

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

UNIVERSITE DE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE



Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du
Diplôme de master académique en sciences agronomie
Spécialité : système de production agro écologique

**EFFET DE QUELQUES SUBSTRATS ORGANIQUES SUR
LA CULTURE DE TOMATE (*Solanum lycopersicum. L*) SOUS SERRE**

Présenté par :
RIAD DOUNIA
KEBIB WISSEM

Devant le jury composé de :

M^r ABBAD.M	M.C.A	Université de Blida 1	Président
M^r DEROUICH.B	M.C.B	Université de Blida 1	Examineur
M^r BOUTAHRAOUI. S.A	M.C.B	Université de Blida 1	Promoteur
M^{me} LEMEURS.K	Doctorante	Université de Blida 1	Co-promotrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2019/ 2020

REMERCIEMENTS

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nos avoir accordé le courage et la force de mener à bien ce modeste travail

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Au terme de cette étude, nos reconnaissances respectueuses vont d'abord à notre encadreur de ce mémoire monsieur *BOUTAÏRAOUI S.A.* pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseil, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous tenons à remercier très sincèrement notre Co-promotrice *Mlle LEMEURS Karima.* Pour son suivi attentif et ses conseils avisés tout au long de ce travail.

Nous tenons à remercier très sincèrement *M^r ABBAD.M.* D'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance, ainsi que *M^r DEROUICHE.* D'avoir accepté examiner notre travail.

Au personnel du laboratoire de recherche pour leur disponibilité et leur soutien en particulier *M^r Abd el Rahman,* sans oublier le personnel de la station expérimentale d'agronomie.

Nos sincères remerciements et nos respects vont à *Mr ZAMIM Merzak, Mr Khaled* et *Mr GHRIBI Youcef* pour leur accueil très chaleureux, ainsi que leur coopération et leur soutien tout au long de la réalisation de notre mémoire.

Aucun remerciement ne saurait rendre justice à nos parents pour leurs encouragements affectueux et leurs sacrifices pendant toutes ces années.

Et en fin nous tenons à remercier toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.

Merci



DEDICACES

Je dédie ce travail :

A mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

A mes frères qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Hani, Oussama, Adel, Fares.

A mes très chères sœurs pour leur encouragement

Aya et Madjda.

A ma chère grande mère Halima.

A mes chères copines Yousra et Marwa

A mon binôme Wissem

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer

Dounia.



Dédicace

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail,
A ma très chère mère, qui me donne toujours l'espoir de
vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.
A mon très chère père, pour ses encouragements, son
soutien et surtout pour son sacrifice afin que rien
n'entrave le déroulement de mes études.
A mes respectueux frères et mes magnifiques sœurs.
A ses enfants, source de joie et de bonheur.
A ma chère tante et sa petite fille « MAROUA ».
A mon chère fiancé, source d'espoir et de motivation.
A mes meilleures amies : AHLEM, CHAHRAZED,
NOUR ELIMANE, NOUHA.
A ma chère binôme « DOUNIA ».
A toutes personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long
de mes études.
Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire
du moyen du secondaire ou de l'enseignement supérieur.*

KEBIB WISSEM

Sommaire

Résumé

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre 1 : généralité sur la culture de la tomate

1. Origine et historique.....	04
2. Nomenclature et Classification de la tomate.....	04
3. Description botanique de la tomate	06
4. Le cycle biologique de la tomate	09
5. Les exigences climatiques et édaphiques de la plante	11
6. L'importance de la tomate	13
7. Culture de la tomate	14
8. Les maladies et ravageurs de tomate	15

Chapitre 2 : La fertilisation de la tomate

1. Composition chimique du sol	21
2. Principaux rôles des éléments minéraux indispensables	21
3. Définitions	22
4. La fertilisation chimique et la fertilisation organique	22
5. Le plan de fumure	25

Chapitre 3 : Mode de conduite et l'entretien de la tomate

1. Pratique culturale	27
2. Les travaux de l'entretien	28

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre 4 : Matériel et méthode

1. Objectif de l'expérimentation	33
2. Présentation du Lieu expérimental	33
3. Matériel utilisé dans l'expérimentation.....	34
4. Méthode	36
Conclusion.....	43

Résumé

Notre étude à portée sur l'effet de trois fertilisants, le compost (produit au niveau de jardin d'essai), l'extrait d'algues marines « Algasmar » et l'engrais chimique (NPK, urée) sur les paramètres de croissance et de production des plants de tomates *Solanum lycopersicum*.L variété (Alexandera F1) cultivée sous serre.

Pour cela, des doses de ces fertilisants ont été administré à la tomate par la voie systémique et sont comparée à un témoin. Les premiers résultats de cette étude ont montré que les meilleures croissances sont signalées pour le compost, suivi d'extrait d'algues marines Algasmar, les mêmes résultats positifs remarqués pour tous les paramètres de production.

Mots clés : *Solanum lycopersicum*, croissance, compost, algues marines, engrais chimique.

summary

Our study focused on the effect of three fertilizers, compost, seaweed extract "Algamar" and chemical fertilizer (NPK, urea) on the growth and production parameters of (*Solanum lycopersicum.L*) tomato plants (Alexandera F1) grown in greenhouses.

For this purpose, doses of these fertilizers were administered to the tomato by the root system and compared with a control. The first results of this study showed that the best growth was reported for compost, followed by Algamar seaweed extract, with the same positive results noted for all production parameters.

Key words : *Solanum lycopersicum*, growth, compost, seaweed, chemical fertilizer.

المخلص

ركزت دراستنا على تأثير ثلاثة أنواع من الأسمدة، كومبوست، مستخلص الطحالب البحرية والأسمدة الكيميائية (الازوت، الفوسفور، البوتاسيوم) على نمو وانتاج نباتات الطماطم (*Solanum lycopersicum*) تشكيلة (Alexandra F1) المزروعة في البيوت البلاستيكية. لهذا الغرض تم إعطاء جرعات محددة من هذه الأسمدة وتمت مقارنتها بمجموعة نباتات خالية من أي اسمدة. أظهرت النتائج الأولى لهذه الدراسة انه تم تسجيل أفضل معدلات النمو للكومبوست تليها الطحالب البحرية، لوحظت نفس النتائج لجميع معايير الإنتاج.

الكلمات المفتاحية: *Solanum lycopersicum*، الأسمدة الكيميائية، النمو، الطحالب البحرية

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les premiers pays producteurs de la tomate au monde.....	12
Tableau 2 : Valeurs nutritionnelles pour 100g de la tomate crue.....	14
Tableau 3 : Les principales maladies cryptogamiques chez la tomate.....	15
Tableau 4 : Les principales maladies bactériennes chez la tomate.....	16
Tableau 5 : Les principaux ravageurs de la tomate.....	18
Tableau 6 : les principaux rôles des éléments minéraux.....	21

Liste des figures

Figure 01 : Premières images de la tomate publiées.....	4
Figure 02 : Les racines de la tomate.....	7
Figure 03 : La tige de la tomate.....	7
Figure 04 : La feuille de la tomate.....	8
Figure 05 : La fleur de la tomate.....	8
Figure 06 : Le fruit de la tomate.....	9
Figure 07 : Les grains de la tomate	9
Figure 08 : Evolution de la production et la superficie nationale de tomate	13
Figure 09 : Serre en polycarbonate.....	33
Figure 10 : Abri serre tunnel.....	34
Figure 11 : Sac des semences de la tomate.....	34
Figure 12 : Sac de tourbe noire.....	35
Figure 13 : Le semis.....	36
Figure 14 : désherbage.....	37
Figure 15 : Le laboure.....	37
Figure 16 : Nivellement.....	38
Figure 17 : traçage des lignes.....	38
Figure 18 : jeunes plantules.....	39
Figure 19 : photo de dispositif expérimental.....	40
Figure 20 : Le binage.....	41
Figure 21 : palissage des plants.....	42

Liste des abréviations

Cm : centimètre.

m : mètre.

Mm : millimètre.

% : pourcentage.

C° : degré Celsius.

Lux : unité d'éclairement lumineux

H : Hauteur.

EC: Conductivité électrique

Qx : Quintaux.

T : tonne.

Kg : kilo gramme.

Ha : hectare.

Kc : coefficient culturel.

VNR : valeur nutritionnelle de référence.

m² : mètre carré.

PH : Potentiel Hydrogène.

CO₂ : dioxyde de carbone.

g : gramme

ml : millilitre

Introduction :

La Tomate (*Solanum lycopersicom*), est une plante annuelle de la famille des solanacées originaire du Mexique. (DEBY, 1853)

Après la pomme de terre, la tomate est le légume le plus consommé dans le monde, et notamment dans le bassin méditerranéen. La tomate s'est largement répandue dans le monde durant le XIX^{ème} siècle, et sa culture n'a cessé de croître durant tout le XX^{ème} siècle. Avec près de 108 million de tonnes produites sur près de 4 millions d'ha, la tomate est après la pomme de terre, l'espèce légumière la plus importante, représentant environ 15% de la production mondiale et près du tiers des surfaces consacrées aux légumes. Elle est répartie sur tous les continents dans toutes les zones climatiques car elle est cultivée sous abris dans les régions les plus froides. (MARCHOUX et al, 2008)

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Sur une superficie globale de primeurs évaluée à plus de 292 000 ha, la culture de tomate représente 51% de la production totale en produits maraîchers. (NECHADI et al, 2002)

La fertilisation est l'élément de base de l'agriculture moderne, elle assure les besoins nutritionnels des plants qui agissent sur le rendement du point de vue quantitatif et qualitatif. Toutefois, la forte utilisation des engrais chimiques est néfaste pour l'environnement et pour la santé humaine. Ces risques placent la fertilisation parmi les pratiques agronomiques qui posent actuellement le plus de problèmes, surtout pour les cultures maraîchères qui ont des exigences nutritionnelles très importantes. Et c'est pourquoi, l'utilisation des fumures organiques qui est une des méthodes pratiquées traditionnellement et renouvelée actuellement. D'autant plus, qu'il a été mondialement démontré de nos jours que les fertilisants naturels sont plus efficaces que les fertilisants chimiques (BOKIL et al., 1993).

De ce fait, l'objectif de ce travail est une contribution à l'étude de comportement de tomate sous serre variété ALEXANDRA F1 selon deux méthodes de fertilisation chimique le NPK, urée et organique le composte et l'extrait d'algue bleu, en suivant sa croissance et son développement.

PARTIE I
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1
GENERALITE SUR LA CULTURE DE
LA TOMATE

1. Origine et historique :

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

Il se pourrait que les premières variétés importées en Europe avaient des fruits jaunes d'où leur appellation de « mala aurea » ou « pomme d'or » par l'herboriste italien Mattioli en 1544 les variétés à fruit rouge seraient arrivés dix ans plus tard en 1554 (VLIMENZIGHA, 2006).

En 1905, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région ouest (Oran) puis elle s'étendit vers le centre (LATIGUI, 1984).



Figure 1 : Premières images de la tomate publiées (ANONYME,2009).

2. Nomenclature et Classification de la tomate :

2.1 Classification botanique :

Selon MUNROE et SMALL ,(1998) , Linné en 1753 à donner à la tomate le nom scientifique « *Solanum lycopersicum* » c'est-à-dire « pêche de loup » (de lucos : loup, et persica : pêche) ; et proposa la classification classique suivante :

Règne.....Plantae
Sous règneTrachenobionta
DivisionMagnoliophyta
ClasseMagnoliopsida
Sous classeAsteridae
OrdreSolanales
FamilleSolanaceae
Genre*Solanum*
Espèce.....*Solanum lycopersicum*

2.2 Classification variétale

Selon VALIMENZIGHA, (2006) Les variétés de tomates se classent en deux types :

2.2.1 Les variétés à croissance déterminé :

Se caractérisent par une période restreinte de floraison et de fructification et un aspect buissonnant qui résulte de l'arrêt de la croissance en hauteur de la plante après formation de trois à quatre inflorescences séparées, le plus souvent par une feuille. Dans certaines situations, on rencontre deux inflorescences consécutives sans transition de formation foliaire.

2.2.2 Les variétés à croissance indéterminé :

La croissance végétative et le développement reproductif alternent durant la quasi-totalité de la vie de la plante, Elles peuvent atteindre six mètres de hauteur en une en saison de cultures et portent des inflorescences séparées par environ trois feuilles tout au long de la tige.

2.3 Classification génétique :

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2N=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants mono géniques, dont certains sont très important pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée, par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (GALLAIS et BANNEROT, 1992).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate :

2.3.1 Variétés fixées :

Elles se caractérisent par l'homozygotie, c'est-à-dire qu'elles conservent les caractères parentaux (CHAUX et FOURRY 1994)

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

2.3.2 Variétés hybrides :

Elles se caractérisent par un effet hétérosis qui permet un cumul de gènes favorables, de résistance aux maladies, une meilleure nouaison particulièrement en conditions défavorables (CHAUX et FOURRY, 1994).

3. Description botanique de la tomate :

La tomate est une plante annuelle, herbacée, poilue, aux feuilles odorantes, dont le port est arbustif, buissonnant ou retombant suivant les variétés, Elle peut mesurer de 40 cm à plus de 2m de haut. (POLESE, 2007)

1.1 Le système racinaire :

Forte racine pivotante qui pousse jusqu'à une profondeur de 50cm ou plus. La racine principale produit une densité de racines latérale et adventices



Figure 2 : La racine de la tomate

3.2 La Tige :

Le port de croissance varie entre érigé et prostré la tige pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4m. La tige est pleine fortement poilue et glandulaire. (SHANKARA et al, 2005)



Figure 3 : La tige de la tomate (Originale, 2020)

3.3 La Feuille :

La feuille de la tomate est composée et sa dimension est variable ; en général, les deux ou trois premières feuilles sont petites avec très peu de folioles viennent ensuite des feuilles normales plus longues que large pouvant atteindre 0.5m de long. (VALIMENZIGHA, 2006)



Figure 4 : La feuille de la tomate (Originale, 2020)

3.4 Les Fleurs :

Petites jaunes en forme d'étoiles, sont groupées sur un même pédoncule en bouquets apparaissent en générale régulièrement sur la tige chaque fois que la plante a émis trois feuilles (en condition favorables, la plante pousse continuellement en émettant des feuilles et des bouquets de fleurs) L'ovaire de la tomate est supère (situé au-dessus du calice) et comporte le plus souvent deux loges, ou carpelles, mais certaines variétés peuvent en comporter trois ou cinq. (POLESE, 2007)



Figure 5 : La fleur de la tomate (Originale, 2020)

3.5 Le Fruit :

Le terme tomate désigne également le fruit de cette plante. Celui-ci est une baie, c'est-à-dire un fruit charnu renfermant des graines appelées pépins. Ces pépins sont entourés d'une sorte de mucilage provenant de la gélification de l'enveloppe de la graine. Si les fruits sont traditionnellement sphériques et rouges, ils peuvent être de diverse tailles, couleurs et formes. Il existe ainsi des variétés blanches, jaunes orange ou noir violacé. (POLESE, 2007)



Figure 6 : Le fruit de la tomate (Originale, 2020)

3.6 La graine :

Graine ovoïdes aplaties, de 3-5mm ×2-4mm, beige et poilues, embryon enroulé dans l'albumen (GRUBBEN et al, 2004)



Figure 7 : Les graines de la tomate (ANONYME, 2020).

4. Le cycle biologique de la tomate :

Selon GALLAIS et BANNEROT (1992) le cycle complet de la graine à la graine, est variable selon les variétés, l'époque et les conditions de culture : il est en moyenne de 3,5 à 4 mois (7à8 semaine de la graine à la fleur, 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle de tomate comprend cinq phase :

➤ **Phase de germination :**

Les graines germent en 6 jours après le semis à une température optimale du sol (20-25°C). Les plantules ont une mince racine pivotante et des cotylédons ovales : Les premières Feuilles ont peu de folioles sur la tige principale se forment en général 7-14 feuilles avant que l'apex ne se transforme en inflorescence terminale. (GRUBBEN et al, 2004)

➤ **Phase de croissance :**

D'après (LAUMONIER, 1979) la croissance déroule en deux phases dans deux milieux différents : à la pépinière et en plein champs ou sous serre.

En pépinière : la durée de levée jusqu'au stade 6 feuilles, ou la plante assure la formation de racines fonctionnelles qui vont assurer l'alimentation à la plante en eau et éléments nutritifs. Sous serre : à partir du stade six feuilles la plante est transférée de la pépinière pour être repiquée en plein champ et continuer ainsi sa croissance. la tige augmente et le nombre de feuilles va progresser.

➤ **Phase de floraison et pollinisation :**

La floraison sert à l'apparition et le développement des ébauches florales qui se traduit par la transformation du méristème apical en passant de l'état végétatif à l'état reproducteur.

L'apex s'aplatit, s'élargit et les protubérances formées sont des ébauches des pièces florales. Celle-ci se transforme par la suite en boutons floraux et s'épanouissent en fleurs. Ces transformations dépendent de plusieurs facteurs : notamment la photopériode, la température et les éléments nutritifs.

En condition favorables, 6 à 7 semaines après le semis apparaissent les bouquets floraux groupés en inflorescences, durant cette phase les températures nocturnes et diurnes doivent être 13°C et 23°C. La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui provoque la vibration des anthères, libérant ainsi le pollen pour la pollinisation (CHAUX et FOURY, 1994)

➤ **Phase de fructification et nouaison des fleurs :**

La nouaison est l'ensemble de gamétogenèse, pollinisation, croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification ». Le temps écoulé entre la pollinisation et la fécondation est 2 à 3 jours. Une bonne nouaison se produit à une température nocturne comprise entre 13°C et 15°C. Les nuits chaudes à l'inférieures 22°C sont défavorable à la nouaison. (REY et COSTAES, 1965)

➤ Phase de développement et maturation de fruit :

La maturation de fruit se caractérise par grossissement du fruit, changement de couleur, du vert au rouge.

La lumière intense permet la synthèse active des hydrates de carbone transportés rapidement vers les fruits en croissance, pour cela il faut une température de 18°C la nuit et 27°C le jour nécessaire. (REY et COSTAES, 1965).

5. Les exigences climatiques et édaphiques de la tomate :

La tomate a des exigences particulières : sensible au froid, craint beaucoup le gel et les vents chauds. Il est très exigeant en température (POLESE, 2007).

5.1 Les exigences climatiques :**5.1.1 La température :**

La température optimale pour la plupart des variétés se situent entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en dessous de 10 °C et au-dessus de 38°C les tissus végétaux sont endommagés, l'équilibre et l'écart entre température, diurne et nocturne, semblent nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (SHANKARA et al., 2005)

5.1.2 L'eau et l'humidité :

La tomate n'est pas très exigeante en ce qui concerne la pluviosité. Elle préfère des périodes sèches avec un apport d'eau par irrigation : elle requiert un apport d'eau de 5 mm par jour de la plantation à la floraison et 10mm par jour de la floraison à la récolte. (NYABYENDA, 2007)

5.1.3 La lumière :

Les intensités lumineuses inférieures à 11000lux retardent la croissance et la floraison. La tomate est indifférente à la longueur du jour et peut fructifier sous des photopériodes de 7-19h (GRUBBEN et al, 2004).

5.2 Les exigences édaphiques :**5.2.1 Le sol :**

La tomate peut être cultivé sur divers types de sols, depuis le limon sableux jusqu'au limon argileux riche en matière organique, elle est sensible à l'asphyxie racinaire et préfère les sols bien drainé

5.2.2 Le PH :

La gamme des PH optimum est de 6,0-7,0 des PH plus bas ou plus élevés peuvent induire des carences minérales ou des toxicités. (GRUBBEN et al, 2004)

5.2.3 La salinité :

La tomate est modérément sensible à la salinité du sol : la baisse de rendement correspondant à différentes valeurs EC. la période pendant laquelle la tomate est le plus sensible à la salinité est celle de la germination et du début du développement de la plante : il faut donc lessiver fréquemment les sels avec une pré-irrigation ou des arrosages abondants au début de la culture. (FAO, 1987)

6. L'importance de la tomate :

6.1 Importance économique de la tomate :

6.1.1 Dans le monde :

La production mondiale de la tomate a battu au cours de l'année 2016 avec 177M T. Ce volume montre une progression de 29,08% en 10 ans. la superficie consacrée était de 478254 h, ce qui représente un rendement moyen par mètre carré de 37 Kg de la tomate.

En tête de classement nous retrouvons la chine avec un volume de 56M T soit 31,8% du total mondiale. Vient ensuite l'inde avec 18MT mais un rendement très bas de 2,42 kg/m². Puis les Etas unis avec 13M T et un rendement de 9,03kg/m, la Turquie avec 12M T et en 5 positions, l'Egypte avec 7 M T. (FAO, 2016)

Tableau 01 : Les premiers pays producteurs de la tomate au monde (FAO STAT, 2016)

Pays	Volume (tonnes)
La chine	56,4 millions
Linde	18,3 millions
Etats-Unis	13,03 millions
Turquie	12,6 millions
Egypte	7,94 millions
Italie	6,43 millions
Iran	6,3 millions
Espagne	4,7 millions

En Algérie :

La tomate (maraichère et industrielle) constitue la 3^{ème} activité agricole en Algérie après les céréales et la pomme de terre. C'est une culture très répandue, des milliers d'hectares y sont consacrés chaque année, C'est un légume de base pour la population algérienne (MADR, 2013).

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,33 million de qx, Mostaganem avec une production de 1,33 million de qx, Tipaza avec 1,04 million de qx et Ain Defla avec 728,250qx. (MADR ,2018)

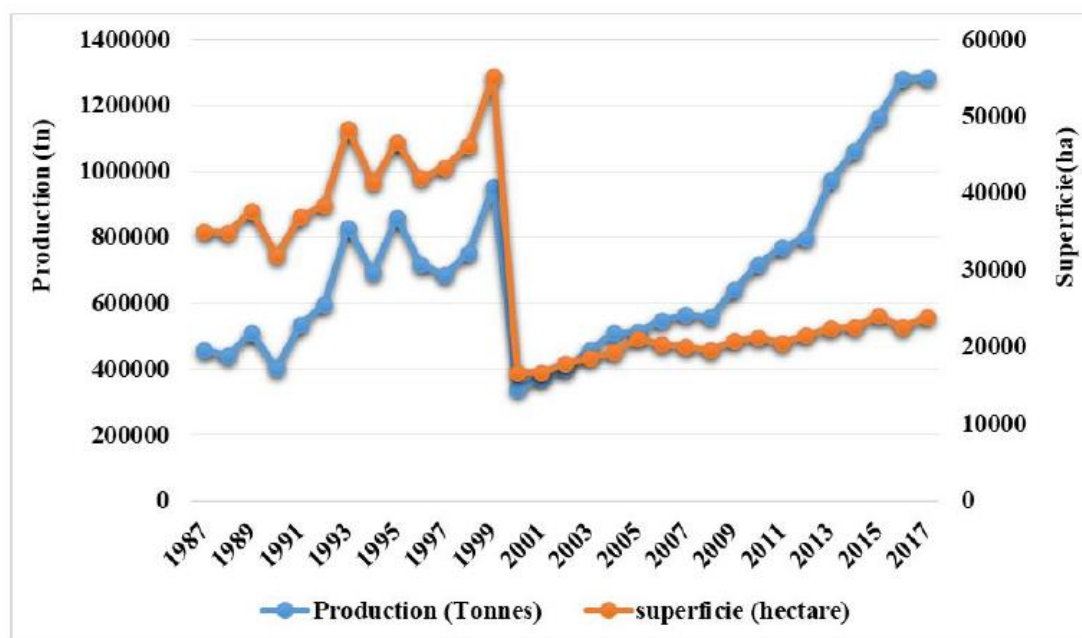


Figure 1 : Evolution de la production et la superficie nationale de tomate (FAO, 2018)

6.2 Importance nutritionnel :

La tomate est très riche en sel minéraux ainsi qu'en vitamine. La consommation d'une tomate de taille moyenne apporte respectivement 57%,25% et 8% des doses journalières recommandées en vitamine C, en vitamine A et en fer. Des travaux de sélection ont été entrepris de manière à améliorer encore cette qualité nutritionnelle. (DORE C et VAROQUAUX F, 2006)

<i>Composants</i>	<i>Qualité</i>	<i>VNR%</i>
<i>Eau</i>	94.1g	–
<i>Protéine</i>	0,86	1,72
<i>Vitamine C</i>	15,05mg	19,38
<i>Vitamine E</i>	0,66mg	5,5
<i>Glucides</i>	2,26mg	0,87
<i>Sucre</i>	2,25mg	2,5
<i>Fibres</i>	1,2g	–
<i>Calcium</i>	8,14mg	1.02

Tableau 02 : Valeur nutritionnelles pour 100g de tomate crue (ANNONYM, 2002)

7. Culture de la tomate :

7.1. Culture de plein champ :

La culture en plein champ est le système de culture le plus répandu. Si l'irrigation est disponible, les plantations peuvent être faites en saison sèche. La mécanisation est souvent réduite à la préparation du sol (CIRAD et GRET 2002).

7.2 Culture sous abris :

Les serres sont à l'origine des maisons en verre, protégeant les cultures qu'elles abritent des effets des intempéries. Les premières serres ont été utilisées en Europe pour hâter la floraison ou pour les espèces exigeantes en température.

(URBAN L et URBAN I, 2010)

Les abris en verre, très équipés et relativement durables, sont utilisés dans les pays froids alors que les serres en plastique sont répandues dans les régions méditerranéenne (ZELLA et SMADHI, 2002).

La culture sous serre est le système de culture qui vise à produire les tomates le long de l'année. Il permet de développer des productions hydroponiques, supprimant ainsi certaines contraintes liées au sol (CIRAD et GERT 2002)

La production des tomates en serre se fait selon deux types de cultures soit la culture en plein sol soit la culture en hydroponie avec ou sans substrat (GRAVAL, 2007)

8. Les maladies et les ravageurs de la tomate :

La particularité écologique de la culture de la tomate l'expose à diverses nuisances (NECHADI et al., 2002). Notamment les champignons, les bactéries, les virus et les ravageurs (SHANKARA et al., 2005).

8.1 Les maladies cryptogamiques :

Les principales maladies cryptogamiques de la tomate sont résumées dans le tableau ci dessous :

Tableau 03 : les principales maladies cryptogamiques chez la tomate
(BLANCARD et, 1988). (BLANCARD, 2009). (EL AKEL et al., 2001)

Maladie	Cause	Symptôme	Condition favorable
Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i>	Attaque tous les parties de la plante Des taches beiges en anneaux centrique avec des chancres gris	Environnement humide et froid
Oïdium	<i>Leveillula taurica</i>	Tache jaune sur le dessus des feuilles des taches blanches et poudreuse	Humidité 50% et 70% Températures entre 20 et 25°C
Le mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Tache jaune puis brunes sur fruit des taches brune marbré	Températures 22°C Humidité élevée
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Sur les feuilles des taches arrondies foncé avec des nécroses	Alternance entre pluie et soleil, hygrométrie élevées et températures entre 18°C et 25°C

8.2 Les maladies bactériennes :

Les principales maladies bactériennes de la tomate sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Les Principales maladies bactérienne de la tomate (BLANCARD, 2009).

Nom de la maladie	Symptômes	Condition favorable au Développement
<p>la moucheture bactérienne <i>Pseudomonas syringae</i></p>	<p>_Sur feuille des taches graisseuses, sombre, prenant rapidement une teinte brune à noir, entourées d'un halo jaune.</p> <p>_Sur fruit, Apparaissent des minuscules taches noires sur les fruits verts Entouré d'un halo humide vert sombre.</p>	<p>-La bactérie peut survivre et se maintenir sur la plante sans manifester de symptôme.</p> <p>-Une humidité relative élevée, des températures d'environ 20°C et en particulier la présence de film d'eau sur les organes de la plante.</p>
<p>Le chancre bactérien <i>Clavibactermichiganensis</i></p>	<p>-La maladie se manifeste par un flétrissement des feuilles Les folioles s'incurvent sur les bords avant de flétrir.</p> <p>-Sur tige, une coupe longitudinale permet de montre un fil blanchâtre, jaunâtre ou brunâtre au niveau des tissus vasculaires.</p> <p>-Sur fruit, se forment souvent de petites taches blanchâtres dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune claire qu'on appelle « œil d'oiseau »</p>	<p>-Dans des températures de 20à24C° et 80% d'humidité.</p> <p>Elle est favorisée par des périodes climatiques humides. Les plantes plus vigoureuses après un apport d'azote, serait plus sensible</p>
<p>La gale bactérienne <i>Xanthomonas campestris</i></p>	<p>-Se manifeste sous forme de taches sur toutes les parties aériennes de la plante. Ces taches sont souvent plus grosses que celles de la moucheture</p> <p>-Sur fruit, de petites pustules brunâtres d'aspect liégeux, sont observées. Au grossissement du fruit, ces gales s'entourent d'un halo huileux.</p>	<p>-La maladie et transmise par la semence. Elle est favorisée par des températures assez élevées (optimum 25°C).</p> <p>-La pénétration dans les tissus se fait par les ouvertures ou par des blessures accidentelles.</p>

8.3 Les maladies virales :

Selon SHANKARA et al, (2005) La tomate est très sensible aux maladies virales. Un virus est un pathogène sub-microscopique ayant une structure de protéines que l'on ne peut pas discerner à l'œil nu. Il est souvent propagé dans la culture par des insectes vecteurs. Le symptôme le plus important d'une infection virale est la couleur claire (blanche ou jaune) des feuilles, ou une mosaïque de tons verts clairs et foncés sur les feuilles.

➤ Le virus de la mosaïque du tabac « TMV » :

Les symptômes comprennent des feuilles tachetées vert-jaune, des feuilles enroulées, une croissance chétive et des décolorations au niveau des fruits. Les machines ou la main d'œuvre transmettent le virus physiquement des plantes infectées aux plantes saines. Le vecteur naturel du TMV n'est pas connu. Les graines transmettent le virus.

➤ Le « CMV » le virus de la mosaïque du concombre :

Le CMV cause le rabougrissement des pieds de la tomate. Les feuilles peuvent montrer de légères marbrures vertes ou des symptômes de fil formisme plus poussés où les limbes sont considérablement réduits. Les fruits sont de taille réduite et souvent difformes, il est transmis par les pucerons.

➤ PVY (le virus Y de la pomme de terre)

Les symptômes du PVY dépendent de la souche du virus et varient entre mosaïque légère et nécrose. Le PVY est transmis par de nombreuses espèces de pucerons

➤ PVY (le virus Y de la pomme de terre)

Les symptômes du PVY dépendent de la souche du virus et varient entre mosaïque légère et nécrose. Le PVY est transmis par de nombreuses espèces de pucerons

➤ TSMV

Les symptômes sont : Les pieds contaminés sont rabougris et ont des feuilles jaunes. Les fruits montrent des cercles légèrement en relief de couleur vert, jaune et rouge qui sont caractéristiques de la maladie. Le TSWV est transmis par différentes espèces de thrips

➤ **PVMV (Le Pepper Veinal virus)**

Le PVMV provoque des mosaïques sur la tomate. Les souches virulentes peuvent provoquer la nécrose des feuilles et des tiges. Dans la nature, la transmission du PVMV est non persistante (un puceron contaminé ne pourra transmettre la maladie qu'à une seule plante) et causée par au moins cinq espèces de pucerons.

➤ **CVMV (Le chilli Veinal Mottle Virus)**

Le CVMV provoque des taches mosaïques jaunes ou des taches chlorotiques sur les feuilles de la tomate. La transmission de ce virus est non persistante et causée par différentes espèces de pucerons.

➤ **TYLVC**

Il est transmis par la mouche blanche *Bemisia tabaci*. Les pieds infectés sont dressés et rabougris. Cette maladie fait jaunir les feuilles qui s'enroulent vers le haut ou vers le bas. Toute une récolte peut être détruite si les plantes sont contaminées en pépinière.

8.4 Les ravageurs de tomate :

Tableau 05 : Les principaux ravageurs attaquant la culture de tomate

(EL AKEL et al., 2001). (NAIKA et al., 2005). (SNOUSSI, 2010).

<i>Les maladies</i>	<i>symptôme et condition favorables de développement</i>
<i>La mineuse</i> STuta absoluta	-Des mines dans les feuilles favorisant une transparence. Sur fruit, des galeries sont observées sur les sépales et au niveau de la tige -Parfois un dessèchement sur la partie haute de la plante. -Le seuil de développement de Tuta absoluta est de 7 à 9°C selon les stades du ravageur
<i>Les aleurodes</i>	Ils injectent une salive durant le processus de nutrition. Cette salive contient des enzymes et des toxines qui perturbent les processus physiologiques des plantes Ils se développent à des températures variant de 10 à 32°C ce qui leur confère des possibilités de se maintenir et se multiplier presque toute l'année.
<i>Les thrips</i>	Sur feuille ces insectes présentent des taches argentées puis blanches avec des ponctuations noir brillant, Sur fruit il s'agit d'une petite ponctuation brune entourée d'un halo blanchâtre Leur développement paraît être favorisé par un taux élevé d'humidité relative et où les précipitations sont assez faibles.

<i>Les acariens</i>	<p>-Des petites ponctuations jaunes sur les folioles, des toiles soyeuses des plages luisantes sur tiges, dessèchement et chute de folioles et des feuilles.</p> <p>- Ils se développent et se multiplient très rapidement par temps chaud et sec</p>
<i>Les pucerons</i>	<p>-Enroulement des feuilles, crispation des jeunes folioles avec arrêt de croissance et production de miellat se couvrant de fumagine (SNOSSI, 2010).</p> <p>-Dans les conditions de l’abri, les pucerons se multiplier très rapidement : à 20°C</p>
<i>Les nématodes</i> Meloïdogyne icognita, Meloïdogyne arenaria	<p>-Des galles (tumeurs cancéreuses) sur les racines réduction de la croissance de la plante (NAIKA et al., 2005).</p>

CHAPITRE 2
LA FERTILISATION DE LA TOMATE

1. Composition chimique du sol :

Douze éléments minéraux sont reconnus indispensables à la nutrition des végétaux. Ces éléments minéraux sont classés en deux groupes en fonction de leur teneur dans les plantes.

Le premier groupe contient les macroéléments, leur teneur est de l'ordre de 01 % de la matière sèche, il s'agit de l'azote (N), du phosphore (P), du soufre (S), du potassium (K), du calcium (Ca) et du magnésium (Mg).

Le deuxième groupe est se lui des microéléments, encore appelés oligo-éléments leur teneur est très faible elle s'exprime en partie par million (ppm). On trouve dans ce groupe le bore (Bo), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), et le zinc (Zn).

Certains auteurs considèrent que le chlore (Cl) fait partie de microéléments indispensables. Il jouerait un rôle essentiel dans certaines réactions de la photosynthèse. (URBAN & URBAN, 2010)

2. Principaux rôles des éléments minéraux indispensables :

Tableau 06 : les principaux rôles des éléments minéraux (ELIARD, 1987)

Éléments	Principaux rôles
Azote	<ul style="list-style-type: none"> - Le facteur essentiel des rendements. - La photosynthèse s'effectue dans de bonnes conditions. - Il active la croissance.
Phosphore	<ul style="list-style-type: none"> - Favorise le développement du système racinaire - Régularise la mise à fleur et la mise à fruit - Un facteur de précocité de qualité
Potassium	<ul style="list-style-type: none"> - Rôle de régulateur des fonctions de la plante. - Favorise la synthèse des sucres en intervenant dans l'assimilation chlorophyllienne. - Améliore l'efficacité de la fumure azotée en participant à la formation des protides. - Améliore la résistance au froid, la résistance aux maladies cryptogamiques, la résistance à la verse des céréales. - Economiseur d'eau, en limitant la transpiration.
Soufre	<ul style="list-style-type: none"> - Un élément constitutif de nombreuses protéines indispensables (méthionine, cystine...).
Magnésium	<ul style="list-style-type: none"> - L'un des constituants essentiels de la chlorophylle. - Joue un rôle d'amendement.

3. Définitions :

3.1 Définition de la fertilisation :

La fertilisation est l'ensemble des techniques agronomiques permettant d'amener un sol à son niveau de production optimale et de l'y maintenir. Ces techniques de fertilisation concernent l'amélioration ou le maintien des caractéristiques physiques, chimiques et microbiologie du sol en se basant sur le travail du sol, l'amendement de la fumure et l'irrigation. (ZUANG, 1982)

3.2 Définition d'un engrais :

D'après ELIARD (1987), Un engrais est une substance destinée à apporter un ou plusieurs éléments minéraux indispensables aux plantes, par l'intermédiaire du sol.

4. La fertilisation chimique et la fertilisation organique :

4.1 La fertilisation chimique :

Les fertilisants chimiques (à l'exception du calcium) n'améliorent pas la structure du sol mais ils enrichissent le sol en y apportant des éléments nutritifs. Les fertilisants chimiques sont relativement coûteux, mais dans certaines régions ils sont moins chers que le fumier par rapport à la quantité d'éléments nutritifs apportés. Pour une exploitation à petite échelle et dans les situations de prix fluctuants et de faibles rendements (causés par des maladies, des conditions météorologiques défavorables ou des sols pauvres), il n'est pas rentable d'utiliser beaucoup de fertilisants chimiques. (SHANKARA et *al.*, 2005)

L'on peut répartir les fertilisants chimiques en deux groupes :

4.1.1 Les fertilisants chimiques composés :

Les engrais composés se sont des fertilisants qui apportent au moins deux éléments fertilisants ; il y a deux types d'engrais composés :

- Un engrais binaire apporte deux éléments : N et P, Net K, ou P et K.
- Un engrais ternaire apporte les trois (N, P, K).

Ils sont caractérisés par une formule de trois nombres qui représentent la quantité d'éléments contenus dans 100 kg de produit commercial. Exemples : 10-10-10, 4-20-20, 13-0-44, ... (ELIARD, 1987) .

4.1.2 Les fertilisants chimiques simples :

Ce type de fertilisant ne contient qu'un seul élément nutritif. Il est utilisé lorsqu'une culture présente une déficience spécifique (que l'on traite par ex. avec de l'azote nitrate, de l'urée ou du super phosphate). La tomate nécessite surtout du phosphore après le repiquage. Les applications d'azote et de potasse sont plus appropriées pendant la phase de croissance de la culture. Utilisez un fertilisant à libération lente des éléments nutritifs pendant la saison des pluies et un fertilisant à libération rapide des éléments nutritifs pendant la saison sèche. (SHANKARA *et al.*, 2005)

4.2 La fertilisation organique :

4.2.1 Définition du compostage :

Le compostage est un processus de décomposition et de transformations contrôlées de produits organiques sous l'action de populations microbiennes évoluant en milieu aérobie. (AFNOR, 2005).

Selon DEVISSCHER (1997), le compostage consiste en une fermentation en présence de l'oxygène de l'air des déchets organiques pour obtenir un amendement riche en humus.

D'après la FAO (1988), le compostage est un processus naturel de dégradation et de décomposition de la matière organique par les micro-organismes. Dans un objectif de valorisation, le compostage représente une stratégie de transformation de la matière organique en produit de qualité constituant un amendement organique intéressant pour les sols (ATTRASSI *et al.*, 2005).

4.2.2 Utilisation du compost :

Le compost peut avoir beaucoup d'utilisations différentes. En voici quelques exemples (INCKEL *et al.*, 2005) :

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

4.2.3 Effets sur les caractéristiques des sols :

Les composts améliorent la structure et la texture du sol et ils permettent de maintenir une meilleure capacité de rétention de l'eau. Ils améliorent les propriétés physiques (texture et structure) et chimiques du sol (HADAS ET PORTNOY, 1997 ; AGASSI *et al.*, 1998; PAGLIAI *et al.*, 2004; PEDRA *et al.*, 2007) en augmentant la conductivité hydrique et en diminuant la densité (WONG *et al.*, 1996), le pouvoir tampon et la Capacité d'Echanges Cationiques (CEFREPADE, 2008).

4.2.4 Engrais vert :

Selon ELIARD (1987), un engrais vert est une culture destinée à être enfouie sur place pour améliorer les propriétés physiques du sol.

La matière directement incorporée au sol, sans phase de décomposition ou d'injection préalable par les animaux forme ce que l'on appelle engrais vert. Son utilisation limite les risques d'érosion et permet la fixation des éléments nutritifs. (DIXON, 2002)

4.2.5 Intérêt des engrais verts :

- ✓ Les engrais verts ont de nombreux avantages :
- ✓ Ils stimulent la vie microbienne du sol en mettant à disposition une nourriture abondante.
- ✓ Les racines plongeantes des engrais verts travaillent le sol en profondeur et en améliorent ainsi la structure.
- ✓ Ils assurent une couverture du sol, le protégeant ainsi de l'érosion.
- ✓ Les engrais verts captent des éléments nutritifs dans les profondeurs du sol, et pour les légumineuses, dans l'atmosphère. Ces éléments seront utiles aux cultures suivantes.
- ✓ Ils piègent les nitrates et pourront les restituer pour la culture suivante (alors qu'un sol nu laissera les nitrates s'infiltrer vers les nappes phréatiques).
- ✓ Ils permettent une meilleure circulation de l'eau dans le sol.
- ✓ Une culture d'engrais vert empêche le développement des herbes indésirables.
- ✓ Certains engrais verts, comme le seigle, la phacélie ou le trèfle sont de très bons producteurs d'humus.

(ANONYME ,2013)

4.2.6 Extrait d'algues marines :

4.2.6.1 Intérêt des algues marines dans l'agriculture :

L'utilisation des extraits d'algues marines comme fertilisant pour les productions des cultures est une tradition ancienne dans les régions littorales du monde entier (THIRUMARAN *et al.*, 2009) .

De nos jours, il a été prouvé dans le monde entier, que les fertilisants naturels sont plus efficaces que les fertilisants chimiques (BOKIL *et al.*, 1974). En effet, les fertilisants à base

d'extraits d'algues marines contiennent des carbohydrates et d'autres matières organiques qui améliorent la fertilité du sol et sa capacité de rétention (CROUCH, et VANSTADEN,1993). Selon (BOOTH, 1965), les fertilisants liquides à base d'algues marines sont riches en macro et micro éléments, vitamines, substances organiques comme les acides aminés et régulateurs de croissance comme les auxines et gibbérellines (NELSON et *al.*, 1984).

4.2.6.2 Effet des algues marines sur les cultures :

Les effets de l'application des algues marines sur la croissance des végétaux sont connus empiriquement depuis les débuts de leur application sur les champs. Des études récentes sur les effets des extraits algaux sur les cultures, montrent une meilleure germination, floraison et fructification (ROUSSOS et *al.*, 2009). L'extrait d'algues marines est l'un des composés anti-stress efficace qui est un biostimulant utilisé en tant que conditionneur de sol pour améliorer la croissance des plantes (HURTADO et *al.*, 2009). Plusieurs études ont révélé les avantages des extraits d'algues sur les plantes tels-que l'amélioration de la performance des cultures et le rendement ainsi que l'amélioration de la résistance aux stress biotiques et abiotiques (NORRIE et KEATHLEY, 2006 ; EYRAS et *al.*, 2008).

5. Le plan de fumure :

Pour conduire la fertilisation d'une façon rationnelle, l'agriculteur doit établir, avant chaque campagne agricole, le plan de fumure de son exploitation. (ELIARD, 1987)

Le plan de fumure précise pour chaque parcelle et pour chaque culture les points que nous venons d'étudier (ELIARD, 1987) :

- Dose d'éléments fertilisants à apporter
- engrais choisis
- moment et conditions d'apports

Selon ELIARD (1987), les plans de fumure permettent :

A court terme : de prévoir la quantité d'engrais nécessaires aux différentes époques de l'année et de réaliser l'approvisionnement au meilleur moment.

A long terme : de retrouver la fumure apportée à une parcelle donnée les années précédentes en consultant les plans de fumure des années correspondantes. Les plans de fumure permettent d'établir des bilans de fertilisation qui orientent la fumure des années suivantes et permettent d'utiliser les quantités nécessaires, sans gaspillage et sans appauvrissement du sol.

CHAPITRE 3
MODE DE CONDUITE ET ENTRETIEN
DE LA TOMATE

I. Pratique culturale

I.1. Pépinière :

Dans la plupart des cas, les plants de la tomate sont élevés en pépinière sauf en conditions particulières.

Dans beaucoup de pays du bassin méditerranéen, l'élevage en pépinière se fait en bloc ou en godets de différents diamètres. Même lorsque la culture se fait sur un sol désinfecté, l'élevage en pépinière est propice à la propagation des nématodes. On préfère les blocs aux godets en raison de l'économie financière et de la plus grande facilité de manipulation (FAO, 1988)

I.2. Préparation du sol :

Il est nécessaire de labourer afin de préparer la terre pour une nouvelle culture. Un labourage effectué après la récolte de la culture précédente améliore la structure du sol ainsi que sa capacité de rétention de l'eau. Cela permet également de réduire les risques de contamination par des ravageurs et des maladies liées au sol car l'exposition de la terre au soleil ardent peut éliminer ces derniers. Il faut effectuer un labourage en profondeur pour casser la couche dure du sous-sol qui est imperméable (la semelle de labour), pour éliminer les mauvaises herbes et pour ameublir le sol. Cette pratique bénéficie également à la croissance des racines. Il est souvent nécessaire de herser à deux reprises pour bien niveler le terrain, casser les mottes et éliminer les résidus de culture de la campagne précédente. (SHANKARA et al,2005)

I.3. Installation de la culture (le repiquage) :

Le repiquage ou transplantation des jeunes plantules de la pépinière en place définitive s'effectue après un maximum de 35 jours de pépinière, car plus le plant est jeune et plus la reprise est bonne. Le repiquage est réalisé manuellement, mais l'opération peut être mécanisée dès que la culture et la grosseur du plant le permettent. (SNOUSSI,2010)

I.4 Fertilisation :

Apport de fumure de fond : (60 tonnes/Ha de fumier + 12 quintaux de 11.15.15 /Ha pour la tomate de primeur) ou 30 à 40 tonnes /Ha de fumier + 06 quintaux de 11.15.15 /Ha pour la culture de saison ou arrière-saison

Apport de fumure d'entretien :

- Tomate sous serre : 06 apports pour les types indéterminés
- Tomate de plein champ : 04 apports pour les types déterminés

Actuellement l'ammonitrate 33,5% est remplacé par l'urée. Les apports réalisés sont alors comme suit :

- 1er apport : stade avant la floraison : 01 Q/Ha d'urée + 02 Qx/Ha sulfate de potasse
- 2eme apport : stade de grossissement des premiers fruits : 01 Q/Ha d'urée + 02 Qx/Ha sulfate de potasse
- 3eme apport : 01 mois après le 2ème apport : 01 Q/Ha d'urée + 02 Qx/Ha sulfate de potasse
- 4eme apport : 01 mois après le 3ème apport : 01 Q/Ha d'urée + 01 Q/Ha sulfate de potasse
- 5eme apport : 03 semaines après le 4eme apport : 01 Q/Ha d'urée + 01 Q/Ha sulfate de potasse
- 6eme apport : 03 semaines après le 5eme apport : 01 Q/Ha d'urée + 01 Q/Ha sulfate de potasse

Total : 06 Qx/Ha d'urée donc d'azote + 09 Qx de sulfate de potasse. (SNOUSSI ,2010)

I.5 Irrigation :

Les besoins d'eau de totaux après repiquage d'une culture de la tomate en champ pendant 90 à 120 jours sont de 400 à 600 mm, selon le climat. Les besoins d'eau par rapport à l'évapotranspiration de référence (ET_o) en mm/période sont indiqués par le coefficient cultural (kc) correspondant aux différents stades de développement de la culture, soit :0,4-0,5 pendant le stade initial (10 à 15 jours) :0,7-0,8 pendant le stade de développement (20 à 30 jours) :1,05-1,25 pendant le stade intermédiaire (30 à 40 jours) :0,8-0,9 pendant le stade final (30 à 40 jours), et 0,6-0,65 à la récolte. (GRUBBEN et al, 2004)

II. Les travaux d'entretien :

II.1 Le palissage :

Le palissage consiste à diriger verticalement la tige ébourgeonnée de la tomate le long d'une ficelle de palissage qui la maintient droite.

En pratique ce palissage peut être effectué de deux façons courantes : enroulage manuel de la tige autour de la ficelle ou fixation des tiges de tomates sur la ficelle de palissage par l'intermédiaire d'un clips plastique destiné à cet usage. (VITRE, 2002)

II.2 La taille :

La taille consiste à l'ablation manuelle des bourgeons axillaires qui démarrent à l'aisselle de chaque feuille en tête de plante. Cette opération est aussi appelée ébourgeonnage. Les bourgeons axillaires sont appelés aussi gourmands, pousses ou encore J. (VITRE, 2002)

II.3 Effeuilage :

C'est l'opération d'éliminer les feuilles basales, souvent sénescentes, pour améliorer la circulation de l'air, diminuer l'impact des maladies cryptogamiques et accélérer la maturation des fruits. (FAO, 2010)

Débute à la maturité du le premier bouquet et a lieu jusqu'au début de la floraison du septième bouquet. Il permet la pénétration de la lumière et l'aération des fruits par la circulation de l'air.il facilite aussi la récolte (MAPPA, 2006).

II.5 Aération :

La pratique de l'aération joue un rôle essentiel dans la gestion du climat à l'intérieur des abri-serres. Elle a pour but d'atténuer les amplitudes thermiques et d'éliminer l'excès de chaleur et d'humidité accumulées à l'intérieure des serres. Une mauvaise aération peut engendrer des difficultés de nouaison, le développement des maladies et une qualité du fruit médiocre (mauvaise coloration, faible tenue, fruit creux...). (ANNONYME, 1999)

II.6 Eclaircissage :

Cette opération se pratique uniquement sur les semis en place. Elle consiste à supprimer les plants en excès de manière à assurer un développement correct de la végétation. (SNOUSSI, 2010)

II.7 Eclaircissage des fruits :

Les fruits malformés ou présentant des symptômes quelconques son naturellement éliminés du bouquet. Mais en production intensive, l'éclaircissage est une technique courante pour améliorer le calibre des fruits, surtout pour les exploitations tournées vers l'exportation. (FAO, 2010)

II.8 Gestion des mauvaises herbes :

Il vise l'élimination de toutes les mauvaises herbes qui peuvent parasiter la culture et peuvent constituer un foyer pour certains ennemis (acarien, mouche blanche...) et aussi présentent une concurrence vis-à-vis la culture. Cette technique concerne aussi bien les mauvaises herbes poussant à proximité de la culture que celles installées aux alentours. (FAO, 2010)

II.9 Récoltes :

Il est très important de récolter au bon moment et de procéder à un traitement post-récolte approprié des fruits. Les fruits trop mûrs sont facilement endommagés ou commencent à pourrir. La première mesure qui permet de limiter le degré des dommages post récolte est de récolter au bon moment. Il sera nécessaire de faire plusieurs cueillettes puisque les fruits de la tomate ne mûrissent pas tous en même temps. L'on peut procéder à la première cueillette 3 à 4 mois après l'ensemencement. La récolte s'étendra sur environ un mois, en fonction du climat, des maladies et ravageurs et du cultivar planté. Au cours d'une campagne. (SHANKARA et al, 2005)

PARTIE II
ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 4
MATERIELS ET METHODES

1. Objectif de l'expérimentation :

L'objectif de notre expérimentation consiste à étudier l'effet d'un fertilisant chimique (NPK, Urée) et d'un biofertilisant liquide à base des algues marines (ALGASMAR), et solide "le compost" sur le rendement et la croissance végétative d'une variété de tomate maraichère (*ALEXANDRA*, Hybride F1) cultivée sous serre.

2. Lieu expérimental :

L'expérimentation a été réalisée au sein de la station expérimentale du département de Biotechnologie, faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Blida 1, dans deux milieux différents, l'un de ces derniers est une serre en polycarbonate (fig.08) dont les caractéristiques sont les suivants :

- ✓ La superficie est de 382.5 m².
- ✓ Orientation Nord-Sud.
- ✓ L'aération est assurée par des fenêtres placées latéralement dans la serre.
- ✓ Deux portes sont placées, une en nord et l'autre en sud de la serre.
- ✓ En période froide, le chauffage est assuré par des radiateurs à eau chaude.

Dans cette serre polycarbonate on a passé par la phase pépinière (préparation des jeunes plantules), durant la période allant du 18/11/2019 jusqu'au mois de janvier.



Figure 09 : Serre polycarbonate (Originale, 2020)

Le deuxième milieu est un abri serre tunnel dont les caractéristiques sont les suivants :

- ✓ Une paroi polyéthylène.
- ✓ Une forme aérodynamique.
- ✓ L'aération est assurée par deux portes placées en parallèle.
- ✓ La superficie est de 200 m².

Dont lequel on a fait le repiquage des jeunes plantules et d'autres entretiens.



Figure 10 : Abri serre tunnel (Original, 2020)

3. Matériel utilisé dans l'expérimentation :

3.1 Le matériel végétal :

Nous avons utilisé dans notre expérimentation des semences de la tomate, la famille des solanacées (*Solanum lycopersicum.L*), variété Alexandre hybride F1 (fig11).



Figure 11 : sac des semences de la tomate (originale, 2019)

Cette variété présente les caractéristiques suivantes :

- ✓ Feuillage vert foncé et un rendement élevé.
- ✓ Fruit ronds de couleur rouge.
- ✓ Le poids moyen 230-280gramme.
- ✓ Résistant au virus TMV, verticulum et nématode.

3.2 La tourbe :

C'est une tourbe noire moyennement décomposée d'origine Allemande, qu'on appelle Stender, elle est utilisée pour la production des jeunes plants maraichers et de plantes ornementales.

La tourbe noire joue un rôle de réservoir hydrique grâce à son excellente capacité de rétention en eau et tient une place importante dans l'alimentation hydrique et minérale des plantes.



Figure 12 : Sac de tourbe (Original, 2020)

3.3 Le compost :

IL s'agit d'un compost, de déchets verts, produit au niveau de l'unité de compostage du Jardin d'Essai d'El Hamma.

3.4 Le biofertilisant « ALGASMAR » :

Est un mélange d'extrait d'algues marines, d'acides aminés, d'enzymes collagènes et d'urée.

3.5 Autres matériels :

- ✚ Plaques Alvéoles
- ✚ Arrosoir manuel
- ✚ Une binette
- ✚ Un râteau

- ✚ Fourche bêche
- ✚ Serfouette
- ✚ Tuyau d'arrosage
- ✚ Tube à essai
- ✚ Bicher
- ✚ Pipete graduée
- ✚ Pied à coulisse
- ✚ Mètre ruban
- ✚ Balance de précision
- ✚ Thermomètre.
- ✚ Et autre.

4. Méthode :

4.1 Essai de germination :

Le test de germination a été réalisé le 04/11/2019 dans des boîtes de pétri en plastique (milieu artificiel) contenant du papier filtre imbibé avec l'eau de robinet, et de cinq graines par boîte (on a utilisé deux boîtes), et déposées dans une étuve pendant une semaine d'incubation avec une température réglée à 25°C. La présence d'eau est contrôlée quotidiennement pour éviter le dessèchement de papier filtre.

Le résultat de ce test est positif.

4.2 Le semis :

Notre expérimentation a commencé le 18/11/2019 par la 1ère étape qui représente le semis qui a été réalisé dans des alvéoles contenant de la tourbe noire désinfecté et humecté à raison de 02 graines déposées à une profondeur de 0.5 cm puis recouvertes à nouveau (fig13).

L'opération a été suivie par un arrosage abondant, l'arrosage est effectué chaque deux jour afin de garder l'humidité du substrat.



Figure 13 : l'opération du semis (Originale, 2019)

4.3 Travaux avant repiquage :

Nous avons réalisé :

- **Un désherbage** : manuel avant repiquage et durant tout l'essai



Figure 14 : désherbage (Originale, 2020)

- **Un laboure** : mécanique



Figure 15 : Le laboure (Originale, 2020)

- **Un nivelage** : manuel à l'aide d'un râteau :



Figure 16 : Le nivelage (Originale, 2020)

- **Un traçage des lignes** :



Figure 17 : traçage des lignes (Originale, 2020)

Après une durée d'un mois, les jeunes plantules (fig18) poussent jusqu'au stade de 4 feuilles.



Figure 18 : Les jeunes plantules (Originale,2020)

4.4 Le repiquage :

Le repiquage est réalisé le 27/01/2020 dans un abri serre tunnel, dont la température variée entre 12°C et 40°C, et l'humidité relative de l'air entre 45% et 80%.

4.5 Utilisation des engrais :

4.5.1 Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental (fig19) est constitué de 03 blocs dont chaque bloc est divisé en 04 lignes de 09 plants pour chacune.

L'essai présente donc un total de 108 plants, soit 36 plants par bloc. Chaque bloc est constitué de 04 traitements qui sont les suivants :

- T1 : traitement témoin
- T2 : traitement compost
- T3 : traitement d'engrais chimique et urée
- T4 : traitement d'extrait d'algue bleue

Il est à noter que la méthode de mesure destructive a été retenue, c'est-à-dire qu'une série de mesure est réalisée chaque semaine sur les quatre (04) traitements.



Figure 19 : Photo de dispositif expérimental (Originale, 2020)

4.5.2 Le dosage des traitements :

Traitement témoin : sans fertilisation

Traitement compost : Nous avons appliqué une quantité de 20 kg pour les 36 plants, réparti sur les 3 blocs étudiés, soit une dose de 500g par plant.

Traitement engrais chimique : L'engrais minéral qui a été appliqué avant le repiquage est un apport de 500g de NPK, et 200 g d'urée pour ce qui est fumure de fond. Après le repiquage deux apports d'NPK de 400 g ont été ajoutés, le premier au 11/02/2020 et le deuxième au 01/03/2020.

Traitement de l'extrait d'algues marines : Les plants de la tomate ont été traités au biofertilisant « ALGASMAR » selon le mode d'application racinaire et à la dose de 3ml de biofertilisant par un litre d'eau. Les plants de la tomate « ALEXANDRA F1 » ont été traités deux fois, le premier apport a été fait le 04/02/2020 et le deuxième apport a été réalisé le 26/02/2020.

4.5 Autres entretiens :

- Les entretiens qui ont été réalisés sont les suivants :
- Irrigation (manuel à l'aide d'un tuyau).
- Ebougeonnage (suppression des bourgeons axillaires).
- Binage-buttage (effectué afin d'aérer le sol et favoriser l'émission de nouvelles racines).
- L'aération (assurée par l'ouverture des deux portes latérales)
- Palissage.



Figure 20 : Le binage (Originale ,2020)



Figure 21 : palissage des plants (Originale, 2020)

CONCLUSION

CONCLUSION

Le choix de la culture et du dispositif expérimental adéquat, nous a permis de tester l'effet du compost et du biofertilisant d'origine végétale à base d'algues marines « ALGASMAR » sur la croissance et le rendement d'une culture de tomate sous serre (Alexandra, hybride F1). Nous l'avons comparé par rapport à l'engrais chimique et au témoin.

Quelques résultats obtenus nous ont permis de retenir les points suivants :

- Il est remarquable que le compost permette de maintenir une meilleure capacité de rétention en eau, et qu'il stimule la précocité de la floraison et de fructification, donc des rendements abondants.

- L'amélioration du rendement par « ALGASMAR » est remarquable, dont tous les traitements (T4) présentent des résultats élevés que ceux du témoin.

- En ce qui concerne l'engrais chimique, on a noté qu'il y a un effet positif sur le développement des plants.

A la fin, nous pouvons conclure que la fertilisation organique à base de compost et d'algues marines est suffisante pour rendre le sol fertile en vue d'augmenter le rendement de la production de la tomate sous serre.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

Références Bibliographiques :

1. **AFNOR, 2005.** Le compost : Dénominations, spécifications et marquage ; Ed : AFNOR, 16 p
2. **ANNONYME 1999 :** Transfert de technologie en agriculture bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA
3. **ANNONYME 2002 :** Analyse nutritionnelle tomate/Aprifel.
4. **ANNONYME 2009 :** Transfert de technologie en agriculture MADRPM/ DERP. fiche n°57 : tomate sous serre. PNTA. 12 p.
5. **ANNONYME 2013 :** Engrais Vert-Le Blog du Jardinier Bio.
6. **ANNONYME 2020 :** Apprendre à semer des tomates.
7. **BOOTH, E., 1965.** The manorial value of seaweed. *Botanica Marina.*, 8: 138-143.
8. **BOKIL K.K., MEHTA V.C et DATAR D.S., 1974 :** Other groups of algae, seaweed liquid fertilizer can be applied to various crop plant in order to enrich the nutrient content of the soil and intern to increase the growth and yield of cultivable plants.
9. **BLANCARD D., 2009 :** Les maladies de tomate, identifier, connaitre, maitriser. Ed : Quae.Paris.691p.
10. **BLANCARD D., MESSIAEN C.M., ROUXEL F., LAFON R., 1988 :** Les maladies des plantes maraichères.3eme édition. Ed : INRA.547p.
11. **CEFREPADE, 2008.**Compostage des déchets ménagers dans les pays en développement : Modalités de mise en place et de suivi d'installations décentralisées pérennes, 65p.
12. **CIRAD** (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France) et **GRET** (Groupe de recherche et d'échange technologique, ministère des affaires étrangères).2002. Mémento de l'agronomie pour le développement France.
13. **CROUCH, I.J. and VAN STADEN J., 1993.** Evidence for the presence of growth regulator in commercial seaweed product. *Plant Growth Regulators*, 13: 21-29.
14. **DIXON.R., 2002 :** The phenylpropanoid pathway and plant defence – a genomics perspective. *Mol. Plant pathol.*, 3, pp 371-390.
15. **DORE C., VAROQUAUX F., 2006 :** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed INRA.86 P.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

16. **ELIARD.J-L., 1987.**Manuel d'agriculture générale. Ed : Lavoisier-Technique et Documentation, Paris. 292 P.
17. **EYRAS M.C., DEFOSSE G.E., DELLATORRE F., 2008.** Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in Patagonia, Argentina. *Compos. Sci. Util.* 16, Pp 119-124.
18. **FAO., 1987 :** Réponse des rendements à l'eau : Bulletin Fao d'irrigation et de drainage.83p.
19. **FAO., 1988 :** Culture protégés en climat méditerranéen : Etude FAO production végétale et production des plants. Edition. FAO. 105 p.
20. **FAO, 1988.** Aménagement du sol : Production et usage du compost en milieu tropical et subtropical. *Bulletin Pédologique*, N° 56, 165 P.
21. **FAO., 2010 :** Statistique agricole.
22. **FAO STAT., 2016 :** Statistique agricole.
23. **GALLAIS A et BANNEROT., 1992 :** Amélioration des espèces végétale cultivées objectif et critère de sélection. INRA, Paris, 765 P.
24. **GRAVAL V., 2007 :** Lutte contre phythium ultimum chez la tomate de serre : une approche microbienne.
25. **GRUBBEN G.J.H et DENTON O.A., 2004 :** Ressource végétale de l'Afrique tropicale 2. Légumes. Ed Prota, Wageningen. Pay-Bas, 737 P.
26. **HADAS A., PORTNOY R., 1997.** Rates of decomposition in soil and release of available nitrogen from cattle manure and municipal waste composts. *Compost Sci. Util.*, 5: 48-54.
27. **HURTADO, AQ, YUNQUE, DA, TIBUBOS, K, CRITCHLEY., 2009.** Use of Acadian marine plant extract powder from *Ascophyllum nodosum* in tissue culture of *Kappaphycus* varieties. *J Appl Phycol* 21 : Pp. 633-639.
28. **INKEL.M., DESMET.P., TERSMETTE.T., VELDKAMP.T., 2005.**La fabrication et l'utilisation du compost. Ed : série Agrodok Pp 8-72
29. **I.T.M.C, 2003 :** Institue nationale des cultures maraichères. Algérie.
30. **LATIGUI A., 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.
31. **LAUMONNIER R., 1979 :** Culture légumière et maraichère, Tome III. Ed : Biliaire, Paris, 279P.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

32. **MADR., 2013** : Ministère de l'agriculture et du Développement Rurale. Statistique agricole. Alger.
33. **MAPPA D., 2006** : Les productions légumières
34. **MARCHOUX G., GOGNALONS P., GEBRE SELASSIE P., 2008** : Virus des solanacées du génome viral à la protection des cultures. Ed Quae.843P.
35. **NECHADI S., BENDDINE F., MOUMEN A., KHEDDAM M., 2002** : Etat des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 32, Pp.21–24. New Zélande J. Agric. Res. 8 :450-478.
36. **NELSON W.R. and VAN STADEN J., 1984.** THE EFFECT OF SEAWEED CONCENTRATE ON WHEAT CULMS. J. PLAN PHYSIOL., 1156 : 4333-437.
37. **NORRIE, J., KEATHLEY., JP., 2006.** Benefits of Ascophyllum nodosum marine-plant extract applications to “Thompson seedless’ grape production. Acta Horti 727 : Pp. 243-247
38. **NYABYENDA P., 2007** : Les plantes cultivées en région tropicale d'altitude d'Afrique. Ed Presse Agronomique de Gembloux, T, 240P.
39. **PEDRA F., POLO A., RIBEIRO A., DOMINGUES H., 2007.** Effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. Soil Biol. Biochem., 39:1375-1382.
40. **POLESE JM., 2007** : La culture des tomates. Ed Artémis, 95P.
41. **REY Y et COSTES C., 1965** : La physiologie de tomate : étude bibliographique. Ed INRA., 112P.
42. **ROUSSOS PA., DENAKA NK., DAMVAKARIS T., 2009.** Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compound. Scientia Horticulturae **119**:138-146.
43. **SHANKARA N., JOEP V., MARJA G., MARTIN H, et BARBARA V., 2005** : La culture de tomate, production, Transformation et commercialisation. Ed PROTA.105p.
44. **SHANKARA N., VAN LIDT DE JEUD J., DE GOFFAU M., HILMI M., VAN DAM B.2005.** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. 5eme (Ed).foundation agromisa et CTA, Wageningen.105 P.
45. **SNOUSSI S.A., 2010** : Etude de base sur la tomate en Algérie
46. **THIRUMARAN.G., ARUMUGAM.M., ARUMUGA.M.R et ANANTHARAMAN.P .2009.** Effect of Seaweed Liquid Fertilizer on Growth and Pigment Concentration of Abelmoschus esculentus (L) Taub. American-Eurasian Journal of Agronomy 2 (2) :Pp 57-66, 2009.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

47. **URBAN L et URBAN I., 2010** : La production sous serre, Tome 1, La gestion du climat 2^{eme} edition. Ed Lavoisier.337P.
48. **URBAN.L., URBAN.I., 2010.**La production sous serre : Tome 2 L'irrigation fertilisante en culture hors sol. Ed : Tec et Doc Lavoisier, paris.240 P.
49. **Valimunzigha C.K., 2006** : Etude de comportement physiologique et agronomique de la tomate (*Solanum Lycoperdicum L*) en réponse à un stress hydrique précoce. Université Catholique de Louvain.
50. **VITRE A., 2002** : La gestion du travail en serre de tomate.
51. **WONG J.W.C., LI G.X., WONG M.H., 1996.** The growth of *Brassicachinensis* in heavy metal contaminated sewage sludge compost from Hong kong. *Bioresour. Technol.*, 58: 309-313.
52. **ZELLA L et SMADHI D., 2009** : Micro-irrigation de la tomate sous serre. Courrier du savoir N°09, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie. Pp 119-126.
53. **ZUANG H., 1982** : la fertilisation des cultures légumières. Ed S.T.I.F.L.P349

Table des matières

Résumé

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste des abréviations

Introduction

Partie I : Etude bibliographique

Chapitre 1 : généralité sur la culture de la tomate

1. Origine et historique.....	4
2. Nomenclature et Classification de la tomate.....	4
2.1 Classification botanique.....	4
2.2 Classification variétale.....	5
2.2.1 Les variétés à croissance déterminées	5
2.2.2 Les variétés à croissance indéterminées	5
2.3 La classification génétique	6
2.3.1 Variétés fixé	6
2.3.2 Variétés hybride	6
3. Description botanique de la tomate	6
3.1 Le système racinaire	6
3.2 La tige	7
3.3 Le feuillage	7
3.4 La fleur	8
3.5 Le fruit	8
3.6 La graine	9
4. Le cycle biologique de la tomate	9
4.1 Phase de germination	10
4.2 Phase de croissance	10
4.3 Phase de floraison et pollinisation	10
4.4 Phase de fructification et de nouaison	10
4.5 Phase de développements et de maturation de fruit	11
5. Les exigences climatiques et édaphiques de la plante	11
5.1 Les exigence climatique	11

➤ La température	11
➤ L'eau et l'humidité	11
➤ La lumière	11
5.2 Les exigence édaphique	11
➤ Le sol	11
➤ Le Ph	12
➤ La salinité	12
6. L'importance de la tomate	12
6.1 Importance économique	12
➤ Dans le monde	12
➤ En Algérie	13
6.2 Importance nutritionnel	13
7. Culture de la tomate	14
7.1 Culture de plein champ	14
7.2 Culture sous abri	14
8. Les maladies et les ravageurs de la tomate	15
8.1 Les maladie cryptogamique	15
8.2 Les maladies bactériennes	15
8.3 Les maladies virale	17
8.4 Les ravageurs de la tomate	18

Chapitre 2 : La fertilisation de la tomate

1. Composition chimique du sol	21
2. Principaux rôles des éléments minéraux indispensables	21
3. Définitions	22
3.1 Définition de la fertilisation	22
3.2 Définition d'un engrais	22
4. La fertilisation chimique et la fertilisation organique	22
4.1 La fertilisation chimique	22
4.2 La fertilisation organique	23
4.2.1 Définition du compostage	23
4.2.2 Utilisation du compost	23
4.2.3 Effets sur les caractéristiques des sols	24
4.2.4 Engrais vert	24
4.2.5 Intérêt des engrais verts	24
4.2.6 Extrait d'algues marines	24

4.2.6.1 Intérêt des algues marines dans l'agriculture	24
4.2.6.2 Effet des algues marines sur les cultures	25
5. Le plan de fumure	25

Chapitre 3 : Mode de conduite et l'entretien de la tomate

1. Pratique culturale	27
1.1 Pépinière	27
1.2 Préparation du sol	27
1.3 Installation de la culture	27
1.4 Fertilisation	27
1.5 Irrigation	28
2. Les travaux de l'entretien	28
2.1 Le palissage	28
2.2 La taille	28
2.3 Effeuilage	29
2.5 Aération	29
2.6 Eclaircissage	29
2.7 Eclaircissage de fruit	29
2.8 Gestion des mauvaises herbes	29
2.9 La Récolte	29

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre 4 : Matériel et méthode

1. Objectif de l'expérimentation	33
2. Présentation du Lieu expérimental	33
3. Matériel utilisé dans l'expérimentation.....	34
3.1 Le matériel végétal	34
3.2 La tourbe	35
3.3 Le compost.....	35
3.4 Le biofertilisant.....	35
3.5 Autres matériels	35
4. Méthode	36
4.1 Essai de germination.....	36
4.2 Le semis	36
4.3 Travaux avant repiquage	37
4.4 Le repiquage	39
4.5 Utilisation des engrais	39

4.5.1 Dispositif expérimental	39
4.5.2 Le dosage des traitements	41
4.6 Autres entretiens	41
Conclusion	43

Références bibliographiques

