertilisation étudiés. Les résultats montrent que les grignons d'olive (moyenne de 1,79cm) et le marc de café (moyenne de 1,67cm) appartiennent au groupe homogène A, tandis que le traitement à l'azote (moyenne de 1,09cm) est classé dans le groupe homogène B.

La variété de tomate Marmande réagit mieux à la fertilisation organique, sans grande différence entre le grignon d'olive et le marc de café, et mieux que le traitement à l'azote.

**Tableau 15 :** Résultats de l'analyse de la variance du diamètre de la tige principale.

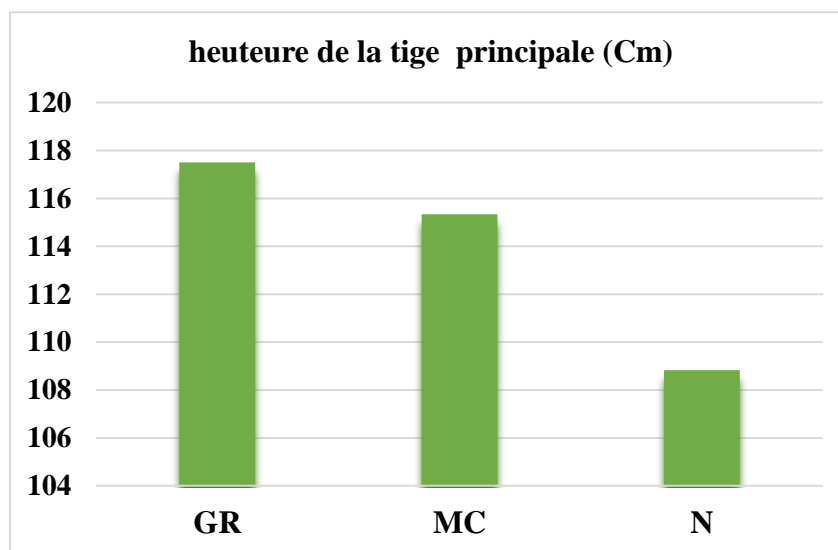
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1410,869	8	176,359				
VAR.FACTEUR 1	1372,872	2	686,436	100,839	0,00111		
VAR.BLOCS	10,768	2	5,384	0,791	0,5155		
VAR.RESIDUELLE 1	27,229	4	6,807			2,609	4,29%

**Tableau 16 :** Test de NEWMAN-KEULS de diamètre de la tige principale.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	GRIGN	1,799	A	
1.0	CAFE	1,671	A	
3.0	AZOTE	1,09		B

### 1.2. Hauteur de la tige principale

La Figure 60 montre une différence dans la longueur de la tige principale. La plus grande longueur est enregistrée avec la fertilisation organique au grignon d'olive (117,7 cm), suivie par le marc de café, avec une longueur moyenne de 115,333 cm. En comparaison, la fertilisation minérale à l'azote donne la longueur de tige la plus faible (108,833 cm).



**Figure 60** : Effet du type de fertilisation sur la hauteur de la tige principale des plantes de tomate (Marmande).

Les résultats d'analyse de la variance de la hauteur des plants (tableau 17) montrent une différence hautement significative pour le facteur fertilisation sur la hauteur de la tige principale. Et aucune différence significative pour le facteur bloc.

Nos résultats sont en accord avec les travaux d'ABED et ADEL (2023) sur une étude comparant deux types de fertilisation : organique (grignon d'olive) et minérale (NPK) sur la production et le rendement d'une variété de pomme de terre (Cimega). Ils ont noté que la longueur maximale des tiges par plant a été atteinte avec le grignon d'olive. De manière similaire, notre étude sur la variété Marmande a montré une longueur maximale de tige de 117,5 cm avec l'utilisation de grignon d'olive comme fertilisation organique. Cette similarité dans les résultats peut être expliquée par l'effet positif du grignon d'olive sur la structure du sol et sa capacité à améliorer la disponibilité des nutriments, favorisant ainsi une croissance optimale des plantes. Bien que la tomate et la pomme de terre aient des besoins nutritionnels similaires en raison de leur appartenance à la même famille, leurs besoins en nutriments diffèrent en quantité.

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau 18) démontre deux groupes homogènes parmi les différents types de fertilisation étudiés. Les résultats montrent que les grignons d'olive (moyenne de 117,5 cm) et le marc de café (moyenne de 115,333 cm) constituent le groupe homogène A, tandis que le traitement à l'azote (moyenne de 108,333 cm) se situe dans le groupe homogène B. La variété de tomate Marmande réagit positivement à la fertilisation organique,

affichant peu de différences notables entre le grignon d'olive et le marc de café, et présentant une performance supérieure par rapport au traitement à l'azote.

**Tableau 17 :** Résultats d'analyse de la variance de la hauteur de la tige principale.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2014,22	8	251,778				
VAR.FACTEUR 1	1952,89	2	976,444	75,433	0,00157		
VAR.BLOCS	9,556	2	4,778	0,369	0,71438		
VAR.RESIDUELLE							
1	51,778	4	12,944			3,598	0,79%

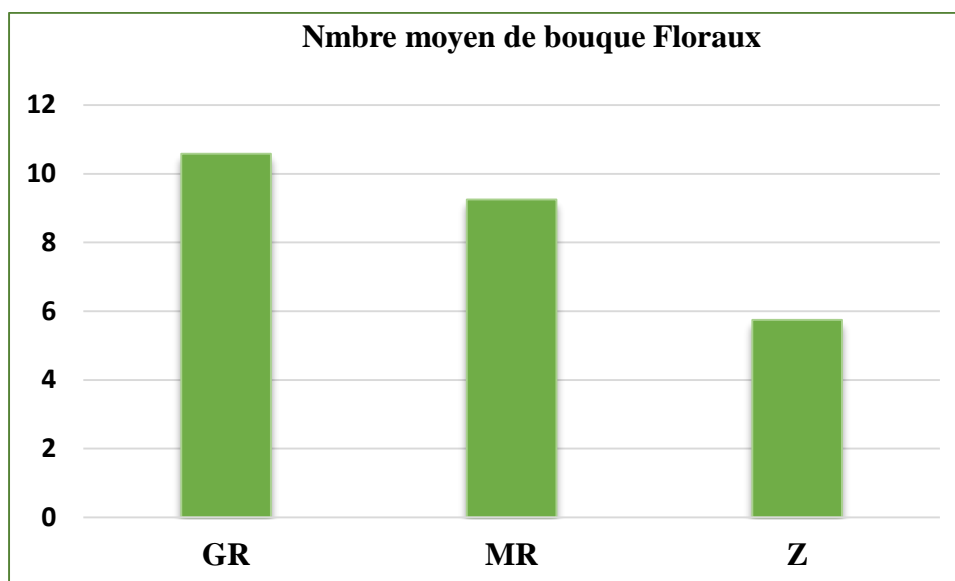
**Tableau 18 :** Test de NEWMAN-KEULS de la hauteur de la tige principale.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES	
2.0	GRIGN	117,7	A	
1.0	CAFE	115,333	A	
3.0	AZOTE	108,333		B

## 2. Paramètres de production

### 2.1. Le nombre moyenne de bouques floraux par plante

La figure 61, illustre une différence dans le nombre moyenne de bouquets floraux par plant observés selon les différents traitements. La fertilisation par le grignon d'olive présente une moyenne élevée de 10,53 bouquets floraux par plant, tandis que le marc de café atteint une moyenne de 9,25 bouquets par plant. En comparaison, le traitement à l'azote enregistre une moyenne plus faible, avec seulement 5,75 bouquets floraux par plant.



**Figure 61** : Effet de type de fertilisation sur le nombre moyen de bouquets floraux par plant.

Les résultats de l'analyse de variance (Tableau 19) indiquent une différence significative liée au facteur de fertilisation. Sur le nombre moyen des bouques floraux par plant, Cependant aucune différence significative n'a été observée pour le facteur bloc.

Le test de Newman-Keuls (Tableau 20) montre la présence de deux groupes homogènes parmi les différents types de fertilisation étudiés. Les résultats indiquent que les grignons d'olive (moyenne de 10,58 bouques /plant) et le marc de café (moyenne de 9,25 bouques :) forment le groupe homogène A, tandis que le traitement à l'azote (moyenne de 5,75 bouques /plant) se classe dans le groupe homogène B.

La variété de tomate Marmande montre une meilleure réaction à la fertilisation organique, avec peu de différence entre le grignon d'olive et le marc de café, et une performance supérieure par rapport au traitement à l'azote, cette différence peut s'expliquer par l'apport supérieur en nutriments et en matière organique des amendements organiques, qui favorisent une croissance et une floraison plus importantes comparées au traitement à l'azote

**Tableau 19 :** résultats d'analyse de la variance de nombre moyenne de bouque floraux par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	734,889	8	91,861				
VAR.FACTEUR 1	598,222	2	299,111	11,17	0,02497		
VAR.BLOCS	29,556	2	14,778	0,552	0,61654		
VAR.RESIDUELLE 1	107,111	4	26,778			5,175	15,17%

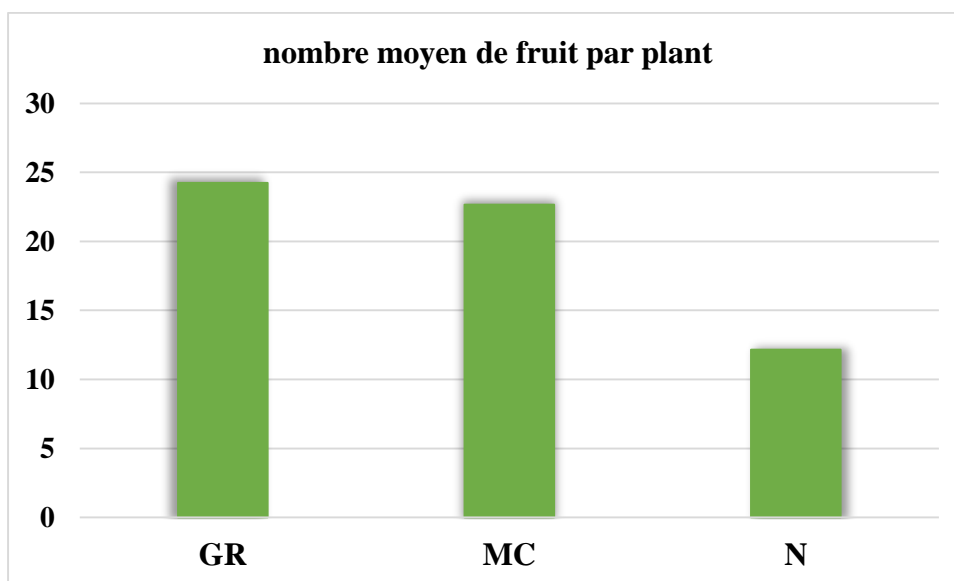
**Tableau 20 :** Test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de bouquets floraux par plant

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	GRIGN	10,58	A	
1.0	CAFE	9,25	A	
3.0	AZOTE	5,75		B

## 2.2. Nombre moyen des fruits par plant

Le nombre de fruits produits par plant de tomate est un indicateur clé de sa productivité, permettant ainsi d'évaluer l'efficacité des méthodes de fertilisation ou des conditions de culture.

La Figure 62, montre une différence significative dans le nombre de fruits produits par plant selon le type de fertilisation. En moyenne, les plants traités avec du grignon d'olive produisent 24,25 fruits par plant, tandis que ceux fertilisés avec du marc de café en produisent 22,67 fruits par plant. La plus faible production, avec une moyenne de 12,17 fruits par plant, a été enregistrée sur les plants traités avec de l'azote.



**Figure 62 :** Effet de type de fertilisation sur le nombre moyen de bouquets floraux par plant.

L'analyse de la variance (tableau 21) révèle une différence très significative pour le type de fertilisation, mais aucune différence notable pour le bloc concernant le nombre moyen de fruits par plant.

Les plantes fertilisées avec du grignon d'olive ont produit le plus de fruits, avec une moyenne de 24,25 fruits par plant. Celles fertilisées avec du marc de café ont donné une moyenne de 22,67 fruits par plant, un résultat proche de celui obtenu avec le grignon d'olive. Les plantes fertilisées à l'azote, quant à elles, ont présenté le plus faible rendement, avec une moyenne de 12,66 fruits. Cette différence pourrait s'expliquer par les nutriments spécifiques des fertilisants organiques, comme le grignon d'olive et le marc de café, qui améliorent la structure du sol et libèrent les nutriments progressivement. L'azote, quant à lui, agit rapidement, mais son effet est de courte durée.

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau 22) met en évidence deux groupes homogènes pour les différents types de fertilisation étudiés. Les résultats montrent que le grignon d'olive (moyenne de 24,25 fruits) ainsi que le marc de café (moyenne de 22,666 fruits) appartiennent au groupe homogène A, tandis que le traitement à l'azote (moyenne de 12,166 fruits) est classé dans le groupe homogène B.

La variété de tomate Marmande réagit mieux à la fertilisation organique, sans grande différence entre le grignon d'olive et le marc de café, et présente une productivité supérieure à celle obtenue avec le traitement à l'azote.

**Tableau 21** : résultats d'analyse de la variance de nombre moyenne de fruit par plant

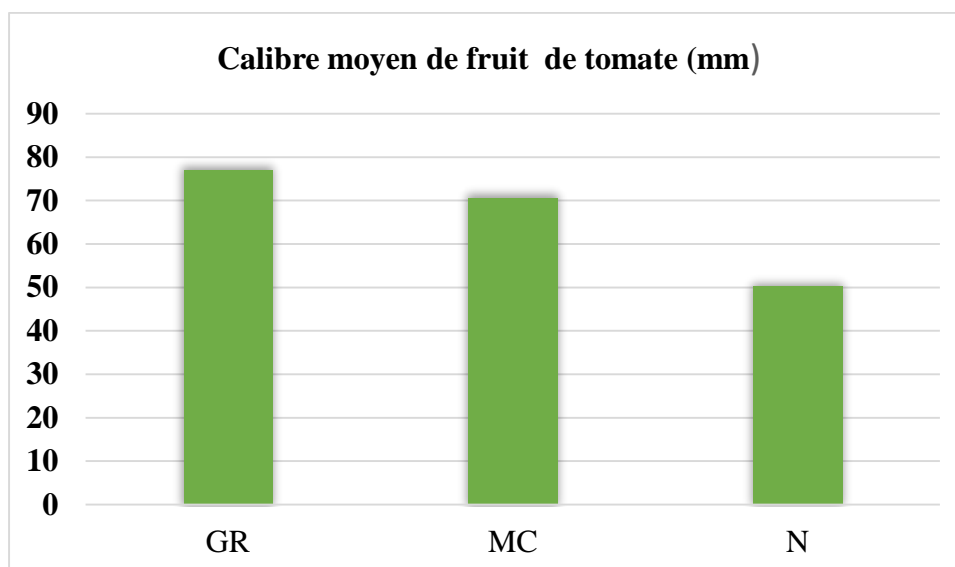
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4297,56	8	537,195				
VAR.FACTEUR 1	4140,22	2	2070,11	95,056	0,00119		
VAR.BLOCS	70,223	2	35,111	1,612	0,30687		
VAR.RESIDUELLE							
1	87,111	4	21,778			4,667	5,92%

**Tableau 22** : Le test de NEWMAN-KEULS de nombre moyen de fruit par plant

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	GRIGN	24,25	A	
1.0	CAFE	22,666	A	
3.0	AZOTE	12,166		B

### 2.3. Le calibre moyen de fruit

La figure 63 montre Le calibre de fruit est le plus important chez les plantes fertilisées avec du grignon d'olive, atteignant en moyenne 77 mm. Les plantes traitées avec du marc de café affichent un calibre moyen de 70,640 mm, tandis que celles fertilisées à l'azote présentent le plus faible calibre, avec une moyenne de 50,258 mm



**Figure 63** : Effet de type fertilisation sur le calibre moyen de fruit

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 23) montrent une déférence très hautement significative de facteur fertilisation sur le calibre de fruit. Et aucune déférence significative pour le facteur bloc.

Nos résultats s'alignent avec ceux de BOUDJEMA, BOUAMRA et OUKOUR (2021), qui ont examiné l'effet de deux fertilisations organiques (fumier de ferme et grignon d'olive) et d'une fertilisation minérale sur la qualité et le rendement de deux variétés de tomate : la variété fixée "Marmande" et l'hybride "Agora F1", cultivées en plein champ. Ils ont obtenu des valeurs supérieures aux nôtres pour la variété Marmande fertilisée avec du grignon d'olive, atteignant 93,294 mm contre 77 mm dans notre étude. Cette différence pourrait être attribuée au stade de développement des plants au moment de la mesure, ainsi qu'à la composition exacte du grignon d'olive utilisé. Enfin, les interactions biologiques dans le sol, telles que la présence de micro-organismes, pourraient également influencer la disponibilité des nutriments.

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau 24) met en évidence trois groupes homogènes pour les différents types de fertilisation étudiés. Les résultats montrent que les grignons d'olive (moyenne de 77 mm) appartiennent au groupe homogène A, tandis que le marc de café (moyenne de 70,640 mm) est classé dans le groupe homogène B. Le traitement à l'azote (moyenne de 50,258 mm) est classé dans le groupe homogène C. La variété de tomate Marmande réagit mieux à la fertilisation organique, avec peu de différence entre le grignon d'olive et le marc de café, et elle est nettement plus performante que sous traitement à l'azote.

Tableau 23 : résultats d'analyse de la variance de nombre moyen de fruit par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	18757,13	8	2344,641				
VAR.FACTEUR 1	18736,03	2	9368,016	1828,951	0,00012		
VAR.BLOCS	0,605	2	0,303	0,059	0,94347		
VAR.RESIDUELLE 1	20,488	4	5,122			2,263	0,86%

Tableau 24 : Le test de NEWMAN-KEULS de calibre moyen de fruit.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	GRIGN	77	A	
1.0	CAFE	70,64	B	
3.0	AZOTE	50,258	C	

#### 2.4. Le poids moyen des fruits par plant

Figure 64 montre la différence dans le poids total des fruits par plant. Le traitement à base de grignon d'olive présente la moyenne la plus élevée, avec 10,807 kg, suivi du traitement à base de marc de café, qui affiche une moyenne de 8,223 kg. Par contre, Le traitement à l'azote a une moyenne beaucoup plus basse, à 3,987 kg.

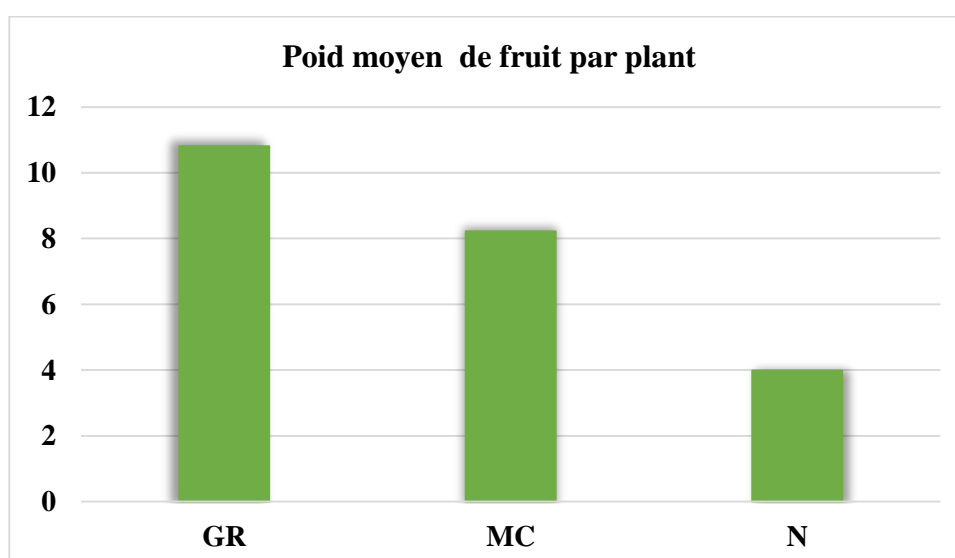


Figure 64 : Effet de type de fertilisation sur le poids moyen de fruit

Les résultats de l'analyse de la variance (tableau 25) montrent une déférence hautement significative de facteur fertilisation sur le poids de nombre de fruit par plante. Et aucune déférence significative pour le facteur bloc.

Le test de NEWMAN-KEULS (Tableau 26) met en évidence trois groupes homogènes pour les différents types de fertilisation étudiés. Les résultats montrent que les grignons d'olive (10,807 kg) appartiennent au groupe homogène A, tandis que le marc de café (moyenne de 8,223 kg) est classé dans le groupe homogène B. Le traitement à l'azote (moyenne de 3,987 kg) est classé dans le groupe homogène C. La variété de tomate Marmande réagit mieux à la fertilisation organique, avec peu de différence entre le grignon d'olive et le marc de café, et elle est nettement plus performante que sous traitement à l'azote

**Tableau 25 :** résultats d'analyse de la variance de poids moyen de fruit par plant

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	77,797	8	9,725				
VAR.FACTEUR 1	71,135	2	35,568	27,875	0,00614		
VAR.BLOCS	1,557	2	0,779	0,61	0,58933		
VAR.RESIDUELLE 1	5,104	4	1,276			1,13	14,72%

**Tableau 26 :** Le test de NEWMAN-KEULS de poids moyen de fruit.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0	GRIGN	10,807	A		
1.0	CAFE	8,223	B		
3.0	AZOTE	3,987	C		

## Conclusion générale

---

Au terme de notre étude ayant traité la valorisation des sous-produits agricoles (marc de café et grignon d'olive) sur le développement de la tomate variété fixe (Marmande) en plein champs. Notre étude expérimentale est réalisée au niveau de l'institut technologique moyen agricole spécialisé (ITMAS) de Boukhalfa.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de l'utilisation de sous-produits, tels que le grignon d'olive et le marc de café, sur la culture des tomates et de déterminer leur efficacité en tant que fertilisants organiques, tout en favorisant une gestion durable des ressources agricoles.

De nombreuses variables ont été mesurées : diamètre de la tige principale, hauteur de la tige principale, nombre moyen des bouques fleurons par plant, le nombre moyenne des fruits par plant, calibre moyen de fruit et le poids moyenne des fruits par plant.

Sur la base des résultats de l'analyse de la variance, il en ressort les observations suivantes :

- Pour les paramètres de croissance, une différence très hautement significative a été observée dans le diamètre de la tige principale, suggérant que les traitements organiques favorisent une croissance structurelle plus robuste. De plus, une différence hautement significative a été notée dans la hauteur des tiges, mettant en évidence une meilleure vigueur des plants. Le nombre moyen de bouquets floraux a montré une différence significative, confirmant un effet positif des amendements organiques sur la floraison.
- En ce qui concerne les paramètres de production, une différence très significative a été enregistrée dans le nombre moyen de fruits par plant, avec une production accrue sous fertilisation organique. Le calibre moyen des fruits a montré une différence très hautement significative, et le poids des fruits par plant a également présenté une différence hautement significative, prouvant que les amendements organiques ont un impact non seulement sur le rendement mais aussi sur la qualité des fruits.

Les conditions climatiques, notamment les températures élevées pendant la saison de culture, ont toutefois limité le plein potentiel de production des plants. Cependant, malgré ces contraintes, les fertilisants organiques, en particulier le grignon d'olive, ont permis de maintenir une qualité supérieure des fruits, tant en termes de taille que de saveur.

Cette étude montre l'intérêt de valoriser les sous-produits agricoles comme le grignon d'olive et le marc de café dans la fertilisation des cultures de tomate. Ces fertilisants organiques améliorent non seulement la structure du sol, mais contribuent également à une agriculture plus

## Conclusion générale

---

durable en réduisant l'usage d'engrais minéraux. De plus, ils permettent de préserver la qualité des plants et des fruits, même sous des conditions climatiques défavorables.

### **Perspectives et recommandations :**

- Il serait pertinent de réitérer cette étude en démarrant l'essai plus tôt dans la saison pour éviter les périodes de fortes chaleurs et permettre aux plants d'exprimer leur plein potentiel.
- Il est également recommandé de sensibiliser les agriculteurs à l'importance d'intégrer des amendements organiques dans leurs pratiques culturales, afin d'améliorer la fertilité des sols tout en préservant l'environnement.
- L'installation de systèmes d'irrigation plus réguliers, comme le goutte-à-goutte, pourrait aussi maximiser l'efficacité des fertilisants organiques.
- Enfin, il est essentiel de limiter l'utilisation excessive de produits phytosanitaires, afin de protéger à la fois la santé humaine et l'environnement.

## Référence bibliographique

---

1. **Abed S., 2023.** Étude comparative de deux types de fertilisation : organique (grignon d'olive) et minérale (NPK) sur la production et le rendement chez une variété (Cimega) de pomme de terre.
2. **Anonyme., 2015.** <https://gardenlux-fr.decorexpro.com/sad-i-ogorod/ovoshhi/tomaty-determinantnye-i-indeterminantnye.html>
3. **Agrihoritico CPL., 2019.** Tomato growing practices and nutritional information. 1 et 2p.
4. **Assiata T et al., 2023.** Identification de mycètes cultivables associés aux maladies de la tomate au Burkina Faso.
5. **Barbara E. et al., 2013.** Génétique, génomique et sélection des plantes cultivées. Ed CRC Press. 13p.
6. **Benton J., Jonas Jr., 2007.** Tomato Plant Culture: In the Field, Greenhouse, and Home Garden. Ed CRC Press. 1p.
7. **Blancard D., 2009.** Les maladies de la tomate. Ed Quae. 21p.
8. **BOUDJEMA A., BOUAMRA Fet OUAKEUR., 2021.** Effet de deux fertilisations organiques (fumier de ferme et grignon d'olive) et une fertilisation minérale sur la qualité et le rendement chez deux variétés de tomate : l'une fixée « Marmande » et l'autre hybride « Agora F1 » cultivées en plein champ.
9. **Bolanos H., 1998.** Introduction à l'oléiculture. 6p.
10. **Chaabane K. et al., 1997.** Utilisation de différents types de grignons d'olive dans l'alimentation des lapereaux.
11. **Chambre d'Agriculture de Martinique, 2014.** Fiche technique tomate.
12. **Charles K.V., 2006.** Étude du comportement physiologique et agronomique de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en réponse à un stress hydrique précoce. Thèse de doctorat. Belgique. 31p.
13. **Cruz M. et al., 2012.** Espresso café residues: A valuable source of unextracted compounds. Agricultural and Food Chemistry.
14. **DAG, 2023.** Fiche technique : La tomate - *Solanum lycopersicum* L.
15. **Debjit B. et al., 2012.** Tomato-A Natural Medicine and Its Health Benefits. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 35p.
16. **Diallo M.D et al., 2018.** Arrière-effet de différents apports de fertilisants sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.).
17. **DSA., 2023.** Données statistiques de la région de Tizi-Ouzou. Fichier.

## Référence bibliographique

---

18. **Eliane K. et al., 2021.** Effet de la salinité sur la floraison, la fructification et la qualité nutritionnelle des fruits du cultivar local Akikon de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) du Bénin. *ED Int. J. Biol. Chem. Sci.* 15(2) : 73749. 747P.
19. **Eliel S. et Florian A., 2014.** Fiche technique de la tomate.
20. **FAO., 2010.** Actualité agricole en Méditerranée. Ed. Ciheam. 33p.
21. **FAO., 2020.** Production mondiale de la tomate. <https://hortimedia.ma/production-mondiale-de-tomates-en-2020/>
22. **Francis H., 2024.** Tomato Processing Study Algeria: Value Chain and Stakeholder Analysis for North-East Algeria.
23. **Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées : objectif et critères de sélection. INRA, Paris.
24. **Gallais A. et Bannerot B., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA.
25. **Gilli C. et al., 2014.** Mûrissement des tomates en fin de culture : l'éthylène à la rescousse !
26. **Guillermo J. F., 2007.** Conjunto Tecnológico para la Producción de Tomate.
27. **Hadj Larbi N., Hadjaz D., 2017.** Effet de la fertilisation organique et minérale sur la qualité et le rendement chez deux variétés de tomate : hybride (Tavira) et fixée (Marmande) cultivées sous serre.
28. **Hartono T. et al., 2019.** Screening of in Vitro Health Benefits of Tangerine Tomatoes.
29. **Hermann C. T., 2020.** Tomato (*Solanum lycopersicum*) pollinators and their effect on fruit set and quality.
30. **Hurrera A. B., 1998.** Introduction à l'oléiculture. ED Universidar estatal a distancia. Ed EUNED. 28p.
31. **INRA., 2021.** <https://ephytia.inra.fr/fr/C/4949/Tomate-Diagnostic-guide>
32. **INRA., 2023.** <https://ephytia.inra.fr/fr/C/4942/Tomate-Identifier-maladies-et-ravageurs>
33. **INRA., 2013.** [https://ephytia.inra.fr/fr/C/4963/Tomate-Alterations-anomalies-des-folioles-et-des-feuilles.](https://ephytia.inra.fr/fr/C/4963/Tomate-Alterations-anomalies-des-folioles-et-des-feuilles)
34. **INRA., 2022.** Fiche technique : Culture de la tomate.
35. **ITCM., 2021.** Effet de deux fertilisations organiques (fumier de ferme et grignon d'olive) et une fertilisation minérale sur la qualité et le rendement chez deux variétés de tomate : l'une fixée « Marmande » et l'autre hybride « Agora F1 » cultivées en plein champ. ED mémoire universitaire UMMTO. 6p.
36. **ITCMI., 2018.** Guide pratique de la tomate.
37. **ITCMI., 2022.** Guide pratique : La Culture de la Tomate industrielle. 2p.

## Référence bibliographique

---

38. **ITCMI., 2022.** Fiche technique valoriser des cultures maraichères et industrielles.
39. **Jonas H. et al., 2021.** Plant growth: The What, the How, and the Why.
40. **Latigui A., 1984.** Effets de différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INRA El Harrach, Algérie. 4p.
41. **Laumonier R., 1979.** Culture légumière et maraîchère. Tome 3. Ed Baillière Paris.
42. **Maria B., 2005.** L'olivier trésor de la santé. Alpen Éditions Centre Pastoral, Monaco. 28p.
43. **MADRPM/DERD., 1999.** Fiche technique tomate sous serre. 1p.
44. **Michaud L., 2018.** La tomate de la terre à la table. Ed Multi Monde. P21, 13, 14, 21p.
45. **Munro D. B. et Small E., 1998.** Vegetables of Canada. NRC Research Press, Canada.
46. **Nefzaoui A., 1991.** Contribution à la rentabilité de l'oléiculture par une valorisation optimale des sous-produits. Options Méditerranéennes, Série Séminaire N°16. PP101-108. Ecole supérieure d'horticulture Sousse, Tunisie.
47. **NPCS Board of Consultants and Engineers., 2017.** Tomato and tomato products manufacturing. Ed 106-E, Kamla Nagar, Delhi-110007 (India). 17p.
48. **Onagri., 2015.** Note d'analyse N° 4, La filière de la tomate industrielle en Tunisie : Enjeux et contraintes. (Direction Générale de la Production Agricole). 4 et 7p.
49. **Pesson P. et Louveaux J., 1984.** Pollinisation et productions végétales. Institut national de la recherche agronomique.
50. **POLESE., 2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis. 19p.
51. **Raymon E. W. et al., 1961.** Tomato Diseases and Their Control. Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture. 1p.
52. **Réseau d'avertissements phytosanitaires., 2021.** Le chancre bactérien de la tomate de champ : biologie et symptômes. Fiche technique Solanacées. 2, 3p.
53. **Réseau d'avertissements phytosanitaires., 2021.** Moucheture bactérienne de la tomate de champ : biologie et symptômes. Fiche technique Solanacées. 2, 3p.
54. **Richard C. et Boivin G., 1994.** Maladies et ravageurs de cultures légumières au Canada : un traité pratique illustré. Société d'entomologie de Canada.
55. **Saira S. et al., 2024.** Tomatoes Unveiled: A Comprehensive Exploration from Cultivation to Culinary and Nutritional Significance. 4p.
56. **Sebban A. et al., 2004.** Schéma de valorisation des grignons d'olives produits par les maasras marocaines.

## Référence bibliographique

---

57. **Shankara N. et al., 2005.** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation.

## **Résumé :**

L'étude a été réalisée en plein champ à l'Institut Technologique Moyen Agricole Spécialisé (ITMAS) de Boukhalfa. Elle avait pour objectif d'évaluer l'effet de deux types de fertilisation, organique (marc de café et grignon d'olive) et minérale (azote), sur le développement et le rendement de la variété fixe de tomate « Marmande ». Plusieurs paramètres de croissance et de production ont été mesurés, notamment le diamètre et la hauteur de la tige principale, le nombre moyen de bouquets floraux, le nombre moyen de fruits, le calibre des fruits, ainsi que le poids moyen des fruits par plant.

Les résultats ont montré que la fertilisation organique, en particulier avec le grignon d'olive, a significativement amélioré les paramètres de croissance et de production. Les plants traités avec des fertilisants organiques ont développé des tiges plus robustes, une meilleure floraison, et ont produit des fruits de plus grand calibre et de meilleure qualité. En dépit des conditions climatiques défavorables (fortes chaleurs), les traitements organiques ont permis de maintenir une qualité supérieure des fruits. Cette étude souligne l'importance de valoriser les sous-produits agricoles pour une agriculture plus durable, tout en réduisant l'utilisation d'engrais minéraux.

**Mots clés :** Tomate, Fertilisation organique, Marc de café, Grignon d'olive, Rendement, Agriculture durable.

## **Summary:**

The study was conducted in the field at the Specialized Agricultural Technological Institute (ITMAS) of Boukhalfa. Its objective was to assess the effect of two types of fertilization—organic (coffee grounds and olive pomace) and mineral (nitrogen)—on the growth and yield of the tomato variety "Marmande." Several growth and production parameters were measured, including the diameter and height of the main stem, the average number of floral clusters, the average number of fruits, fruit size, and the average fruit weight per plant.

The results showed that organic fertilization, particularly with olive pomace, significantly improved growth and production parameters. Plants treated with organic fertilizers developed sturdier stems, better flowering, and produced larger, higher-quality fruits. Despite unfavorable climatic conditions (high heat), organic treatments helped maintain superior fruit quality. This study emphasizes the importance of utilizing agricultural by-products for more sustainable farming, while reducing the use of mineral fertilizers.

**Keywords:** Tomato, Organic fertilization, Coffee grounds, Olive pomace, Yield, Sustainable agriculture.