



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

Faculté des sciences de la Nature et de la Vie

Département Agroalimentaire

N séries :.....

MEMOIRE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomique

Spécialité : Production des végétaux

THEME

Contribution à l'étude de certaines variétés de tomates sous serre (imtyez, seran, salima, farida) dans la wilaya d'El Oued (Hassi Khalifa)

Présenté Par:

- ❖ M. BEKAKRA Ayoub
- ❖ M. GHEMAM HAMED Fares

Devant le jury composé de :

Président:	Mr. ALLALI Ahmed	MAA, Université d'El Oued
Promoteur :	Mr. ZAATER Abdelmalek	MCB, Université d'El Oued
Examineur :	Mr. DJOUDI Abdelhak	MCB, Université d'El Oued

Année Universitaire 2024/2025

Remerciements

Allah Le Compatissant, le Tout-Puissant, qui nous a donné force, volonté et courage pour surmonter les expériences que nous avons rencontrées tout au long de la réalisation de cet objectif Mémoire.

Je remercie sincèrement **Mr. Abdelmalek Zaater**, et que pour me faire l'honneur de diriger ce travail. Laissez-le trouver dans cette note ma sincère gratitude et mon profond respect pour la confiance et le soutien durable, ainsi que pour ses compétences scientifiques et pédagogiques qui m'ont permis Pour implémenter ce message.

Je remercie **Mr. ALLALI Ahmed**, pour l'honneur que nous avons remporté en présidant le jury.

Je remercie Monsieur Mr **DJOUDI Abdelhak**, d'avoir accepté d'être examinateur de ce mémoire.

J'exprime mes sincères remerciements à mes amies et mes parentes pour leurs conseils et leurs encouragements tout au long de ma période d'essai.

Il n'y a pas de remerciements qui puissent rendre justice à leurs parents pour leurs encouragements compassionnâtes et leurs sacrifices pendant toutes ces années.

Dédicace

Je dédie ce document à ma famille, notamment:

-à ma mère pour son amour maternel et ses bénédictions;

-à mon père, pour m'avoir enseigné le respect d'autrui et de la nature;

-à mes frères et toutes mes sœurs qui m'ont toujours apporté leur soutien inconditionnel durant mes études.

Résumer

Le présent mémoire s'inscrit dans une démarche d'évaluation agronomique de différentes variétés de tomates cultivées sous serre dans la wilaya d'El Oued, une région saharienne à fort potentiel agricole. L'objectif principal de cette recherche est d'identifier les cultivars les mieux

Les résultats ont montré que la variété Imtiyaz s'est distinguée par la plus haute productivité (1200 quintaux/0,5 hectare), une croissance vigoureuse même pendant la saison hivernale, ainsi qu'une bonne tolérance aux maladies. La variété Serane a également présenté de bons résultats en matière de résistance aux maladies. En revanche, Salima s'est caractérisée par une précocité marquée dans la production, tandis que Farida a enregistré une performance moyenne.

Ces résultats soulignent l'importance de l'orientation variétale en fonction des contraintes locales et appellent à une gestion technique optimisée, notamment en matière d'irrigation, de fertilisation et de lutte phytosanitaire.

Les mots clé : tomate, Agriculture sous serre, Wilaya d'El Oued, Cultivars de tomate, Fertilisation, Serres plastiques.

Summary

This thesis is part of an agronomic evaluation approach of various tomato varieties cultivated under greenhouse conditions in the wilaya of El Oued, a Saharan region with high agricultural potential. The primary objective of this research is to identify the cultivars best adapted to the region's specific climatic and soil conditions.

The results showed that the Imtiyaz variety stood out with the highest productivity (1200 quintals/0.5 hectare), vigorous growth even during the winter season, and good disease tolerance. The Serane variety also demonstrated good results in terms of disease resistance. In contrast, Salima showed notable earliness in production, while Farida recorded an average performance.

These findings emphasize the importance of selecting appropriate varieties based on local constraints and advocate for optimized technical management, particularly in irrigation, fertilization, and plant health protection.

Keywords: Tomato, Greenhouse farming, El Oued region, Tomato cultivars, Fertilization, Plastic greenhouses.

ملخص

يندرج هذا البحث ضمن إطار تقييم زراعي لأداء أصناف مختلفة من الطماطم المزروعة داخل البيوت البلاستيكية في ولاية الوادي، وهي منطقة صحراوية ذات إمكانات زراعية كبيرة. الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تحديد الأصناف الأكثر تكيفاً مع الظروف المناخية والتربوية الخاصة بالمنطقة.

أظهرت النتائج أن صنف امتياز تميّز بأعلى إنتاجية (1200 قنطار/0.5 هكتار)، ونمو قوي حتى خلال فصل الشتاء، وتحمل جيد للأمراض. وظهرت سيران نتائج جيدة في تحمل الأمراض. بينما أظهرت سليمة تبيكيرا ملحوظاً في الإنتاج، وسجلت فريده أداءً متوسطاً.

وتؤكد هذه النتائج على أهمية اختيار الأصناف وفقاً للظروف المحلية، كما تدعو إلى تبني إدارة تقنية مثلى تشمل الري والتسميد والمكافحة الصحية للنبات.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، الزراعة المحمية، ولاية الوادي، الإنتاجية الزراعية، البيوت البلاستيكية، مقاومة الأمراض النباتية.

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Résumer.....	
Table des matières	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux.....	
Introduction	15
Première Partie : Synthèse Bibliographique	18
Chapitre 01 : Généralités sur la tomate	18
1. Origine et historique	18
2. Classification botanique	18
2.1. Classification morphologique	18
2.2. Classification génétique	19
2.3. Description morphologique	19
2.4. Cycle végétatif	20
2.5. Conditions écologiques	20
3. Les exigences édaphiques	21
3.1. Structure et texture du sol	21
3.2. Réaction du sol (pH)	21
3.3. Salinité du sol.....	21
3.4. Les besoins physiologiques	21
3.5. Interactions entre éléments minéraux	23
3.6. Importance de la production de la tomate	24
3.7. Contraintes liées à la culture de la tomate :	27
Chapitre 02 : Serres plastiques	30
1. Objectif de l'invention des serres plastiques :	30
2. Les types de serres plastiques.....	30

2.1. Selon la structure (forme) :	30
2.2. Selon le type de couverture :	30
2.3. Selon le système de contrôle climatique :	30
3. Les serres plastiques géantes dans la wilaya d'El Oued	31
3.1. Évolution de la propagation des serres protégées dans la wilaya d'El Oued :	31
3.2. Types de serres plastiques selon la superficie :	31
4. Cultures ciblées sous serres dans la wilaya d'El Oued	31
4.1. La tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)	31
4.2. Le poivron doux et piment fort (<i>Capsicum annuum</i>)	31
4.3. Le concombre (<i>Cucumis sativus</i>)	31
4.4. L'aubergine (<i>Solanum melongena</i>)	32
4.5. Le haricot vert (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	32
4.6. La fraise (<i>Fragaria × ananassa</i>)	32
4.7. Les légumes-feuilles (laitue, épinard, persil, coriandre, etc.)	32
4.8. Melon et pastèque hors-saison (<i>Cucumis melo</i> & <i>Citrullus lanatus</i>)	32
5. Statistiques de la culture de la tomate à Oued Souf (Saison 2024/2025)	32
5.1. Superficie cultivée :	32
5.2. Production attendue :	32
6. Facteurs de réussite de l'agriculture sous serre	33
6.1. Conditions climatiques favorables :	33
6.2. Techniques agricoles modernes :	33
6.3. Soutien institutionnel :	33
7. Commercialisation et distribution	33
8. Défis et perspectives d'avenir	33
8.1. Défis :	33
8.2. Perspectives :	33
Chapitre 03: Situation géographique de wilaya d'El oued Souf	34
1. Caractères climatiques	34
1.1. Climat	34
1.2. Température	35
1.3. Précipitations	35
1.4. Humidité relative de l'air	35

2. Vents.....	35
Deuxième partie : partie pratique.....	37
Chapitre 01 : Matériels & méthodes	37
1. Objectif de l'étude	37
2. Matériel végétal.....	37
3. Lieu de l'expérimentation	38
4. Méthodologie	39
4.1 Pré-germination.....	39
4.2 Travaux du sol.....	40
4.3 Apport d'engrais organique.....	40
4.4 Installation du système d'irrigation.....	41
4.5 Préparation des semis	41
4.6 Mise en place du paillage	41
5. Plantation.....	41
6. Irrigation.....	42
7. Conduite culturale	43
7.1 Conduite des plants	43
7.2 Fertilisation (30 premiers jours)	44
8. Observations de la phase de croissance	46
8.1 Croissance végétative	46
8.2 Floraison.....	47
9. Principaux problèmes phytosanitaires dans la première étapeii :	49
9.1 Mouche blanche (Bemisia tabaci) :.....	49
9.2 Pourriture racinaire (Pythium)	49
9.3 Virus de la feuille jaune de la tomate (TYLCV).....	50
10. Développement des fruits	50
11. Principales observations sur la nouaison après l'introduction des abeilles.....	51
.....	52
11. Phase de grossissement	53
12. Phase de coloration.....	55
13. Entrée en hiver	57
15. Maladies hivernales observées	59

16. Mois de février	60
17. mois de mars.....	62
18. moi de avril.....	64
19. moi de mai.....	66
Chapitre 02 : analyse globale	67
1. Résultat d’analyse physique et chimique d’irrigation :.....	67
1.1. Résultat d’analyse de consommation d’irrigation mensuelle de plant de tomate :.....	67
2. Résultat d’analyse de rendement à l’hectare (tonne/ha).....	68
2.1. Rendement à l’hectare de plant de tomate pendent chaque moins :.....	68
2.3. Rendement à l’hectare de plant de tomate par saison :	69
3. Discussion	70
3.1. Perspectives :.....	70
3.2. Production	70
3.3. Période de maturité (3).....	70
4. Qualité des fruits	70
5. Résistance aux maladies.....	71
5.1. Résultats des analyses de résistance de plante de tomate aux virus TCYLV de l’Institute ITCMI :	71
5.2. Résultats des analyses de résistance de plante de tomate aux virus TCYLV au terrain :....	72
5.3. Comparaison des résultats des deux tableaux:.....	72
5.4. Recommandations:.....	73
Conclusion.....	75
Références bibliographiques	77

Liste des abréviations

- NPK : azote / phosphore / potassium (engrais chimique)
- PH : potentiel hydrogène
- CE : conductivité électrique
- N: Azotes
- P: phosphore
- K: potassium
- CA: calcium
- JAR: jours après repiquage
- NO^{-3} : Nitrates
- NH^{+4} ammonium
- Mg: magnésium
- Kg: kilogramme
- H^{+} : cation hydrogène
- Fe: fer
- Ha: hectare
- FAO : Food and Agriculture Organization (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
- NK : azote / potassium
- NP: azote / phosphore
- PK: phosphore / potassium
- OMS: Organisation Mondiale de la Santé
- M : mètre
- Km: kilomètre

-
- Km²: kilomètre carré
 - Mm: millimètre
 - C°: degré Celsius
 - M²: mètre carré
 - G : gramme
 - BQT: bouquet
 - NBR: nombre
 - PLT : plant
 - JAR: jours après repiquage
 - Cm : centimètre

Liste des figures

Figure 01: Situation géographique de la région d'El-Oued.....	34
Figure 02 : Image représentant les boîtes d'essai de tomates des cultivars Salima et Farida.....	37
Figure 03 : deux Images représentant les boîtes d'essai de tomates des cultivars Seran et imtye...	38
Figure 04 : Une image montrant l'emplacement de l'expérience.....	39
Figure 05 : Image représentant un plant de tomate du cultivar Salima.....	39
Figure 06 : Un tracteur laboure.....	40
Figure 07 : Une image représentant la propagation de la matière organique dans le site de plantation.....	40
Figure 08 : Une image représentant la position du paillage sur le site de plantation.	41
Figure 09 : deux images représentant un plant de tomate au moment de la plantation.....	42
Figure 10 : Une image illustrant le système d'irrigation.....	43
Figure 11 : Une image représentant des tomates de la variété Salima.....	44
Figures12 : Image représentant des plants de tomates des variétés Imtiyaz et Serran au stade initial.....	44
Figure 13 : Image représentant un engrais à haute teneur en phosphore.....	45
Figure 14 : Image représentant un engrais riche en sulfate de potassium, destiné à être appliqué via le système d'irrigation.....	45
Figure 15 : Image représentant la variété Salima.....	46
Figure 16 : Images représentant la variété Seran à droite et la variété Imtiyaz à gauche.....	47
Figure 17 : Image représentant un produit pour stimuler la nouaison, de nom commercial Bor Green.....	47
Figure 18 : Image représentant le début de l'apparition des fleurs de la variété Salima.....	48

Figure 19 : image représentant l'épanouissement des fleurs de la variété seran.....	48
Figure 20 : Image représentant des feuilles infestées par la mouche blanche.....	49
Figure 21 : deux Images représentant une plantule atteint de la maladie de fonte des semis avec traitement.....	49
Figure 22 : Image représentant un plant de la variété Imtiyaz infecté par un virus (tylcv).....	50
Figure 23 : deux images représentant les abeilles responsables de la pollinisation, leur mode de suspension et leur habitat spécifique.....	50
Figure 24 : Image représentant la vigueur de la nouaison chez la variété seran.....	51
Figure 25 : Image représentant la nouaison chez la variété Imtiyaz.....	51
Figure 26 : Image représentant la nouaison chez la variété Salima.....	52
Figure 27 : Image représentant le début de la nouaison chez la variété Farida.....	52
Figure 28 : Pour obtenir un bon calibre, il est nécessaire d'apporter un engrais.....	53
Figure 29 : Image représentant la taille des fruits de la variété Farida.....	53
Figure 30 : Image représentant la taille des fruits de la variété imtiyaz.....	54
Figure 31 : Image représentant la taille des fruits de la variété imtiyaz.....	54
Figure 32 : Image représentant les fruits de la variété Salima au début de leur maturité.....	55
Figure 33 : Image représentant les fruits de la variété Farida avec un retard dans la coloration....	55
Figure 34 : Image montrant les fruits du cultivar Seran au début de la coloration rouge des fruits.....	56
Figure 35 : Image montrant les fruits du cultivar Imtiyaz.....	56
Figure 36 : Image montrant les tomates du cultivar Siyran en hiver.....	57
Figure 37 : Image montrant les tomates du cultivar Farida en hiver.....	57

Figure 38 : Image montrant les tomates du cultivar Salima en hiver.....	58
Figure 39 : Image montrant les tomates du cultivar Farida en hiver.....	58
Figure 40 : Image représentant des tomates des variétés Salima et Farida à la fin du mois de février.....	60
Figure 41 : Image représentant des tomates de la variété Seran lors de la récolte au mois de février.....	61
Figure 42 : deux images représentant des tomates de la variété imtiyez lors de la récolte au mois de février.....	61
Figure 43 : Image représentant des tomates de la variété Seran au mois de mars.....	62
Figure 44 : Image représentant des tomates de la variété imtiyez au mois de mars.....	62
Figure 45 : Image représentant un engrais 20/20/20.....	63
Figure 46 : Image représentant un engrais 12/12/36.....	63
Figure 47 : Image représentant des tomates de la variété Seran au mois d'avril.....	64
Figure 48 : Image représentant des tomates de la variété Imtiyez au mois d'avril.....	64
Figure 49 : Image représentant des tomates des variétés Seran et Imtiyaz à la fin du mois de mai et à la fin de la saison agricole.....	66

Liste des tableaux

Tableau 01 : Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017 FAOSTAT (2017).....	24
Tableau 02 : Les compositions chimiques d'un fruit de tomate (anonyme ,2010).....	26
Tableau 03 : maladies et ravageurs de la culture de tomate (Leroux, 2003).....	29
Tableau 04 : présente les maladies fongiques ayant affecté la tomate durant la période hivernale, avec le taux d'infection pour chaque type et le traitement appliqué.....	60
Tableau 05 : représente les maladies entomologiques et les traitements correspondants.....	65
Tableau 06 : Tableau de résistance des variétés de tomates au virus TCYLV d'ITCMI 2021.....	71
Tableau 07 : Tableau de résistance des variétés de tomates au virus TCYLV au terrain.....	72

INTRODUCTION

Introduction

Les produits horticoles jouent un rôle essentiel dans la nutrition humaine, contribuant de manière significative à la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations grâce à leur intégration fréquente dans la préparation des repas (Souma, 2020).

Parmi ces produits, la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) occupe une place prépondérante à l'échelle mondiale. Ce légume est largement apprécié non seulement pour ses multiples usages culinaires, mais aussi pour sa richesse en nutriments tels que le potassium et les vitamines A et B, ainsi que pour ses propriétés antioxydantes grâce aux caroténoïdes et au lycopène, ce qui lui confère un rôle protecteur contre de nombreuses maladies dégénératives (Naika et al., 2005). La qualité gustative de la tomate est principalement liée à sa teneur en sucres et en acides, des facteurs clés de sa saveur (Helis et al., 2006). La tomate est consommée sous diverses formes : fraîche en salade, cuite à la vapeur, frite, grillée, ou transformée en soupe, jus ou ketchup (Daub et al., 2020).

La culture de la tomate constitue l'un des secteurs horticoles les plus importants au niveau mondial, se classant au deuxième rang après la pomme de terre en termes d'importance (De Brouwer et al., 2005). La production mondiale de tomates a connu une croissance continue au fil des ans, atteignant 153,8 millions de tonnes en 2009 contre 110,2 millions de tonnes en 2000 (FAOSTAT, 2012). La Chine et les États-Unis étaient les principaux producteurs, avec respectivement 45,4 et 14,2 millions de tonnes la même année. En Algérie, la tomate représente également une culture horticole majeure ; plus de mille hectares y sont consacrés chaque année, que ce soit en plein champ ou sous serres (FAO, 2012).

Cependant, malgré son importance stratégique dans le secteur horticole algérien, la tomate affiche encore un rendement faible par rapport aux normes internationales (FAOSTAT, 2012). Cette faible productivité est principalement due à la propagation de maladies virales et fongiques dans les cultures en plein champ, ce qui a conduit à un recours croissant aux serres, qui représentent une technologie avancée permettant de protéger la culture de la tomate contre divers ravageurs. Les défis liés à la culture de la tomate sous serre résident dans la recherche de variétés adaptées, résistantes aux maladies et aux ravageurs, tout en maintenant une qualité et une productivité élevées.

Introduction

La wilaya d'El Oued connaît une production importante de tomates, ce qui s'explique par l'adéquation de ce produit aux exigences du marché, en raison de sa grande rentabilité dans la région.

Compte tenu des conditions climatiques spécifiques de la wilaya d'El Oued, on observe une forte utilisation des serres plastiques pour la culture de la tomate. En effet, plusieurs statistiques confirment le nombre élevé de serres dans la région, ce qui entraîne l'apparition de nombreuses maladies et problèmes spécifiques à cette culture.

L'objectif principale de notre étude ce basent sur la base de ces constats, nous avons choisi de mener cette étude, qui vise à contribuer à l'analyse de certaines variétés de tomates présentes sur le marché local de la wilaya d'El Oued Souf. Pour cela, plusieurs interrogations ont été soulevées :

- Quelles sont les variétés cultivées dans la wilaya d'El Oued Souf ?
- Quelle est la capacité d'adaptation du plant de tomate aux conditions climatiques locales ?
- Quel est le rendement de production de la tomate ?

L'étude a été divisée en deux parties : théorique et appliquée.

Dans la partie théorique, nous avons abordé trois chapitres sont :

- **Chapitre 01 : Généralités sur la tomate.**
- **Chapitre 02 : Serres plastiques.**
- **Chapitre 03 : Situation géographique de wilaya d'El oued Souf.**

Et dans la partie pratique, nous avons abordé :

- **Chapitre 01 : Matériels & méthodes.**
- **Chapitre 02 : resultat & discussion.**

PREMIÈRE PARTIE

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Première Partie : Synthèse Bibliographique

Chapitre 01 : Généralités sur la tomate

1. Origine et historique

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est originaire des Andes en Amérique du Sud. Elle a été domestiquée au Mexique avant d'être introduite en Europe dès 1544. À partir de l'Europe, sa culture s'est répandue progressivement vers l'Asie du Sud et de l'Est, l'Afrique et le Moyen-Orient. Plus récemment, des variétés sauvages ont été réintroduites dans plusieurs régions d'Amérique du Sud et au Mexique (Naika et al., 2005).

En Algérie, la tomate a été introduite par des cultivateurs originaires du sud de l'Espagne, attirés par des conditions climatiques particulièrement favorables. Sa consommation a d'abord débuté dans la région d'Oran vers 1905, avant de s'étendre progressivement vers les zones centrales du pays (Latigui, 1984).

2. Classification botanique

La tomate appartient à la famille des Solanacées, qui regroupe également des plantes bien connues comme la pomme de terre, le tabac, le poivron et l'aubergine (Shankara et al., 2005). Selon Cronquist (1981) et Gaussen et al. (1982), la classification botanique de la tomate est la suivante :

- + Règne : Plantae
- + Sous-règne : Trachenobionta
- + Division : Magnoliophyta
- + Classe : Magnoliopsida
- + Sous-classe : Asteridae
- + Ordre : Solanales
- + Famille : Solanaceae
- + Genre : Solanum
- + Espèce : *Lycopersicon esculentum* L.

2.1. Classification morphologique

Selon Polose (2011), les tomates peuvent être classées selon leur port végétatif :

- **Croissance indéterminée** : Ces variétés continuent leur croissance tant que les conditions le permettent. Elles nécessitent un tuteurage rigoureux et des interventions régulières (taille, ébourgeonnement).
- **Croissance déterminée** : Ces variétés arrêtent leur développement après avoir produit quelques bouquets floraux. Elles sont prisées en culture commerciale pour leur compacité et leur moindre besoin en main-d'œuvre (Naika et al., 2005).
- **Variétés buissonnantes** : Reconnaissables à leurs tiges épaisses et à leur port robuste, elles sont proches des variétés à croissance déterminée mais peu cultivées en Algérie (Naika et al., 2005).

2.2. Classification génétique

La tomate cultivée (*Lycopersicon esculentum*) est une espèce diploïde ($2n = 24$ chromosomes), avec de nombreux mutants monogéniques utiles en sélection variétale (Gallais et Bannerot, 1992). Elle est principalement autogame mais peut également subir des fécondations croisées.

Variétés fixées : Stables génétiquement, elles offrent une qualité gustative supérieure (Polese, 2007).

Variétés hybrides : Apparues vers 1960, elles combinent plusieurs traits agronomiques grâce à l'effet d'hétérosis (Polese, 2007).

2.3. Description morphologique

Système racinaire : Racine pivotante puissante atteignant 50 cm ou plus, avec de nombreuses ramifications latérales (Shankara et al., 2005).

Tige : Longue (2 à 4 m), poilue et ramifiée, elle devient lignifiée avec l'âge (Kaissoumi et al., 2017).

Feuilles : Composées et alternes, les premières sont plus petites, suivies de feuilles plus larges (Vaa Brunt, 1998).

Fleurs : Bisexuées, jaunes, regroupées en bouquets, pollinisées surtout par les insectes (Polese, 2007).

Fruit : Baie de forme variable (ronde, oblongue), avec un diamètre pouvant aller jusqu'à 15 cm selon la variété (Renarde, 2003).

Graines : Petites (3 à 5 mm), réniformes, poilues, avec un cycle de culture moyen de 3,5 à 4 mois (Shankara et al., 2005).

2.4. Cycle végétatif

Le cycle de la tomate dure en moyenne 3 à 4 mois et comprend plusieurs phases : germination, croissance, floraison et fructification/maturation (Gallais et Bannerot, 1992 ; Van Der Vossen et al., 2004).

2.5. Conditions écologiques

Température : La plage optimale est de 21 à 24 °C. En dessous de 10 °C ou au-dessus de 38 °C, la plante subit des dommages (Lambert, 2017).

Lumière : Essentielle pour la nouaison et la fructification, un ensoleillement suffisant est requis (Lima et al., 2012).

Humidité : Idéale autour de 60 % pour éviter les problèmes de pollinisation et de maladies (Ward et al., 2010).

Sol : La tomate préfère les sols légers, riches en humus, avec un pH compris entre 5,5 et 6,8 (Shankara, 2005)

3. Les exigences édaphiques

3.1. Structure et texture du sol

La tomate peut s'adapter à une grande diversité de types de sols, allant des alluvions légères jusqu'aux argiles plus compactes. Toutefois, elle manifeste une préférence pour les sols légers, bien aérés, riches en humus et présentant une bonne perméabilité, des caractéristiques particulièrement avantageuses pour les cultures précoces. Ainsi, les substrats silico-argileux, sableux-humiques et limono-humiques sont considérés comme très favorables à sa croissance (Laumonier, 1979).

Les sols lourds, qui conservent mieux la fraîcheur, sont plus adaptés aux cultures de saison, tandis que les sols plus légers, qui se réchauffent rapidement au printemps, sont préférables pour les cultures précoces (Chaux et Foury, 1994).

3.2. Réaction du sol (pH)

La culture de tomate tolère une large gamme de valeurs de pH, bien qu'elle atteigne un développement optimal dans un sol dont le pH est compris entre 5,5 et 6,8, en présence d'un bon niveau de fertilisation (Shankara, 2005).

3.3. Salinité du sol

La tomate est classée parmi les cultures moyennement tolérantes à la salinité. Une conductivité électrique de 2,5 g/l de sels totaux peut induire une réduction du rendement de l'ordre de 10 %, tandis qu'à 4 g/l, cette baisse peut atteindre 25 %. Par conséquent, il est essentiel de surveiller régulièrement la CE tout au long du cycle cultural (Chalane et Labdiouenf, 2007).

3.4. Les besoins physiologiques

3.4.1. Exigences en eau

L'apport hydrique est crucial tout au long du développement de la plante, particulièrement durant la formation des fruits. Des irrégularités dans l'irrigation peuvent provoquer des désordres physiologiques tels que la nécrose apicale, caractérisée par des taches brunes à l'extrémité du fruit, résultant d'un transport déficient du calcium. L'irrégularité de l'arrosage doit être particulièrement surveillée en sols sableux. Dans le cas des sols argileux, il est recommandé de privilégier une irrigation par gravité à l'aide de sillons, afin de limiter l'humidité sur le feuillage et ainsi réduire les risques d'infections fongiques. En période sans précipitations, un arrosage tous les 3 à 4 jours est nécessaire (tous les 2 à 3 jours sur sols sableux) (Fiche technique Tomate – JP Courchinoux, 2008).

3.4.2. Exigences en éléments nutritifs

Les besoins nutritifs de la tomate sont considérables et doivent être adaptés selon le type de sol, le système de production, la gestion de l'irrigation et les objectifs de rendement (Tikarrouchine, 2009).

Azote (N)

La consommation en azote est estimée à 2,67 kg par tonne de fruits, avec une absorption qui augmente au fur et à mesure du grossissement des fruits. La moitié de l'azote assimilé est localisée dans les fruits. La plante absorbe principalement les formes nitrate (NO_3^-) et ammonium (NH_4^+), cette dernière étant absorbée plus rapidement en sols sableux, bien que son effet acidifiant puisse nuire au développement si le pH n'est pas contrôlé. De plus, la réponse de la culture à la fertilisation azotée est conditionnée par la disponibilité en potassium (K) (Tikarrouchine, 2009).

Phosphore (P)

Le phosphore est requis à hauteur de 0,93 kg par tonne de fruits. Il favorise particulièrement le développement racinaire en début de cycle. Dans la plante, il se répartit dans les feuilles, les tiges et surtout les fruits. La disponibilité du phosphore est fortement influencée par le pH, celui-ci devenant moins soluble à mesure que le pH augmente (Chalane et Labdiouene, 2007).

Potassium (K)

Chaque tonne de fruits nécessite environ 5,01 kg de potassium. Cet élément est essentiel tant pour le rendement que pour la qualité des fruits. En culture hors-sol, la connaissance des dynamiques d'absorption et des interactions entre éléments nutritifs est primordiale. L'accumulation du potassium durant la fructification est davantage liée à l'intensité du flux de sève qu'à sa concentration dans le xylème (Chaux et Foury, 1994).

Calcium (Ca)

Les besoins en calcium sont évalués à 4 kg par tonne produite. Il s'accumule principalement dans les feuilles (plus de 3 %), mais reste faible dans les fruits (environ 0,2 %). L'absorption du calcium dépend de sa concentration dans la solution nutritive, mais également de celle du potassium et de

l'azote ammoniacal. Elle devient plus difficile en cas de pH acide, un pH supérieur à 5,5 étant nécessaire pour prévenir les carences (Chanforan, 2010).

Magnésium (Mg)

Pour chaque tonne de fruits, la culture consomme environ 0,6 kg de magnésium. Son absorption est sensible à la concurrence avec d'autres cations, notamment le K^+ et les ions H^+ , ce qui pose problème dans les sols acides riches en protons libres. La teneur foliaire en magnésium passe de 0,8 % au stade végétatif à 1,1 % à la maturité des fruits (Chanforan, 2010).

Oligo-éléments

Les oligo-éléments sont souvent moins disponibles à pH élevé. C'est le cas du fer, dont la carence provoque des chloroses ferriques observables dès que le pH atteint 7,0 à 7,5 ; une correction peut être obtenue en abaissant le pH à 6,0. Le manganèse, quant à lui, est souvent déficient en période de forte croissance végétative et reproductive. La température des racines influence favorablement l'absorption de Fe et Mn, avec un effet positif observé entre 12°C et 30°C (Anonyme, 2008).

3.5. Interactions entre éléments minéraux

Interactions entre le potassium (K), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) :

La répartition de ces cations dans la plante dépend de leur concentration relative. Le potassium est généralement le plus compétitif. Le rapport $K/(Ca+Mg)$ reste globalement stable dans les tissus, mais peut être modifié par la forme d'azote apportée et le stade de croissance. L'azote sous forme nitrate (NO_3^-) favorise l'absorption des cations, laquelle augmente avec l'âge de la plante si le sol n'est pas excessivement riche en potassium. Un excès de K peut induire des carences en Mg voire en Ca, en raison du déséquilibre des rapports K/Mg et K/Ca (Anonyme, 2008).

Interaction entre le potassium (K) et le bore (B) :

Un apport élevé de potassium peut entraîner une diminution de la teneur en bore dans les tissus végétaux, et affecter le rapport Ca/B dans la plante (Chanforan, 2010).

3.6. Importance de la production de la tomate

3.6.1. À l'échelle mondiale

La tomate constitue la troisième espèce potagère la plus cultivée au monde, après la pomme de terre et la patate douce (Chanforan, 2010).

D'après les estimations de la FAO en 2016, la production mondiale de tomate s'élevait à **177 042 359 tonnes**, cultivées sur **4 782 753 hectares**, ce qui représente un **rendement moyen de 37,01 t/ha**. L'Afrique contribue à hauteur de **11,2 %** à cette production (19 792 182 tonnes), avec une superficie cultivée de **1 269 456 hectares**, et un **rendement moyen de 15,59 t/ha**.

En Afrique de l'Ouest, **18,5 %** de la production africaine de tomates est concentrée, soit environ **16 128 027 tonnes** (FAOSTAT, 2017).

L'Égypte domine la production continentale, suivie par le **Nigéria**, **l'Algérie**, **le Maroc** et **la Tunisie** (FAOSTAT, 2017).

Position	Pays	Production (tonnes)
1	Chine	50.664.255
2	Inde	18.227.000
3	Etas unies	12.574.550
4	Turquie	11.820.000
5	Egypte	8.533.803
9	Espagne	3.683.600
16	Maroc	1.293.319
24	Hollande	855.000

Tableau 01 : Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017
FAOSTAT (2017).

3.6.2. En Algérie :

La demande en légumes frais a connu une nette augmentation en Algérie, conséquence directe de la croissance démographique et d'une amélioration progressive du niveau de vie des populations. Dans ce contexte, la tomate occupe une place de choix parmi les cultures maraîchères, se positionnant au second rang après la pomme de terre dans le régime alimentaire des Algériens (Boudhar et Chaou, 2016).

Selon les mêmes auteurs, la production de tomate industrielle est concentrée dans plusieurs grandes régions du pays :

- **L'Est algérien** détient la part la plus importante, représentant environ **84 %** de la superficie nationale destinée à cette culture. Cette zone inclut les wilayas de **Skikda, El Tarf, Annaba, Guelma** et **Jijel**, où la tomate est cultivée aussi bien en conditions pluviales que sous irrigation partielle.
- **La région centre** représente **12 %** de la surface totale, regroupant notamment les wilayas de **Blida, Alger, Boumerdes, Béjaïa, Chlef, Tipaza** et **Aïn Defla**.
- **L'Ouest du pays**, quant à lui, comprend des zones comme **Mostaganem, Relizane, Mascara, Sidi Bel Abbès** et **Tlemcen**, mais ne représente que **2,7 %** de la superficie dédiée à la tomate.

Enfin, **le Sud algérien**, avec des wilayas comme **Adrar** et **Biskra**, commence à s'impliquer dans cette culture grâce à ses potentialités agricoles croissantes.

3.6.3. Valeur nutritionnelle de la tomate :

Très appréciée pour sa polyvalence en cuisine, la tomate est consommée aussi bien crue que cuite, ou encore sous forme de produits transformés tels que les jus, sauces, concentrés ou confitures.

Contrairement à beaucoup d'autres fruits, la tomate est un aliment à faible densité énergétique. Elle fournit environ **22 kcal pour 100 g à l'état cru** et **26 kcal pour 100 g une fois cuite**. Son intérêt nutritionnel réside dans sa composition : elle est constituée à **95 % d'eau** et à **5 % de matière sèche**, parmi laquelle on retrouve environ **50 % de sucres simples** (fructose et glucose), **25 % d'acides organiques** (principalement citrique et malique), **8 % de minéraux**, **2 % d'acides aminés**, ainsi que des **caroténoïdes** et d'autres **métabolites secondaires** bénéfiques à la santé (Davies et Hobson, 1981).

Fruit Composition	Tomate rouge, mure, crue moyenne, 6.5 cm diamètre 125 g	Jus de tomate, conserve ; ½ tasse(125 ml)/130 g	Tomate rouge, mûre,entière, en conserve, 1tasse (250ml)/ 255 g
Calories	22	94	43
Protéines	1,1 g	1,0 g	2,0 g
Glucides	4,8	5,4 g	10,1 g
Lipides	0,3 g	0,1 g	0,3 g
Fibres alimentaires	1,5 g	0,9 g	2,0 g
Charge glycémique : Faible pour le jus de tomate			
Pouvoir antioxydant : Faible pour la tomate crue, Modéré pour la tomate cuite			

Tableau 02 : Les compositions chimiques d'un fruit de tomate (anonyme ,2010)

3.6.4. Importance médicale de la tomate :

Depuis l'époque des civilisations précolombiennes, notamment chez les Incas d'Amérique du Sud, la tomate était déjà reconnue pour ses vertus médicinales. Les feuilles fraîches de la plante étaient traditionnellement utilisées pour leurs propriétés antibactériennes (Philouze et Hedde, 1995).

De nos jours, de nombreuses études épidémiologiques et prospectives ont mis en évidence l'impact bénéfique des composés présents dans la tomate, en particulier leur pouvoir **antioxydant**. Ces substances contribuent à **protéger les cellules contre les effets néfastes des radicaux libres**, retardant ainsi le vieillissement cellulaire et réduisant les risques de développement de certains cancers. Grâce à sa richesse en **vitamines A, C**, ainsi qu'en **lycopène** — un pigment de la famille des caroténoïdes — la tomate est souvent qualifiée d'aliment revitalisant par excellence (Bazzano et Serdula, 2003).

3.7. Contraintes liées à la culture de la tomate :

La production de tomate est confrontée à un ensemble d'obstacles qui peuvent être d'origine **abiotique** ou **biotique**, limitant ainsi les rendements attendus.

Les contraintes abiotiques englobent notamment les **déséquilibres en eau et en nutriments**, ou encore des **conditions édaphiques défavorables** telles qu'une faible profondeur du sol ou un drainage inadéquat, nuisant au bon développement des racines (Courchinoux, 2008).

D'un autre côté, les contraintes biotiques incluent les **attaques de ravageurs** ainsi que la **concurrence exercée par les adventices** (mauvaises herbes) sur les ressources indispensables à la croissance des plants, comme la lumière, l'eau et les éléments minéraux (Shankara et al., 2005). Certaines de ces adventices peuvent également abriter des **organismes pathogènes**, notamment des insectes, champignons, ou nématodes, responsables de maladies chez la tomate.

Les principales **maladies fongiques** affectant cette culture sont répertoriées dans le **tableau 03**.

L'organe	Causes	Symptômes	Remèdes
Racines	Croky Root (Pyrenochaetalycopersici)	Flétrissement de la plante, jaunissement général, puis crispation des feuilles et impression de dessèchement	Organisé une bonne rotation Planter les variétés résistantes Arrosage au pied des plants avec un fongicide
Racines	Pourriture des racines ou Fusarium	L'extrémité du	Planté des
	(Fusariumoxyspoum.radici slycopesice)	plant se flétrit et les feuilles de la base jaunissent	variétés résistantes Arrachez et brûlé les

			plants atteints
Sur le collet et la tige	Pourriture grise (Botrytis cinerea)	Présence d'un ou de plusieurs chancres de couleurs beige brunâtre sec à contour bien délimité sur la tige principale des plants jaunes, le plant se flétrit en suit	Limiter les arrosages en terrain humide
Sur le collet et la tige	Pied noir ou pourriture du pied (Didymella lycopersica)	Développement à différentes endroits de la tige d'un chancre brun humide bien délimité se couvrant de points noirs	Arrachez et brûlez les plants atteints. N'arrosez pas trop en terrain humide
Les feuilles	Alternariose (Alternaria solani)	Présence des taches brunes noirâtres sur les feuilles, élargissant par anneaux concentriques, éventuellement cernées d'un halo jaune, taches également sur la tige mais ovales.	Dès l'apparition des premières taches, pulvérisez un fongicide à base de mancozèbe de Manébe

Les feuilles	Verticilles (Verticillaeahiae)	Flétrissement et jaunissement des folioles d'abord s'un seul côté, puis se généralise par la suit desséchement des feuilles de la base	Dés le début du jaunissement des folioles, pulvérise un fongicide a la base de manébe ou mancozebe
Fruits	Anthraxnose (Colletotriclumcocodes)	Sur les fruits bien rouges, épiderme parsemé de taches aux centres noirâtres, légèrement creusées, de 5 a 10mm de diamètre	Dés l'apparition des premières taches pulvérisez un fongicide.
Fruits	Alternariose (Alternariasolani)	Sur l'épiderme des fruits, taches noires creuses de 1 à 2 cm.	Pulvérisez un fongicide.

Tableau 03 : maladies et ravageurs de la culture de tomate (Leroux, 2003)

Chapitre 02 : Serres plastiques

1. Objectif de l'invention des serres plastiques :

L'objectif principal de l'invention des serres plastiques (ou serres horticoles) est de permettre la culture des plantes dans des conditions climatiques défavorables, en créant un environnement contrôlé propice à leur croissance tout au long de l'année. Les objectifs spécifiques incluent :

- Protéger les cultures contre les conditions climatiques extrêmes, telles que le froid, le gel, les vents violents ou les pluies abondantes.
- Prolonger la saison de culture, en permettant la production hors saison.
- Augmenter la productivité et la qualité des récoltes grâce à la maîtrise de la température, de l'humidité, de la lumière et de l'irrigation.
- Réduire l'utilisation des pesticides, l'environnement fermé limitant l'entrée des ravageurs.
- Économiser l'eau grâce à l'utilisation de systèmes d'irrigation efficaces, comme l'irrigation goutte-à-goutte.

2. Les types de serres plastiques

2.1. Selon la structure (forme) :

- **Serre en arc (serre tunnel ou cintrée)** : De forme semi-circulaire. Facile à installer, très répandue.
- **Serre à toit en pignon (à charpente triangulaire)** : Ressemble aux toits traditionnels des maisons. Offre une meilleure ventilation, adaptée aux climats chauds.
- **Serre tunnel haut (High Tunnel)** : Similaire à la serre cintrée mais plus haute. Permet de travailler facilement à l'intérieur, souvent utilisée en agriculture biologique.

2.2. Selon le type de couverture :

- **Serres recouvertes de polyéthylène transparent** : Le matériau le plus utilisé, économique et facile à poser.
- **Serres recouvertes de polycarbonate** : Plus résistantes, meilleure isolation thermique, durée de vie plus longue.
- **Serres vitrées (en verre)** : Plus coûteuses, mais assurent une excellente transmission de la lumière et une grande durabilité.

2.3. Selon le système de contrôle climatique :

- **Serres à gestion manuelle (traditionnelles)** : L'irrigation, la ventilation et la température sont contrôlées manuellement.

- **Serres automatisées (intelligentes)** : Équipées de capteurs pour réguler automatiquement la température, l'humidité, l'éclairage et l'irrigation.
- **Apparition des premières serres géantes** : Selon les statistiques de la Chambre d'agriculture, la première serre plastique géante a été installée en 2012, destinée à la culture de la pastèque (*Citrullus lanatus*). Cette expérience a été un succès, marquant le début de l'adoption de ce modèle à grande échelle dans la région.

3. Les serres plastiques géantes dans la wilaya d'El Oued

3.1. Évolution de la propagation des serres protégées dans la wilaya d'El Oued :

(Un graphique en courbes peut illustrer l'évolution du nombre de serres entre 2012 et aujourd'hui)

3.2. Types de serres plastiques selon la superficie :

- Serres de 1/4 hectare
- Serres de 1/2 hectare
- Serres de 1 hectare

Jusqu'à 2 hectares, en fonction de la configuration du terrain et des besoins du producteur agricole gâtien.

4. Cultures ciblées sous serres dans la wilaya d'El Oued

Dans un contexte climatique saharien caractérisé par des températures extrêmes et une faible pluviométrie, la culture sous serre constitue une alternative stratégique dans la wilaya d'El Oued pour optimiser la production agricole. Les principales cultures maraîchères ciblées dans les systèmes de serres sont les suivantes :

4.1. La tomate (*Solanum lycopersicum*)

- Culture dominante dans les serres de la région.
- Possibilité de production tout au long de l'année.
- Rendement élevé et qualité commerciale appréciée.

4.2. Le poivron doux et piment fort (*Capsicum annuum*)

- Très demandé sur le marché local et national.
- S'adapte bien aux conditions thermo-hygrométriques des serres.

4.3. Le concombre (*Cucumis sativus*)

- Croissance rapide et cycle court.

- Fortement adapté aux systèmes hydroponiques utilisés dans certaines serres modernes.

4.4. L'aubergine (*Solanum melongena*)

- Résistante aux températures élevées.
- Bonne adaptation au climat de la région lorsqu'elle est cultivée sous abri.

4.5. Le haricot vert (*Phaseolus vulgaris*)

- Culture de niche avec une valeur marchande intéressante.
- Exige une maîtrise précise des conditions de culture sous serre.

4.6. La fraise (*Fragaria* × *ananassa*)

- Introduite récemment dans les systèmes sous serre.
- Nécessite une gestion rigoureuse, mais offre une rentabilité élevée.

4.7. Les légumes-feuilles (laitue, épinard, persil, coriandre, etc.)

- Cultivés en cycle court dans des petites serres ou dans des systèmes verticaux et hydroponiques.

4.8. Melon et pastèque hors-saison (*Cucumis melo* & *Citrullus lanatus*)

- La culture en serre permet une production précoce avant la saison estivale.
- Intéressante sur le plan économique

5. Statistiques de la culture de la tomate à Oued Souf (Saison 2024/2025)

5.1. Superficie cultivée :

La superficie consacrée à la culture de la tomate est estimée à 3 000 hectares pour la campagne agricole 2024/2025, enregistrant une augmentation significative par rapport aux saisons précédentes. Cela reflète une expansion notable de l'activité agricole dans la région (DSA 2024).

5.2. Production attendue :

Les autorités agricoles locales prévoient une production excédant 5,3 millions de quintaux de tomates pour la saison en cours, consolidant ainsi la position d'Oued Souf en tant que pôle national majeur de cette filière. (DSA2024)

6. Facteurs de réussite de l'agriculture sous serre

6.1. Conditions climatiques favorables :

Le climat saharien d'Oued Souf, caractérisé par des températures élevées et un fort rayonnement solaire, constitue un environnement optimal pour la culture sous serre.

6.2. Techniques agricoles modernes :

Les agriculteurs de la région recourent à des méthodes avancées telles que l'irrigation goutte à goutte, l'usage de commutateurs électriques de direction d'eau, ainsi que l'intégration de doseurs d'engrais électriques dans les systèmes d'irrigation.

6.3. Soutien institutionnel :

L'agriculture bénéficie de l'appui de la Chambre d'agriculture et des organismes locaux, à travers des programmes de formation, de conseil et la facilitation de l'accès aux marchés.

7. Commercialisation et distribution

Un marché de gros centralisé dédié à la tomate a été inauguré dans la commune d'El Meghaier, facilitant la commercialisation du produit et le lien direct entre les agriculteurs et les commerçants provenant de diverses wilayas du pays.

Ce marché devrait accueillir plus de 400 grossistes, dynamisant ainsi les échanges agricoles dans la région.

8. Défis et perspectives d'avenir

8.1. Défis :

Malgré les avancées, l'agriculture à Oued Souf fait face à plusieurs contraintes telles que la salinité des sols et la rareté des ressources en eau, nécessitant la mise en place de stratégies durables pour préserver la productivité.

8.2. Perspectives :

Grâce à une adoption croissante des technologies innovantes et au renforcement du soutien institutionnel, Oued Souf est appelée à poursuivre sa trajectoire de développement en tant que centre agricole de référence en Algérie, notamment dans le domaine de l'agriculture protégée.

Chapitre 03: Situation géographique de wilaya d'El oued Souf

Le terme « Souf » est d'origine berbère signifiant rivière, équivalent du mot « oued ». Historiquement, les habitants de la région vivaient principalement de l'agriculture, notamment à travers le système traditionnel « Ghoutt » qui repose sur le creusement de cuvettes afin de cultiver à proximité de la nappe phréatique. Cette méthode d'implantation a engendré une topographie irrégulière, compliquant l'aménagement planimétrique de la zone (O.N.R.G.M, 1999).

- La wilaya d'El Oued est localisée au sud-est de l'Algérie et est délimitée par :
- La wilaya de Tébessa au nord-est,
- Khenchela au nord,
- Biskra au nord-ouest,
- Djelfa à l'ouest,
- Ouargla au sud et sud-ouest,
- Et la Tunisie à l'est (ANIFER, 2013).



Figure 01: géographique de la région d'El-Oued

1. Caractères climatiques

1.1. Climat

La région d'El Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique, en hiver la température baisse au-dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C ; la pluviométrie moyenne

varie entre 80 et 100 mm/an (période d'Octobre à février) (A.N.D.I, 2013).

1.2. Température

La température est un paramètre important dont il faut tenir compte pour la caractérisation d'une région donnée. Notre région d'étude (tableaux N° 01) est caractérisée par :

- Le mois le plus chaud est juillet avec 34.77° C.
- Le mois le plus froid est Janvier avec 11.48 °C. Une période froide s'étalant de Novembre à Avril avec une moyenne de 15.42° C.
- Une période chaude s'étalant de Mai à Octobre avec une moyenne de 29.99° C.

1.3. Précipitations

Elles sont irrégulières entre les saisons et les années .En effet la moyenne des précipitations est de 7.77 mm/an (DSA, 2018).

1.4. Humidité relative de l'air

- La région du Souf se caractérise par un air sec. Avec une humidité moyenne annuelle de 44.28 % (2008-2017). Le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre.
- La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région du Souf est enregistrée pendant le mois de Décembre avec 67.44 % et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de Juillet avec 29.64 % (Tableau N° 06) (DSA, 2018).

2. Vents

Les vents les plus forts, sont ceux de l'Est soufflent principalement pendant la période de Février à Août. La vitesse moyenne est de 6.51 m/s (DSA, 2018).

DEUXIEMME PARTIE
MATERIELS & METHODES

Deuxième partie : partie pratique

Chapitre 01 : Matériels & méthodes

1. Objectif de l'étude

Cette expérimentation vise à évaluer les performances agronomiques de plusieurs variétés de tomates cultivées sous serre, en conditions climatiques locales de la wilaya d'El Oued, afin d'identifier les cultivars les plus adaptés à cette région.

2. Matériel végétal

-Quatre variétés de tomates ont été sélectionnées pour cette étude :

- **Tomates à croissance déterminée (au sol) : *Salima* et *Farida* .**



Figure 02 : Image représentant les boîtes d'essai de tomates des cultivars *Salima* et *Farida*

- **Tomates à croissance indéterminée (suspendues) : *Seran* et *Imtiyaz*.**



Figure 03 : 02 Images représentant les boîtes d'essai de tomates des cultivars Seranet intyzez

3. Lieu de l'expérimentation

L'étude a été menée dans une ferme privée située à Hassi Khalifa (wilaya d'El Oued), sur une parcelle d'une superficie de 20000 m². La culture a été réalisée sous erre. Ils sont divisés en deux serres de 1 hectare chacune :

La première est dédiée à la culture de la tomate au sol, avec un demi-hectare pour chaque variété.

La deuxième serre, d'un hectare également, est réservée à la culture de la tomate suspendue, avec un demi-hectare pour chaque varette



Figure 04 : Une image montrant l'emplacement de l'expérience.

4. Méthodologie

4.1 Pré-germination

Les semences de la variété de tomate terrestre ont été envoyées à la pépinière et reçues le 30 août.

- La variété de tomate suspendue a été reçue le 3 septembre.



Figure 05 : Image représentant un plant de tomate du cultivar Salima.

4.2 Travaux du sol

Un labour profond de 30 à 40 cm a été effectué, suivi d'un émottage fin afin d'assurer un bon enracinement.



Figure 06 : Un tracteur laboure

4.3 Apport d'engrais organique

Un mélange de fumier de volaille, de bovins et de moutons a été incorporé au sol, puis mélangé mécaniquement à l'aide d'un tracteur.



Figure 07 : Une image représentant la propagation de la matière organique dans le site de plantation.

4.4 Installation du système d'irrigation

Un réseau d'irrigation goutte-à-goutte a été mis en place de manière à assurer une distribution homogène de l'eau et éviter les stress hydriques. Les distances entre les lignes ont été ajustées en fonction du type de croissance des plants (au sol ou suspendus).

4.5 Préparation des semis

Les jeunes plants ont été arrosés avec un pulvérisateur et traités préventivement par fongicide et insecticide pour limiter les risques d'infections.

4.6 Mise en place du paillage

Un film plastique a été posé pour limiter la pousse des adventices et maintenir une humidité constante autour du système racinaire.



Figure 08 : Une image représentant la position du paillage sur le site de plantation

5. Plantation

- Tomates déterminée : la plantation a été réalisée à la date du 2024/09/01

Le nombre de plants de tomates au sol a été estimé à 16 000 plants par hectare.

- Tomates indéterminée: transplantation effectuée le 2024/09/05

Le nombre de plants de tomates indéterminée été estimé à 24000 plantation par hectare.

Des suivis quotidiens ont permis de remplacer les plants malades ou défailants.

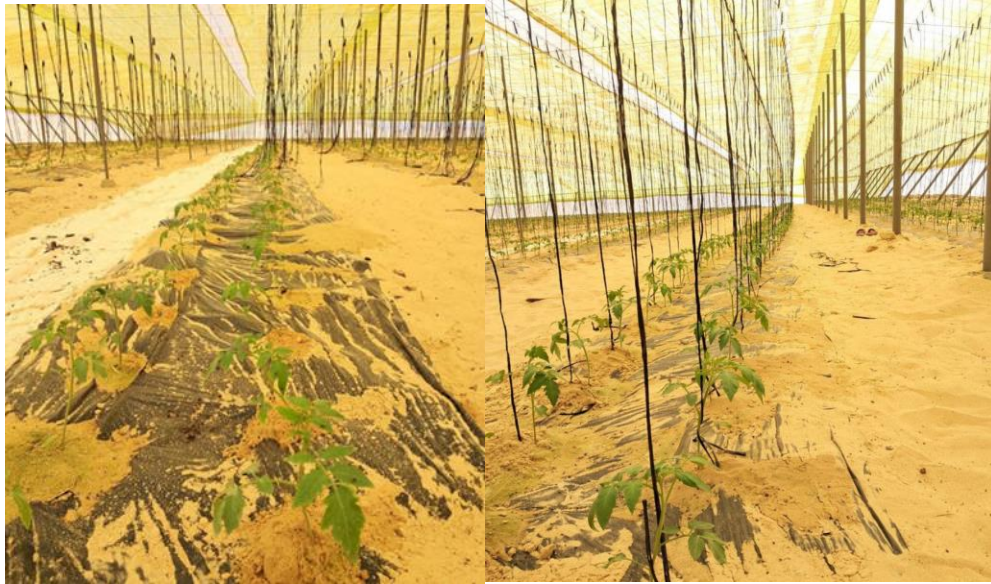


Figure 09 : deux images représentant un plant de tomate au moment de la plantation

6. Irrigation

L'irrigation a été organisée d'une façon à avoir, une irrigation de 30 minutes pour chaque parcelle (4..) pour le premier jour.



Figure 10 : Une image illustrant le système d'irrigation

7. Conduite culturale

7.1 Conduite des plants

Tomates déterminée: on favorise la croissance des ramifications latérales pour maximiser la couverture végétale.



Figure 11 : Une image représentant des tomates de la variété Salima.

- Tomates indéterminée: les tiges principales sont palissées quotidiennement à l'aide de ficelles, avec suppression des gourmands latéraux.



Figures12 : Image représentant des plants de tomates des variétés Imtiyaz et Serran au stade initial

7.2 Fertilisation (30 premiers jours)

- Tomates déterminée: 60 kg de NPK (12-61-0) en trois apports chaque 10 jour.



Figure 13 : Image représentant un engrais à haute teneur en phosphore

- Tomates in déterminée : 25 kg de sulfate de potassium pour renforcer les tiges.
- Appliqué une fois par mois après la transplantation.



Figure 14 Image représentant un engrais riche en sulfate de potassium, destiné à être appliqué via le système d'irrigation

Apports communs (toutes les variétés) :

- 25 kg/ha de calcium 2024/10/08
- 25 kg/ha de magnésium 2024/10/12

8. Observations de la phase de croissance

8.1 Croissance végétative

- Salma et Farida (tomates déterminée) : croissance vigoureuse, bonne ramification et coloration végétative.



Figure 15 : Image représentant la variété Salima

- Seran et Imtiyaz (tomates indéterminée) : croissance comparable, mais tige principale plus développée chez *Imtiyaz*.



Figure 16 : Images représentant la variété Seran à droite et la variété Imtiyaz à gauche.

8.2 Floraison

- Avant la floraison, toutes les variétés ont été traitées par un stimulant florifère « *boroGreen* ».



Figure 17 : Image représentant un produit pour stimuler la nouaison, de nom commercial Bor Green.

- Apparition des premières fleurs sur tomate au sol : 2024/10/15



Figure 18 : Image représentant le début de l'apparition des fleurs de la variété Salima

- Floraison des tomates suspendues : 2024/10/17



Figure19 : image représentant l'épanouissement des fleurs de la variété seran.

9. Principaux problèmes phytosanitaires dans la première étape :

9.1 Mouche blanche (*Bemisia tabaci*) :

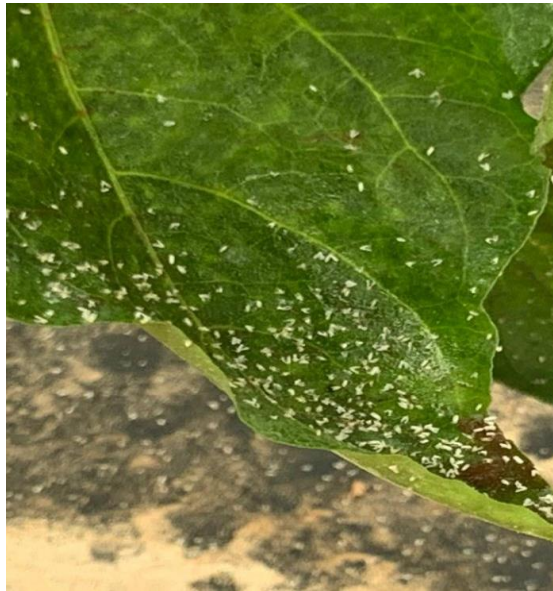


Figure 20 : Image représentant des feuilles infestées par la mouche blanche

- Symptômes : jaunissement et affaiblissement des plantes.
- Traitement : pulvérisation d'*Avicta* à raison de 200 g pour 200 L.

9.2 Pourriture racinaire (*Pythium*)



Figure 21 : deux Images représentant une plantule atteint de la maladie de fonte des semis avec traitement

- Symptômes : flétrissement et pourriture des racines.
- Traitement : Le produit a été appliqué par pulvérisation à raison de 1 litre pour 200 litres.

9.3 Virus de la feuille jaune de la tomate (TYLCV)



Figure 22 : Image représentant un plant de la variété Imtiyaz infecté par un virus (tylcv)

- Symptômes : ralentissement, voire arrêt de croissance.
- Traitement : Lutte indirecte par contrôle de la mouche blanche.

10. Développement des fruits

À ce stade, nous avons introduit les abeilles spécialisées dans la fécondation des fleurs le 5 octobre 2024, comme le montre la figure suivante.



Figure 23 : deux images représentant les abeilles responsables de la pollinisation, leur mode de suspension et leur habitat spécifique.

11. Principales observations sur la nouaison après l'introduction des abeilles

- **Seran** : Floraison précoce au niveau de la première grappe pour les tomates suspendues, avec une floraison vigoureuse



Figure 24 : Image représentant la vigueur de la nouaison chez la variété seran.

- **Imtiyaz** : Fleurs vigoureuses et nouaison lente



Figure 25 : Image représentant la nouaison chez la variété Imtiyaz

- **Salima** : Nouaison rapide et abondante



Figure 26 : Image représentant la nouaison chez la variété Salima

- **Farida** Nouaison moyenne et lente



Figure 27 : Image représentant le début de la nouaison chez la variété Farida

11. Phase de grossissement

Pour obtenir un bon calibre de fruit, il est nécessaire d'apporter un engrais (NPK 20.20.20 + oligo-éléments).

Résultats après 5 jours :

- **Salima** : Calibrage rapide et de grande taille des fruits.



Figure 28 : Pour obtenir un bon calibre, il est nécessaire d'apporter un engrais

- **Farida** : fruits de taille moyenne



Figure 29 : Image représentant la taille des fruits de la variété Farida

- **Imtiyaz** : gros fruits.



Figure 30 : Image représentant la taille des fruits de la variété imtyaz

- **Siyran** : fruits moyens à croissance rapid.

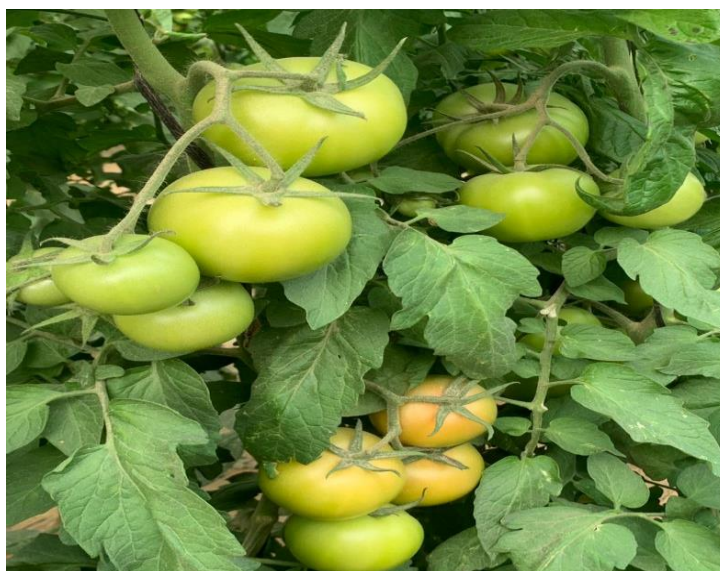


Figure 31 : Image représentant la taille des fruits de la variété imtyaz.

12. Phase de coloration

Pour obtenir une bonne coloration de fruits, il est nécessaire d'apporter un engrais de potassium

20kg — 1ha(par system d'irrigation)

- *Salima* : coloration rapide et intense



Figure 32 : Image représentant les fruits de la variété Salima au début de leur maturité

- *Farida* : Coloration modérée et intense.



Figure 33 : Image représentant les fruits de la variété Farida avec un retard dans la coloration

- *Syran* : coloration rouge rapide.



Figure 34 : Image montrant les fruits du cultivar *Syran* au début de la coloration rouge des fruits

- *Imtiyaz* : fruits verts de grande taille.



Figure 35 : Image montrant les fruits du cultivar *Imtiyaz*

13. Entrée en hiver

A la fin de moins de décembre avec la baisse de température surtout à la nuit, il faut pratiquer plusieurs pratiques pour maintenir les plantes de tomates en meilleure condition végétative

- Abaisser le film plastique latéralement pour limiter les effets du gel
 - Appliquer un apport en acide aminé.
 - Observations :
- *Siyran* : maturation continue malgré le froid.



Figure 36 : Image montrant les tomates du cultivar Siyran en hiver

- *Imtiyaz* : Croissance végétative lente et fruits de haute qualité



Figure 37 : Image montrant les tomates du cultivar Farida en hiver

- **Salima** : L'apparition d'un jaunissement sur les feuilles supérieures.



Figure 38 : Image montrant les tomates du cultivar Salima en hiver

- **Frida** : Croissance lente avec quelques signes de gel.



Figure 39 : Image montrant les tomates du cultivar Farida en hiver

15. Maladies hivernales observées

- Les principales maladies rencontrées pendant la saison hivernale sont présentées dans le tableau suivant

Maladie	Photo	traitement	Seran	Imtiyaz	Salima	farida
Altermaria		1l----- 1ha 	35%	%4	25%	%35
Odium		 1k-----1 ha	%20	%25	%40	%50
Mildew		3 l----- 1 ha 	%30	%40	%40	%40
Botrytis		1 l--- 1 ha 	%30	%45	%15	%20

Fusarium		2kg ———	%5	%5	%15	%25
		1ha				
						

Tableau 04 : présente les maladies fongiques ayant affecté la tomate durant la période hivernale, avec le taux d'infection pour chaque type et le traitement appliqué.

16. Mois de février

Nous observons les changements suivants :

Tomates au déterminée: cycle homogène, production maximale en début de mois, sénescence à partir de là moins de février.



Figure 40 : Image représentant des tomates des variétés Salima et Farida à la fin du mois de février.

Tomates indéterminée :

- *Seran* : rendement de 70 q/semaine.



Figure 41 : Image représentant des tomates de la variété Seran lors de la récolte au mois de février.

- *Imtiyaz* : 85 q/semaine, avec croissance végétative continue.



Figure 42 : deux images représentant des tomates de la variété imtiyaz lors de la récolte au mois de février.

17. mois de mars

Nous observons les changements suivants :

- *Siyran* : maintien de la verdure, mais diminution du calibre à partir de la 8e grappe.



Figure 43 : Image représentant des tomates de la variété Siyran au mois de mars

- *Imtiyaz* : calibre constant.



Figure 44 : Image représentant des tomates de la variété imtyez au mois de mars

Interventions

- Afin d'améliorer le calibre des fruits et d'augmenter la croissance végétative il est nécessaire de fournir une nutrition équilibrée fertilisation 20-20-20 + matières organiques



Figure 45 : Image représentant un engrais 20/20/20

- *Syran* : ajout de 15 kg d'engrais 12-12-36. Par système d'irrigation



Figure 46 : Image représentant un engrais 12/12/36

18. moi de avril

La région de l'Oued Souf a connu une hausse des températures, ce qui a entraîné la prolifération d'insectes et de plantes affectées.

- **Seran** : Début du jaunissement des feuilles et réduction du calibre des fruits



Figure 47 : Image représentant des tomates de la variété Seran au mois d'avril

- **Imtiyaz** : Début du jaunissement des feuilles



Figure 48 : Image représentant des tomates de la variété Imtiyaz au mois d'avril

- Résultat d'analyses des quelques maladies que l'on peut rencontrer en agriculture de mois de avril :







Maladie	Symptôme	Traitement	La dose
Tuta absoluta			L--- 1H1
La mouche blanche			700g --- 1h
les acariens rouges			1L --- 1h

Tableau 05 : représente les maladies entomologiques et les traitements correspondants de mois de avril

Le tableau présente les maladies entomologiques rencontrées suite à l'élévation des températures, ainsi que le traitement appliqué pour chaque maladie. Le niveau d'infestation était similaire pour toutes les variétés.

19. moi de mai

En mai, les tomates commencent à mûrir progressivement jusqu'à la fin du mois, lorsque la maison est nettoyée des tomates au début, et à la fin de la saison, les déchets végétaux sont nettoyés.



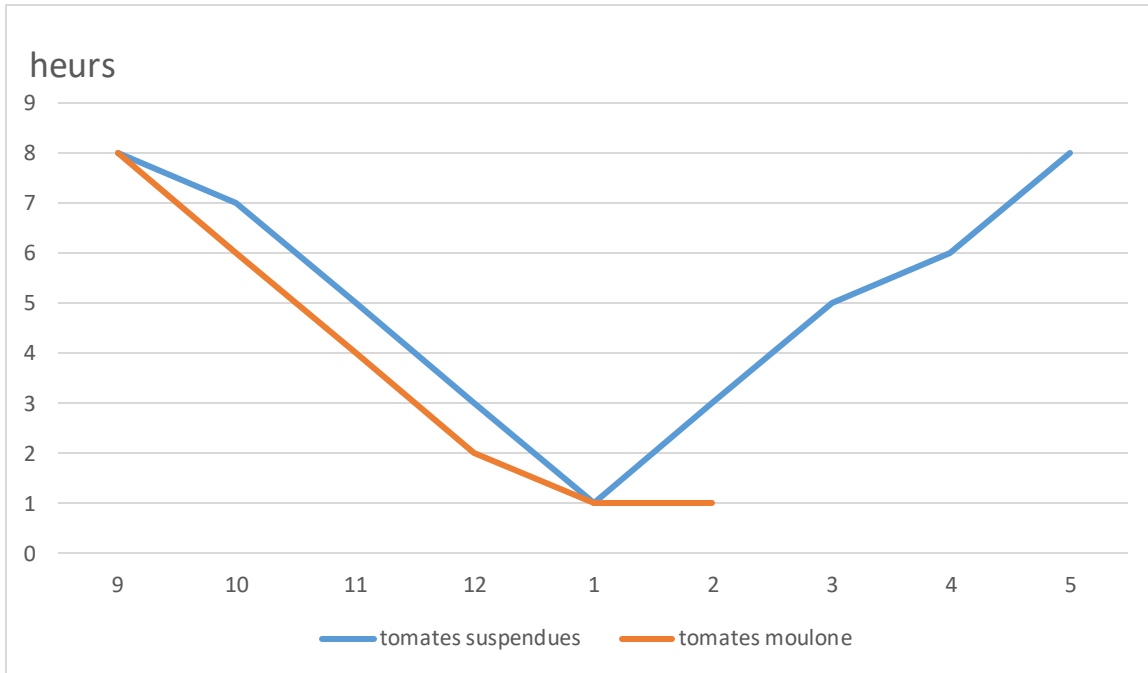
Figure 49 : Image représentant des tomates des variétés Seran et Imtiyaz à la fin du mois de mai et à la fin de la saison agricole.

Chapitre 02 : analyse globale

Résultats et discussion :

1. Résultat d'analyse physique et chimique d'irrigation :

1.1. Résultat d'analyse de consommation d'irrigation mensuelle de plant de tomate :



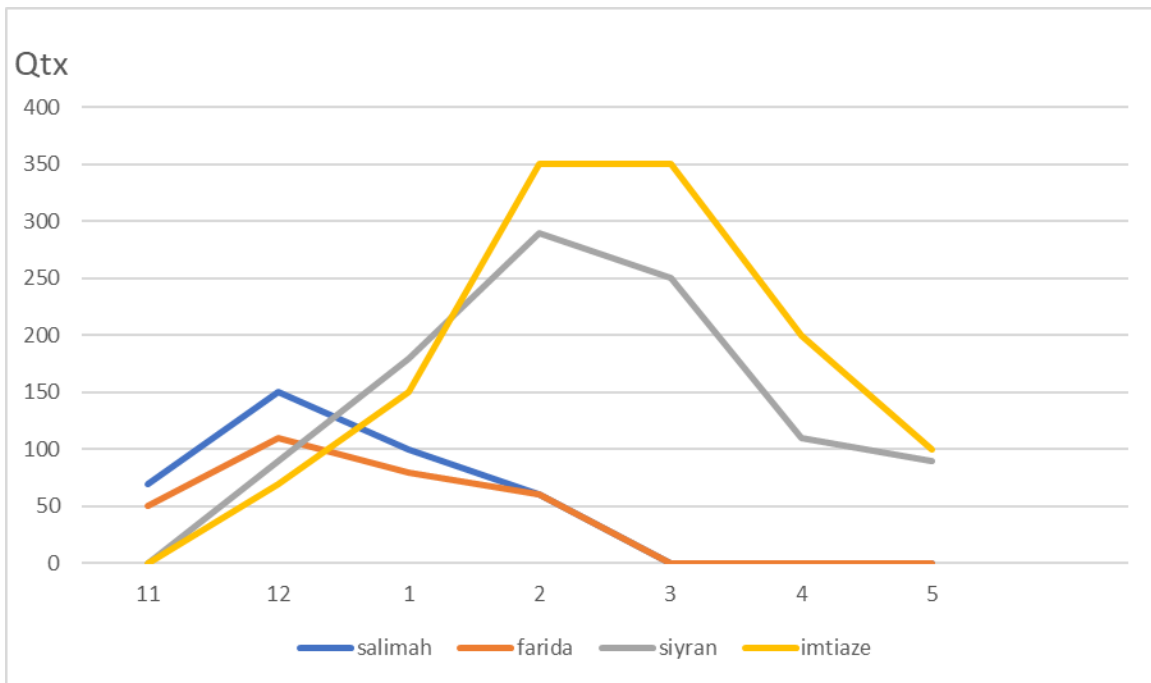
Graphe 01 : la quantité d'irrigation en heures en fonction des mois

Ce graphique représente la quantité d'irrigation en heures en fonction des mois pour deux variétés de tomates : la tomate indéterminée et la tomate de plein champ. Nous avons observé que, pour la tomate indéterminée, la consommation d'eau diminue lors des mois hivernaux pour atteindre une heure et demie au mois de janvier. Avec le début des mois printaniers, nous avons constaté une augmentation de la consommation d'eau atteignant 8 heures par jour au mois de mai.

Concernant la tomate de plein champ, nous avons observé une consommation d'eau de 8 heures par jour au mois d'octobre. Avec l'entrée dans les mois hivernaux, une diminution de la consommation d'eau a été notée, atteignant une heure et demie aux mois de janvier et février.

2. Résultat d'analyse de rendement à l'hectare (tonne/ha)

2.1. Rendement à l'hectare de plant de tomate pendant chaque mois :



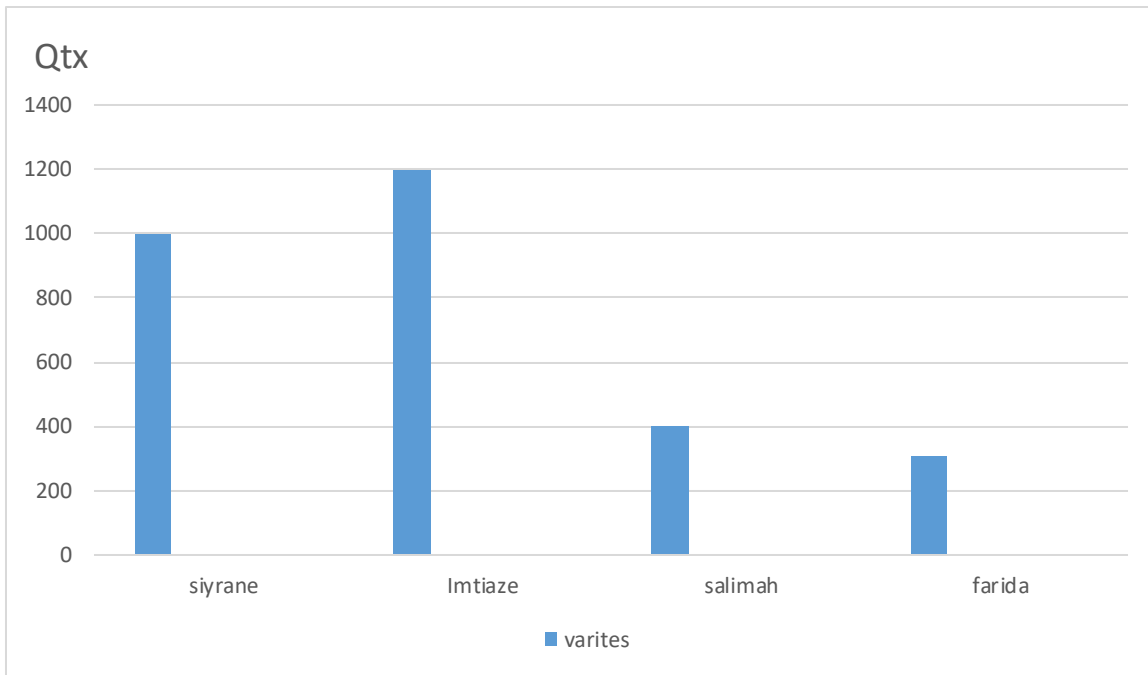
Graph 02 : la quantité de production de tomates en fonction des mois pour plusieurs variétés .

La courbe graphique représente la quantité de production de tomates en fonction des mois pour plusieurs variétés.

- Pour la variété **Salima**, la production a débuté au mois de novembre, avec un pic de production atteint en décembre, s'élevant à 150 quintaux sur un demi-hectare.
- Pour la variété **Farida**, la production a également commencé en novembre, atteignant son maximum en décembre avec 120 quintaux sur un demi-hectare.
- Pour la variété **Siran**, la production a commencé en novembre avec de faibles quantités, pour atteindre un pic en février avec 290 quintaux. Demi-hectare.
- Pour la variété **Imtiازه**, la production a débuté en décembre, atteignant son maximum en février avec une quantité de 350 quintaux sur un demi-hectare.
- Il en ressort que les variétés Salima et Farida se caractérisent par une production précoce, en particulier Salima, avec un démarrage de production à une période synchronisée.

- En ce qui concerne les variétés de tomates suspendues, Sirane se distingue par la précocité de la production, tandis qu'Imtiyaz se caractérise par sa capacité à maintenir un pic de production, avec un rendement évoluant de manière progressive, en hausse puis en baisse tout au long de la saison.

2.3. Rendement à l'hectare de plant de tomate par saison :



Graph03 : la quantité de production de tomates en fonction des mois pour plusieurs variétés .

Les histogrammes représentent la quantité de production en fonction des variétés cultivées, avec les résultats suivants :

- La variété Imtiyaz présente la plus grande quantité de production, atteignant 1200 quintaux par demi-hectare.
- La variété Siran a atteint une production de 1000 quintaux par demi-hectare.
- La variété Salima a produit 400 quintaux par demi-hectare.
- La variété Farida a atteint une production de 310 quintaux par demi-hectare.

Il en ressort que la variété Imtiyaz est la plus productive parmi toutes les variétés étudiées.

3. Discussion

3.1. Perspectives :

Intégrer ces données avec des analyses physico-chimiques fines du sol et de l'eau, ainsi qu'un suivi microbiologique, permettra d'optimiser le système global de production sous serre dans la wilaya d'El Oued.

3.2. Production

Selon les résultats de la dernière saison, il s'est avéré que la variété Imtiyaz a enregistré le rendement le plus élevé, avec 1200 quintaux sur un demi-hectare, suivie de Siran avec 1000 quintaux, Salima avec 400 quintaux, et Farida avec 310 quintaux, respectivement.

3.3. Période de maturité (3)

Précoces (Salima, Farida) : idéal pour les marchés d'hiver et début de saison, mais rendement global limité.

Tardives (Seran, Imtiyaz) : assurent une production durable jusqu'au printemps, avec un rendement cumulé nettement supérieur.

- Les variétés Farida et Salima se sont distinguées par une maturation précoce, grâce à une nouaison rapide et abondante en peu de temps, Salima étant la plus précoce des deux.
- La variété Seran est également précoce par rapport à la variété Imtiyaz.
- Durant les mois de décembre et janvier, lorsque la variété Imtiyaz entre en phase de maturation, la production devient très abondante.

4. Qualité des fruits

- La variété Seran se distingue par des fruits fermes et une couleur rouge intense.
- La variété Imtiyaz présente également des fruits fermes, mais avec une couleur rouge pâle.
- La variété Salima produit des fruits tendres avec une couleur rouge pâle.
- Quant à la variété Farida, elle donne des fruits fermes et de couleur rouge vive.

5. Résistance aux maladies

5.1. Résultats des analyses de résistance de plante de tomate aux virus TCYLV de l'Institute ITCMI :

Ce tableau présente une comparaison entre différentes variétés de tomates selon leur niveau de résistance au virus TCYLV (ITCMI.2021), avec des observations sur le comportement de la plante en cas d'infection. Il vise à aider les agriculteurs et les chercheurs à choisir la variété la plus adaptée selon les conditions de culture et le niveau de pression virale.

Variété	Niveau de tolérance au TCYLV	Observations sur le terrain
Imtiyaz	Faible à moyenne	Présente des symptômes de jaunissement et de nanisme en cas d'infection.
Serane	Moyenne à bonne	Montre une croissance relativement stable malgré l'infection.
Salima	Très faible	Très sensible au virus, surtout en cas de forte pression de la mouche blanche.
Farida	Moyenne	Montre une certaine tolérance, mais vulnérable au stade jeune.

Tableau 06 : Tableau de résistance des variétés de tomates au virus TCYLV d'ITCMI 2021

L'analyse du tableau met en évidence une variabilité notable dans la tolérance des variétés de tomates au virus TCYLV. Certaines variétés comme Serran et Farida montrent une capacité modérée à maintenir une croissance acceptable malgré l'infection, ce qui les rend relativement adaptées aux zones à pression virale moyenne. En revanche, des variétés comme Salma présentent une sensibilité élevée, particulièrement en cas de forte présence des vecteurs, ce qui limite leur utilisation dans des conditions à risque. Ces résultats soulignent l'importance du choix variétal comme levier stratégique dans la gestion intégrée des viroses en cultures maraîchères.

5.2. Résultats des analyses de résistance de plante de tomate aux virus TCYLV au terrain :

Ce tableau présente une comparaison entre différentes variétés de tomates selon leur niveau de résistance au virus TCYLV :

Variété	Niveau de tolérance au TCYLV	Observations sur le terrain
Imtiyaz	moyenne	Des symptômes de jaunissement apparaissent.
Serane	Moyenne à bonne	Tolère l'infection et montre une croissance stable.
Salima	faible	Très sensible.
Farida	Moyenne	Les effets de l'infection apparaissent aux premiers stades de croissance.

Tableau 07 : Tableau de résistance des variétés de tomates au virus TCYLV au terrain

L'analyse du tableau met en évidence des différences significatives dans la tolérance des variétés de tomates au virus TCYLV en conditions de terrain. La variété *Serane* se distingue par une meilleure stabilité de croissance malgré l'infection, ce qui la rend relativement adaptée aux zones à risque modéré. En revanche, *Salima* montre une sensibilité marquée, suggérant une moindre aptitude à être cultivée dans des environnements à forte pression virale. Les variétés *Imtiyaz* et *Farida* présentent une tolérance intermédiaire, mais avec des symptômes ou des effets visibles, notamment aux premiers stades de croissance dans le cas de *Farida*. Ces résultats soulignent l'importance du choix variétal dans les stratégies de lutte contre les viroses en production de tomate.

5.3. Comparaison des résultats des deux tableaux:

L'analyse comparative des deux tableaux révèle une certaine cohérence dans l'évaluation des variétés de tomates face au virus TCYLV, tout en mettant en évidence quelques nuances d'interprétation.

- **Serane** apparaît dans les deux tableaux comme la variété la plus tolérante, avec une croissance stable malgré l'infection. Cela confirme sa performance constante en conditions de terrain.
- **Salima** est identifiée dans les deux cas comme très sensible au virus, ce qui la rend peu recommandable dans les zones à forte pression virale.

- **Imtiyaz** est classée comme moyennement tolérante dans les deux tableaux, avec l'apparition de symptômes de jaunissement, indiquant une sensibilité modérée mais nécessitant une surveillance.
- **Farida** présente également une tolérance intermédiaire dans les deux tableaux, mais le second tableau met davantage l'accent sur l'apparition des effets aux premiers stades de croissance, ce qui peut limiter son usage en cas de semis précoces ou de cycles courts.

Cette comparaison montre la fiabilité des observations terrain répétées et souligne l'importance de la validation multi-sources pour le choix variétal en agriculture.

5.4. Recommandations :

À la lumière des résultats obtenus concernant la tolérance des différentes variétés de tomates au virus TCYLV, les recommandations suivantes peuvent être formulées :

- **Privilégier la variété Serane** dans les zones où la pression virale est modérée à élevée, en raison de sa capacité à tolérer l'infection tout en maintenant une croissance stable.
- **Éviter la culture de la variété Salima** dans les régions à forte présence du virus ou de ses vecteurs, étant donné sa sensibilité très élevée et son risque de perte de rendement.
- **Utiliser les variétés Imtiyaz et Farida** avec précaution, surtout dans les zones où les premières phases de croissance sont critiques. Une surveillance phytosanitaire régulière est conseillée.
- **Mettre en place une lutte intégrée contre les insectes vecteurs**, notamment la mouche blanche (*Bemisia tabaci*), afin de réduire le risque de transmission du virus.
- **Adapter le choix variétal au contexte local**, en tenant compte des conditions climatiques, de la pression virale et de la stratégie de culture (serre ou plein champ).
- **Favoriser la diversification variétale**, pour limiter les risques épidémiologiques et assurer une résilience agronomique face aux stress biotiques.

CONCLUSION

Conclusion

À la fin de cette étude, nous pouvons affirmer que la culture de la tomate sous serre dans la wilaya d'El Oued représente un projet agricole moderne et prometteur.

Pour assurer la réussite de cette culture, le choix de la variété adaptée aux conditions climatiques locales est essentiel. Une sélection diversifiée de variétés permet de mieux identifier celle qui convient le mieux.

Parmi les variétés testées, Imtiyaz s'est distinguée par une production exceptionnelle de 1200 quintaux sur un demi-hectare, avec une continuité de production allant de décembre jusqu'à fin mai, ce qui en fait le premier choix recommandé.

La variété Seran constitue une alternative équilibrée, avec un rendement de 1000 quintaux sur un demi-hectare et une maturation précoce, particulièrement adaptée à la production de tomates suspendues.

Salima et Farida occupent respectivement les troisième et quatrième positions. Cependant, leur rentabilité commerciale durant les mois de novembre et décembre les rend particulièrement intéressantes.

Par ailleurs, l'application d'un itinéraire technique bien étudié en matière de fertilisation organique et minérale, ainsi que de lutte contre les maladies fongiques et les insectes, joue un rôle fondamental dans le succès de la saison agricole.

Nous recommandons la réalisation d'une étude statistique complémentaire au travail actuel, dans le but de soutenir les résultats et de renforcer la fiabilité des conclusions scientifiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. Cronquist A., 1981. An integrated system of classification of following plants. Colombian University. 1256p.
2. De Broglie L and Guérout AD. 2005. Tomates d'hier et d'aujourd'hui. Lavoisier. pp.15-20.
3. Dube J, Ddamulira G, Maphosa M, 2020. Tomato breeding in sub-Saharan Africa Challenges and opportunities: A review, African Crop Science Journal 28 (1): 131-140.
4. FAOSTAT.2012. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/>
5. FAO. 2012. Méthodes d'analyse pour la détermination de la teneur en matière sèche (section 9) (projet de norme pour les avocats) rep11/ffv, appendice II.
6. Gaussen H., Lefoy J. et Ozenda P., 1982. Précis de Botanique. (Ed 2eme). Masson, Paris. 172p.
7. Gallais A. et Bannerot H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées objectifs et critères de sélection. Edition. INRA, Paris. 765p.
8. Helyes, J. Dimény, Z. Pék, A. Lugasi, "Effect of maturity stage on content, color and quality of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*(L.) Karsten) fruit", International Journal of Horticultural Science 2006, vol. 12, no. 1, Agroinform Publishing House, Budapest, pp. 41-44.
9. ITCMI. 2021
10. Kaissoumi, H. E., Chahdi, A. O., Selmaoui, K., Benkirane, R., Ouazzani, A., ET Douira, (2017) Effect of different fertilizing elements on the development of two species of *Trichoderma* spp.32 (1), 12.
11. Lambert L et Chouffot T., 2017. Cultures en serres. Pollinisation de la tomate par les bourdons .9p.
12. Lima, A.C.R., Brussaard, L., Totola, M.R., Hoogmoed, W.B., de Goede, R.G.M., 2012. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. Applied Soil Ecology 64 (2013) 194–200 2012 Elsevier B.V. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2012.12.009>.
13. LATIGUI ; 1984 : effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée thèse magister INA EL HARRACH Algérie.

Références bibliographiques

14. Naika S., Joep VAN Udt de Jeude, Marja de Goffau, Martin H., Barbara V D., 2005. La culture de la tomate: production, transformation et commercialisation. Ed Fondation Agromisa et CTA, Wageningen, 106p
15. Polese J-M., 2011. La culture des tomates. Ed. Artémis. 58p.
16. Soma A, 2020. Cultures maraîchères autour de la zone industrielle de Kossodo à Ouagadougou : pratiques, circuits de commercialisation et risques sur la santé des citadins, Revue Espace ; Territoires, Sociétés et Santé 3 (5): 67 – 78
17. VAN DER VOSSEN Y., NONO-WOMDIM R., MESSIAEN C.M., 2004. Lycopersicon esculentum Mill. Fiche Protabase. Gruben, G.J.H & Denton, O.A.(Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical africa) Wageningen,Pays-bas, p 419-427
18. Van Brunt J.M and Sultenfuss J.H., 1998. Better crops with plant food in potassium: Functions of potassium, is published quarterly by the Potash & Phosphate Institute PPI better crops/ vol.82 39p.