

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

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet de Fin d'Etude en vue de l'obtention du
Diplôme de Master académique.
Spécialité : Biotechnologie végétale.

THEME

Effet d'un biofertilisant liquide sur le développement et la croissance de deux
variétés de tomate (Rio Grande) industrielle et (Saint Pierre) maraichère
cultivées sous serre.

- Présenté par :

ASSES CHERIF

Devant le jury composé de :

Mme CHAOUIA C.	MCA	U. Blida 1	Président
Mme BRADEA MS.	MCA	U. Blida 1	Promotrice
Mr DJERDJOUR M.	Doctorant	U. Blida 1	Co-promoteur
Mme ABIDI L.	MAB	U. Djilali Bounaama	Examinatrice
Mr ZOUAOUI A.	MAA	U. Blida 1	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2014/2015

(Session 2013/2014)

Remerciements & Dédicaces:

Je porte toute ma gratitude à Mme BRADEA M. S. pour avoir accepté de diriger ce travail avec gentillesse, disponibilité ainsi que son expérience en plus de son amour de la nature qu'elle ma transmet.

Je remercie vivement Mme CHAOUIA. C qui m'a fait l'honneur de présider le jury. Mes remerciements vont également à Mme ABIDI. L et Mr ZOUAOUI. A comme membres de jury, qui ont accepté d'examiner mon travail.

Je tiens à remercier également Mr Mustapha DJERDJOR pour sa précieuse contribution tout au long de mon expérimentation.

Je remercie vivement ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de mon mémoire.

Je dédie ce mémoire à :

Ma chère mère, qui s'est toujours sacrifiée pour ma réussite et qui m'a énormément encouragé.

Mon cher père, pourson très précieux soutien moral qui est ma source de courage et mon modèle de réussite.

Mes chères sœurs Yesmine et Amina, qui sont une partie de ma volonté et de mon courage, sans oublier mon petit neveu Dali un petit ange qui nous a apporté de la gaité.

Mon oncle Allel, ainsi que ma tante Zakia qui ont toujours été présents pour moi.

Toute la famille ASSES et LAKEL.

Tous mes amis, en particulier Nacime KERKAR, BOUSLIMANI Halima, Abdelhalime OURDACHE, MAHMOUDI Khouloude, BOUGUERA Ikrame, EL FERTAS Rima, BENGUERGOURA Hachemi ainsi que MOKHTARI Amine mon ami le plus fidèle,

Et toutes les personnes qui m'ont aidé pour la réalisation de ce travail.

الملخص:

تعتبر الأسمدة الحيوية والأسمدة البديلة التي تساهم في كل من الخصوبة والحياة التربة لنمو التنمية والمحاصيل.

وتهدف هذه التجارب لدراسة تأثير الأسمدة الحيوية "SUPERBIO" طبيعية على تطوير وأداء اثنين متنوعة الطماطم (سانت بيار وريو غراندي) تدير جرعات الجرعة الكاملة ونصف جرعة تحت الجذر و أوراق بالمقارنة مع NPK الأسمدة المعدنية (15؛ 15؛ 15) تطبق في اثنين من جزء وبمبلغ 40 جم / نبات.

أظهرت النتائج أن معدل نمو النباتات لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية، ولكن العلاج T4 (15 جم / لتر الجذر) لديها سرعة (2.12 سم / اليوم) مع الارتفاع النهائي (74.33 cm). لالوزن الطازج والوزن الجاف للنبات أو كان الفرق كبيرا بين العلاجات، والعلاجات T3 (5 جم / لتر تطبيق الأوراق) أعطى نتائج أفضل في مجموعة متنوعة ريو غراندي (تكاليف 1200.62 غرام؛ 159.2 غرام جاف)، يليه عن طريق العلاج T4 (تطبيق جم 15 / لتر الجذر) في مجموعة متنوعة سانت بيار (1300.10 ز العذبة، 129.34 ز الجافة)، والمعلومات من السكريات الكلية وتبين أن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين العلاج والمعاملة T4 الأكثر فعالية لجميع المعلومات دراسة الجرعة تطبيق الجذر من 15 جم / لتر الجذر يعطي نتائج جيدة.

كلمات البحث: الأسمدة المعدنية، الأسمدة الحيوية، الطماطم سان بيار وريو غراندي الطماطم، باقة الفواكه الجرعة

Résumé :

Les biofertilisants sont considérés comme des engrais alternatifs qui contribuent aussi bien à la fertilité et à la vie des sols qu'au développement et à la croissance des cultures.

L'expérimentation a pour but d'étudier l'effet d'un biofertilisant naturel sur le développement et le rendement de deux variétés de tomate (Saint Pierre et Rio Grande), administré en doses complète et demi dose sous forme racinaire et foliaire en comparaison avec l'engrais minéral NPK (15 ; 15 ; 15) appliqué en deux fractions et en quantité de 40g/plante.

Les résultats obtenus montrent que sur la vitesse de croissance des plantes, il n'y a pas de différence significative ; mais le traitement T4 (15g/l racinaire) présente une vitesse de croissance 2.12 cm/jour avec une hauteur finale de 74.33cm. Pour le poids frais et le poids sec par plante on constate une différence significative entre les traitements. Ainsi le traitement T3 (5g/l application foliaire) donne de meilleurs résultats pour la variété Rio Grande (1200.62 g frais ; 159.2 g sec) puis le traitement T4 (15g/l application racinaire) pour la variété Saint Pierre (1300.10 g frais, 129.34 g sec). Le paramètre des sucres totaux montre qu'il y a des différences significatives entre les traitements et que le traitement T4 est le plus efficace Pour tous les paramètres étudiés, l'application racinaire en dose de 15 g/l racinaire donne de bons résultats

Mots clés : Biofertilisant, tomate Saint Pierre, tomate Rio Grande, fruits.

Abstract :

Biofertilizers are considered alternative fertilizers that contribute to both fertility and soil life to the development and growth of crops.

The experiments aim to study the effect of a natural biofertilizer on the development and performance of two tomato varieties (Saint Pierre and Rio Grande), administered full and half dose for root and leaf in comparison with the mineral fertilizer NPK (15; 15; 15) applied in two fractions and in an amount of 40 g / plant.

The obtained results show that for the plant growth speed there is no significant difference, but the T4 treatment (15g / l root) has a speed of 2.12 cm / day with a final height of 74.33cm. For the fresh weight and dry weight per plant there is a significant difference between treatments, and the T3 treatment (5 g / l foliar application) gives better results in the Rio Grande variety (1200.62 g fresh; 159.2 g dry) followed by T4 treatment (15g / l root application) in the Saint Pierre variety (1300.10 g fresh, 129.34 g dry). The total sugar parameter indicates significant differences between treatments and shows that the T4 treatment is the most efficient.

Keywords: Biofertilizers, tomato Saint Pierre, Rio Grande tomato, fruit.

Table des matières

Introduction.....	1
-------------------	---

PARTIE 1 : Recherche Bibliographique

Chapitre I : Agriculture Biologique

1. Historique	2
2. Définition	2
3. Situation	3
4. Principes	5
5. Objectifs.....	5
6. Avantages	6
7. Techniques.....	6

Chapitre II : Fertilisation minérale et biofertilisation

1. La fertilisation	14
1.2. Rôle de la fertilisation	14
1.2.1. Les fumures de redressement.....	14
1.2.2. Les fumures d'entretien	15
1.5. Les principaux éléments nutritifs	15
2. Les engrais	18
2.1 Engrais minéraux	19
2.1.1 Caractéristiques des engrais minéraux	19
2.2 Engrais organique	20
2. 3 Les engrais verts	22

Chapitre III : La Culture Des Tomates

1. Origine et historique.....	24
2. Description botanique et morphologique.....	24
3. Variété tomate cultivée en Algérie	26
4. Exigences écologiques de la tomate	27
5. Les techniques culturales.....	28
6. Les traitements phytosanitaire.....	31

PARTIE 02 : Expérimentation

I)-Matériels et Méthodes

1. Objectif	34
2. Matériel végétal	34
3. Lieu d'expérimentation.....	35
4. La transplantation sous serre	35
5. Le dispositif expérimental	35
6. Produit Utilisé	37
6.1. Caractéristique	37
6.2. Préparation des doses utilisées	37
7. Conduite de la culture	38
8. Les paramètres étudiés	39
8.1. Paramètre de croissance	39
8.2. Paramètres de production	40
8.3. Dosage des paramètres technologiques	41
9. Les analyses statistiques	41

II)-Résultats Et Discussion

1. Résultats et discussion.....	42
2. Conclusion.....	55
Annexe	56
Références Bibliographiques	74

Liste des figures :

Figure 01 :Evolution de l'agriculture biologique dans le monde (en million d'hectare), de 1999 à 2009 (ANONYME, 2009).	3
Figure 2: Racine de tomate (photo personnelle 2014)	25
Figure 3 : Fruit de tomate maraichère (Saint. Pierre) (photo personnelle 2015)	34
Figure 4: Fruit de tomate industrielle (Rio. Grande),(photo personnelle 2015)	34
Figure 5: Station expérimental de l'université Blida1 vue par Google earth (photo personnel)	35
Figure 6 : schéma représentant le dispositif expérimental de la serre.....	36
Figure 7 : Biofertilisant (Superbio) (Photo personnelle, 2015).....	37
Figure 8: Photo personnelle (2014) aspect général d'un refractomètre	40
Figure 9 : Évolution de la croissance de la tomate maraichère pour les différents traitements	42
Figure 10 : Évolution de la croissance de la tomate industrielle pour les différents traitements	42
Figure 11 : Hauteur finales moyennes des plantes de tomate (cm)	43
Figure 12: Poids frais des tiges, feuilles et poids racine de la tomate maraichère (g).	44
Figure 13 : Poids frais des tiges, feuilles et poids racines de la tomate industrielle (g).	45
Figure 14 : Poids sec des tiges, feuilles et poids racine de la tomate maraichère (g).	46
Figure 15: Poids sec des tiges, feuilles et racines de la tomate industrielle en (g).	46
Figure 16 : matière sèche des feuilles, tiges, racines et fruits de tomate maraichère.....	47
Figure 17: matière sèche des feuilles, tiges, racines et fruits de tomate industrielle	48
Figure 18: nombre des fleurs par bouquet de tomate maraichère	49
Figure 19: nombre des fleurs par bouquet de tomate industrielle	49
Figure 20 : nombre des fruits par bouquet de la tomate maraichère	50
Figure 21: nombre des fruits par bouquet de la tomate industrielle.....	51
Figure 22: le taux d'avortement chez les deux variétés	52
Figure 23 : dosage des sucres totaux (%).....	53

Liste des tableaux :

<i>Tableau 01 : Les surfaces biologique certifiées dans les principaux pays.</i>	4
Tableau 02 : Les surfaces biologiques en Algérie :	5
Tableau 03 : Bénéfices des pratiques agricoles biologiques au niveau de la biodiversité.	6
Tableau 04 : Quelques exemples sur l'association des cultures.	7
Tableau 05 : Les préparations à base de plante et de minéraux naturels.....	12
Tableau 06: Certaines plantes utilisées comme pesticides	13
Tableau 07: Température moyenne optimales au développement de la tomate.	27
Tableau 08 : Epuisement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/Ha).....	28
Tableau 09: Les principales maladies bactériennes de la tomate et leurs moyens de lutte. .	31
Tableau 10: Les principales maladies cryptogamiques de la tomate et leurs moyens de lutte préventifs et biologiques.....	32
Tableau 11: Les principales insectes et ravageurs de la tomate et leurs moyens de lutte. ...	33
Tableau 12: Les principaux maladies virales de la tomate et les moyens de lutte.	34

Liste des abréviations :

AB : agriculture biologique.

CV : coefficient de variation.

ET : écart type

D.D.L : degrés de liberté

Proba : probabilité

Tr : traitement

Var : variété

Introduction

INTRODUCTION :

Une fertilisation adéquate est préalable pour l'agriculture moderne, afin de pouvoir satisfaire de forts rendements avec une qualité optimale des récoltes. La révolution industrielle dans le domaine de la fertilisation a donné des résultats exceptionnels grâce à l'utilisation des produits de synthèses, communément appelés intrants chimiques.

Mais, après des décennies d'utilisation de ces intrants chimiques, on s'est rendu compte que ces derniers présentent plus d'inconvénients que d'avantages car ils ont abouti à des effets secondaires inattendus : pollutions, phytotoxicités, déséquilibres écologiques et même la disparition de certaines espèces animales et végétales. A cet effet, beaucoup d'agriculteurs ont pris conscience et on a commencé à s'intéresser de plus en plus à leur santé et à leur environnement, en appliquant une agriculture qui collabore avec la nature et cherche au maximum à épargner leurs ressources. (HULL *et al.* , 1975)

Actuellement le monde s'intéresse de plus en plus aux sujets de la détérioration des systèmes environnementaux, de même intérêt au système agricole actuel (chimique moderne ou conventionnelle) qui est une source de pollution de la terre, l'eau, l'air et les produits agricoles, ce qui a orienté l'attention vers les techniques de rotation des résidus organiques et leur utilisation comme intrants dans l'agriculture ce que l'on connaît sous le nom de l'agriculture biologique qui est l'une des formes de l'agriculture durable qui vise principalement à éliminer l'utilisation des engrais autre qu'organique et les pesticides chimiques, en utilisant d'autres techniques pour une production d'un aliment sain et propre avec la diminution ou l'élimination de la pollution de l'environnement .

(GEORGY, 2008)

C'est dans ce contexte que notre travail consiste à expérimenter un biofertilisant (SUPERBIO) à base d'algues marines qui apportent des minéraux, des composés structurants le sol, il améliore la rétention d'eau ainsi que certaines propriétés stimulantes des défenses naturelles des plantes.

Ce biofertilisant a été testé sur deux variétés de tomate l'une maraîchère (Saint Pierre) et l'autre industrielle (Rio Grande) afin d'identifier la dose ainsi que le mode d'application le plus efficace sur les paramètres physiologiques, biométriques et biotechnologiques.

Généralité :
Chapitre 1

1) Historique de l'agriculture biologique

Selon SILGUY (1998), l'histoire de l'agriculture biologique s'enfonce dans les méthodes traditionnelles. Ses bases et ses méthodes sont dans la continuité de celles qui étaient utilisées par la plupart des paysans du siècle dernier. Dès la fin du XIX^{ème} siècle, existait en Allemagne un mouvement pour une alimentation et une hygiène naturelle. Par la suite, elle a évolué sous l'influence de trois principaux courants sociologiques suivants :

Un mouvement ésotérique : l'anthroposophie.

A la veille de sa mort, en 1924, Rudolf Steiner (philosophe autrichien) jeta les bases de l'agriculture biodynamique qui accorde une importance particulière aux forces tellurique et cosmique. Les buts de cette société sont notamment (la recherche de tous les aspects possibles de mystères cachés dans la nature et tout spécialement des pouvoirs psychique et spirituels latents dans l'homme). Lors de conférence dans un domaine agricole de Silésie, il exposa les principes d'une agriculture fondée sur une approche anthroposophique. Il mit en garde contre l'excès d'engrais chimique qui peut tuer «la terre, organisme vivant». Il conseilla aussi d'employer du compost préparé avec certaines substances végétales susceptibles de jouer un rôle de biocatalyseur.

Le mouvement pour une agriculture organique :

Né en Grande-Bretagne, après la seconde guerre mondiale, ce mouvement redonna à l'humus un rôle fondamentale dans l'équilibre biologique et la fertilité des terres. Il se basait sur les théories développées par Sir Albert HOWARD dans son testament agricole écrit en 1940. Howard déplorait aussi l'emploi d'engrais artificiel et notamment les engrais minéraux. Il préconisa le retour à une «agriculture paysanne» autonome dont les protagonistes sont particulièrement attentifs aux phénomènes de la nature et vigilants à préserver l'humus des sols.

Le mouvement pour une agriculture organo-biologique :

C'est un médecin autrichien, Hans Peter RUSCH, qui mit au point ses préoccupations qui étaient très proches du mouvement écologique naissant : protection de l'environnement, qualité de l'alimentation et développement des énergies «douces» et renouvelables, selon RUSCH, la subsistance de la population doit être assurée en évitant le gaspillage, les pollutions et la dilapidation du potentiel de production. Cependant, il croyait aux vertus du progrès technologique, alors en plein essor à cette époque, et s'employa à jeter les bases d'une nouvelle agriculture biologique.

2) Définition de l'agriculture biologique :

D'après GENDREAU (2002), l'agriculture biologique peut se définir comme un système de production encourageant l'entreprise agricole à gérer ses ressources de façon cyclique et augmenter la fertilité ainsi que l'activité biologique du sol en accroissant la quantité de la matière organique présente dans le sol. Elle est un système de production accordant beaucoup d'importance à la relation entre la plante, l'animale, l'homme et l'environnement.

3) Situation de l'agriculture biologique :

3.1) Dans le monde :

Selon ANONYME (2009), en dix ans, la superficie mondiale cultivée selon le mode biologique a été multipliée par 3,5 pour atteindre 37,5 millions d'hectares fin 2009.



Figure 01 : Evolution de l'agriculture biologique dans le monde (en million d'hectare), de 1999 à 2009 (ANONYME, 2009).

Sur dix années, les surfaces agricoles certifiées bio ont augmenté à des rythmes plus ou moins rapides suivant les zones. En 2009, les surfaces mondiales certifiées bio et en conversion recensées ont augmenté de plus de 2 millions d'hectares par rapport à 2008 (+6%) (Figure 01).

En 2009, l'agriculture biologique dans les pays du pourtour méditerranéen couvrait plus de 4,5 millions d'hectares cultivés par plus de 150 000 producteurs bio. Entre 2008 et 2009, les surfaces cultivées en bio dans le pourtour méditerranéen ont progressé de près de 0,7 million d'hectares (+18%). Les seuls pays Arabe qui ont déclaré des superficies réservées à la production biologique sont l'Egypte, la Tunisie, le Maroc et le Liban (KENNY et HANAFI, 2001).

Tableau 01 : Les surfaces biologiques certifiées dans les principaux pays.

pays	Surface bio/surface bio total (en%)	Pays	Surface bio/surface bio total (en%)	Total en %
Australie	32	Royaume-Uni	2	
Argentine	12	Canada	2	
Etats-Unis	5	France	2	
Chine	5	Autriche	1	
Brésil	5	République Tchèque	1	
Espagne	4	Iles Malouines	1	
Inde	3	Suède	1	
Italie	3	Pologne	1	
Allemagne	3	Mexique	1	
Uruguay	2	Grèce	1	
Total en %	74		13	87

(ANONYME, 2009)

Selon le tableau, 87% des surfaces certifiées bio à l'échelle de la planète localisés dans 20 pays.

3.2) En Algérie :

Selon ABDELLAOUI (2006), L'Algérie dispose de certaines conditions naturelles pour développer ce type d'agriculture, en plus nos fruits et légumes sont souvent cultivés de façon naturelle sans utilisation de produits chimiques de synthèse. Parmi les régions nationales réputées en culture bio, nous citons la wilaya de Biskra qui conduit certains parties de datte « Deglet Nour » sous système biologiques et certains cultures légumière tel que l'artichaut, il y 'en a même quelques entreprises qui exportent des dattes bio et d'huiles bio. Mais malheureusement on rencontre quelques obstacles dans ce domaine d'agriculture durable tel que :

- Manque des personnels formés en culture biologique
- Il n'y'a pas une communication réel entre producteurs et exportateurs
- L'absence de structure de conditionnement et de froid adaptées et d'emballages conformes en quantités suffisantes.
- Il n'existe pas des « fonds de garanties » afin de permettre le développement de filières fruits et légumes biologiques.

Tableau 02 : Les surfaces biologiques en Algérie :

pays	Superficie en mode de production biologique en 2009 (ha)	Nombre d'exploitation biologique en 2009	Surface moyenne en bio par exploitation certifiée (ha/expl)
Algérie	622	49	13
Total monde	37 485 000	1 809 310	

(Anonyme, 2009)

4) Principes de l'agriculture biologique:

Selon FAZIO, (1996) les principes de la culture biologique sont les suivants :

-Élimination des produits chimiques, que ce soit dans l'amendement ou dans la lutte contre les parasites et les mauvaises herbes .

-Rétablissement ou création d'un écosystème dans la zone cultivée, c'est-à-dire d'un milieu de nombreuses espèces végétales et animales .

-Sauvegarder la fertilité organique du sol.

5) Objectifs de l'agriculture biologique :

Selon CLEMENT (1989), les objectifs de l'agriculture biologique sont :

-L'amélioration de la qualité nutritive des aliments, avec l'obtention des produits présentant :

* des teneurs en résidus de pesticides faibles ou très inférieures aux teneurs des produits de l'agriculture conventionnelle.

* des teneurs en nitrates plus faibles.

* des teneurs en éléments nutritifs (matière sèche, sucre, vitamines, oligoéléments) plus élevées que dans les produits courants.

* une meilleure conservation et une meilleure tenue à la cuisson.

* des qualités organoleptiques (saveur) supérieures.

-L'amélioration à long terme de la fertilité du sol par l'importance des apports organiques et la pratique de rotations variées, comprenant des engrais verts tel que les légumineuses.

-L'élimination de toutes formes de pollution qui peuvent être causées par l'agriculture : non seulement la pollution des aliments, mais aussi celle de l'eau (par les nitrates et les pesticides) et de l'environnement en général.

-Le maintien des paysans à la terre, grâce à une meilleure valorisation de leur production, qui permet aux petites exploitations de rester économiquement viable.

-La diminution de la consommation d'énergie (suppression des engrais azotés chimiques, dont la fabrication consomme des quantités considérables).

6) Avantage de l'agriculture biologique :

Tableau 03 : Bénéfices des pratiques agricoles biologiques au niveau de la biodiversité.

Pratique agricole biologique	Bénéfices au niveau de la biodiversité
La rotation de culture et les cultures mixtes	Une meilleure diversité d'habitats pour les oiseaux Herbes favorisées par les papillons
Les céréales ensemencées au printemps	Des habitats naturels pour les oiseaux Des nutriments aux oiseaux
Non-utilisation des pesticides Non-utilisation des herbicides	Abondance élevée d'invertébrés Nutriments pour les invertébrés, les oiseaux et les mammifères Diversité de la structure végétative favorable pour les invertébrés
Non-utilisation des fertilisants à base des minéraux	Bénéfique pour une large gamme d'invertébrés et des oiseaux Plus de variété de mauvaises herbes non compétitives Plus de nutriments naturels pour les cultures
Engrais vert et fumures Labourage superficiel	Bénéfique pour les vers de terre et la microflore de sol Nutriments pour les invertébrés, les oiseaux et les mammifères

(BARTRAM et PERKINS, 2003)

Après avoir comparé les avantages et les désavantages environnementaux de l'agriculture biologique par rapport à l'agriculture conventionnelle, nous pouvons conclure que l'agriculture biologique est généralement plus respectueuse de l'environnement que l'agriculture conventionnelle. Cela est particulièrement vrai au niveau des résidus de matières chimiques agricoles dans les aliments, la biodiversité, la consommation et la qualité de l'eau et la consommation énergétique. De même, l'agriculture biologique a le potentiel de réduire le lessivage des nutriments et l'émission de gaz à effets de serre.

7) Techniques de production dans l'agriculture biologique :

D'après FRANCINE (2004), souligne que les principes qui fondent ce type d'agriculture, un certain nombre de techniques agraires sont indispensables en matière de productions végétales qui sont :

Rotation et association des cultures :

La rotation, c'est-à-dire la succession planifiée de plusieurs cultures sur le même champ, est relativement longue : six à douze années en polyculture-élevage. Elle intègre des espèces

diverses: (prairies, céréales, légumineuses, crucifères, et plantes sarclées). Une bonne rotation est essentielle au maintien de la fertilité des sols (SILGUY, 1998).

Une bonne rotation permet de maintenir les terres propres grâce à une alternance de cultures ayant un cycle différent : des espèces salissantes comme le seigle ou le sarrasin, suivis de cultures nettoyantes comme les fourrages fauchés. La rotation contribue à nourrir les plantes et la terre, grâce à l'azote atmosphérique fixé par des légumineuses. Enfin la rotation des cultures variées permet de réduire les attaques parasitaires et la prolifération des ravageurs (FRANCINE, 2004).

D'après RAGOT (2001), la rotation est un moyen est parfois même le seul pour :

- Maitriser les adventices.
- Limiter la fertilisation.
- Réduire la pression des maladies et des parasites.
- Réussir l'implantation et garantir la production des cultures.

De plus, la rotation de culture évite d'appauvrir le sol en un élément. Les plantes ont des exigences en éléments nutritifs différentes d'une famille botanique à une autre (ANONYME, 2006).

L'Association des cultures valorisent les influences végétales des plantes les unes sur les autres. L'exemple le plus ancien et pratiqué encore aujourd'hui par les jardiniers est l'association : maïs, haricots grimpants et potirons. Le haricot utilise le maïs comme tuteur, le potiron profite de l'ombre du maïs (FRANCINE, 2004).

Selon ANONYME (2006), l'action répulsive de certaines plantes vis-à-vis de certains insectes nuisibles ou maladies a été mise en évidence. Ce sont les toxines ou l'odeur dégagée par la plante associée qui provoquent cette action répulsive.

Tableau 04 : Quelques exemples sur l'association des cultures.

Culture	Plantes associées	Lutte contre ...
Pomme de terre	Lin	Le doryphore
Choux	Cèleri	L'altise du chou Les chenilles de la piéride
Pois	Concombre	Les nématodes
Carotte	Basilic	La mouche de la carotte
Fraisier	Ail	La pourriture grise
Asperge	Tomate	Le nématode de la tomate Le criocère de l'asperge

(Anonyme ,2006)

Travail du sol :

Selon SHANKARA et al ; (2005), L'agriculture biologique se base sur un sol biologiquement actif.

Du fait de l'interdiction d'utilisation de fertilisants et de pesticides de synthèse, le travail du sol en agriculture biologique doit répondre à des objectifs plus particuliers:

- Assurer la préservation et la structuration du sol, stimuler l'activité biologique du sol pour fournir des nutriments aux cultures.
- Garder une bonne capillarité pour permettre une fumure organique efficace.
- Limiter les populations d'adventices (LE CLECH et HACHLER, 2003).

D'après les mêmes auteurs, les techniques de travail du sol en agriculture biologique sont globalement les mêmes que celles utilisées en agriculture conventionnelle, seulement il existe une opération qui est spécifique à l'agriculture biologique : le faux semis, a pour objectif s de détruire les adventices et de diminuer le stock de graines de mauvaises herbes en surface.

Selon FRANCINE (2004), Le Travail du sol doit perturber le moins possible l'activité microbienne du sol. Pour cela, il faut ameublir et aérer le sol, ne pas enfouir de matières organiques fraîches, limiter les passages d'engins lourds pour éviter le tassement du sol, et travailler le sol lorsque la terre n'est pas trop humide.

Gestion de fertilité et fertilisation :

Elle est constituée essentiellement de fumure organique, les engrais solubles sont proscrits du fait de leur assimilation par les plantes. (FRANCINE, 2004).

Selon ROBITAILLE (1989), En production biologique, les producteurs vont s'assurer de fournir au sol les conditions optimales à la croissance d'une culture vigoureuse et saine en utilisant principalement le compost, les cultures d'engrais verts et les rotations. En fonction des analyses de sol, il leur est permis d'utiliser des fertilisants minéraux pour corriger une carence, pour autant que ces fertilisants soient des minéraux naturels n'ayant subi aucun traitement chimique, tels le phosphate de roche, le sulfate de magnésium et le sulfate de potassium et de magnésium (sul-po-mag). Une unité fertilisante d'un engrais organique agit mieux que la même unité d'un engrais minérale

(SOLTNER, 1988).

La matière organique améliore la structure, diminue l'érosion du sol, permet au sol de stocker davantage d'eau, a un effet régulateur sur sa température, contribuant ainsi à améliorer significativement la fertilité du sol. En outre, la matière organique est un milieu de culture pour les organismes vivants dans le sol (ANONYME, 1965).

Semences et plants :

Une semence bio est une semence certifiée ou inscrite au catalogue des variétés. La réglementation, et plus particulière l'article 6 du règlement CCE n 2092/91, implique que « la plante mère, dans le cas de semences, et la ou les plantes parentales, dans le

cas du matériel de reproduction végétative, aient été produites selon les règles de l'agriculture biologique pendant au moins une génération ou, s'il s'agit de culture pérennes, deux périodes de végétation» (LE CLECH et HACHLER, 2003).

Gestion des adventices :

Les méthodes de désherbage sont surtout mécaniques ou manuelles et parfois thermiques (SILGUY, 1998). Il entend par désherbage thermique les différents systèmes provoquant un échauffement brusque, important et bref entraînant la destruction des végétaux indésirables, il est connu et très pratiqué en agriculture biologique (POUSSET, 2003).

Selon VINCENT et CODERRE (1992), on peut utiliser des bio herbicides qui sont des phytopathogènes spécifiques pour les mauvaises herbes tel que :

Champignons, bactéries, virus, insectes, nématodes...qui puissent être utilisé pour la lutte contre les adventices.

D'après PELLETIER (1994), la pratique de faux semis qui consiste à préparer le sol pour faire germer les mauvaises herbes et les détruire dès qu'elles ont germé, par un nouveau travail du sol.

Selon GABRIEL (2003), on peut prévenir le développement des adventices par la couverture en plastique, le compostage de la matière organique...L'utilisation de variété à démarrage rapide qui concurrence mieux les mauvaises herbes. La culture associée de plantes étouffantes qui recouvrent le sol avant les mauvaises herbes en les privant ainsi de lumière, donc il n'y aura pas de photosynthèse (LE CHLECH et HACHLER, 2003).

Protection phytosanitaire :

L'agriculture biologique proscrit l'utilisation des produits phytosanitaires de synthèse, pour limiter la pression des maladies et des ravageurs, il existe des méthodes de lutte indirectes et directes.

- Méthodes de lutte indirectes :

D'après SILGUY (1998), la lutte anti-parasitaire est d'abord préventive: D'utiliser et de choisir des variétés résistantes aux agents pathogènes et adaptées au sol et au climat.

Le labour permet de détruire les organismes qui hivernent dans le sol par destruction mécanique, dessèchement, ou exposition au froid (LE CLECH et HACHLER, 2003).

Selon FAZIO (1996), l'emploi d'un fumier ou d'un compost immature est déconseillé, car ce type de matériaux apporte des moisissures, des champignons, des bactéries, des virus, ainsi que des larves de toute espèce.

Les résidus végétaux doivent être traités car ils constituent le support d'agents pathogènes et sont donc des sources de contamination (LE CLECH et HACHLER, 2003).

Les opérations de taille et d'ébourgeonnage doivent être exécutées en temps sec (FAZIO, 1996).

D'après VILAIN (1997), la monoculture augmente le risque de parasitisme, donc il faut pratiquer la rotation afin de rompre le cycle de développement des parasites.

Selon SEMAL et al (1989), la présence de brise-vent réduit la vitesse du vent et influence les conditions thermiques, l'humidité et la lumière dans les parcelles voisines. Ils peuvent même retarder l'infection de la culture.

D'après les mêmes auteurs, l'association de certaines cultures sur une même sole (maïs-sorgho, cotonnier-arachide, etc.) favorise le développement d'ennemis naturels contre des insectes ravageurs nuisibles et diminue l'impact de certaines maladies et des mauvaises herbes.

- Méthodes de lutte directes :

Méthodes physiques :

Des protections physiques permettent de faire obstacle aux ravageurs avant toute invasion. Les films plastiques et filés agrotexiles limitent l'attaque des ravageurs aériens et des virus qu'ils transmettent (LE CLECH et HACHLER, 2003).

Les papillons nocturnes, auxquels appartient la majorité des chenilles nuisibles pour les plantes potagères, peuvent être attirés grâce à des lampes appropriées pour éviter qu'ils déposent leurs œufs (FAZIO, 1996).

Selon SLIMI (2000), il y'a une influence de la hauteur du piégeage et de la couleur des cuvettes à eau sur les captures de certains Arthropodes nuisibles aux cultures ;

D'après FAZIO (1996), les fourmis peuvent être combattu en versant de l'eau bouillantes dans leur abri.

Selon VINCENT et al (2000), la lutte par aspiration a prouvé son efficacité contre certains insectes nuisibles comme le cas de la punaise terne de fraisier (*Lygus lineolaris*) qui est diminué jusqu'à 80% grâce à cette méthode. La technique consiste à utiliser un aspirateur qui aspire les insectes des plantes, cet appareil existe sous deux formes :

*Appareil porté sur le dos qui est utilisé dans les petites parcelles.

*Appareil monté sur le tracteur qui est utilisé dans les grandes parcelles.

Selon GABRIEL (2003), utiliser de panneaux attractifs englués jaunes contre aleurodes et mouches, et panneaux bleu contre thrips.

Méthodes biologiques :

D'après LACHUER (2007), il s'agit de combattre des organismes nuisibles grâce à des mécanismes naturels, utilisant des êtres vivants « auxiliaire » (ou des extraits d'êtres vivants)

afin d'empêcher ou réduire les pertes causées par ces organismes nuisibles. On utilise ainsi des animaux, des végétaux, des champignons des bactéries et des virus...

On peut citer quelques ennemis naturels utilisés contre ces ravageurs :

Selon VINCENT et CODERRE (1992), *Aphidius ervi* parasite très efficacement *Macrosiphum euphorbiae* (Le puceron vert de la tomate), il pond les œufs dans l'abdomen de puceron. Puis apparaissent les larves d'*Aphidius ervi* qui se nourrissent du contenu des pucerons, les transformant ainsi en momies brunes.

Le syrphé, qui ressemble à une guêpe, est le troisième ennemi des pucerons ; sa larve peut en manger jusqu'à 900 pucerons de l'éclosion à la nymphose (AUBERT, 2005).

Selon le même auteur, une larve de coccinelle mange jusqu'à sa nymphose, entre 200 et 600 pucerons.

D'après VINCENT et CODERRE (1992), nous pouvons utiliser une guêpe parasite (*Encarsia formosa*) pour lutter contre l'aleurode des serres.

LYON (1986) signale que les deux parasites *Liriomyza brioniae* et *Phytomyza syngenesiae* parasitent efficacement la mineuse serpentine (*Liriomyza trifolii*) qui cause des énormes dégâts sur la tomate.

La coccinelle est un grand mangeur de pucerons, ainsi bien au stade larvaire qu'à l'état adulte. Une larve de coccinelle mange, jusqu'à sa nymphose, entre 200 et 600 pucerons (AUBERT, 2005).

Selon GABRIEL (2003), les trois espèces de mineuses en serres maraichères (*Liriomyza trifolii*, *Huidobrensis* et *Bryoniae*) sont toutes parasitées par deux espèces d'hyménoptères (*Docnusa sibirica* et *Diglyphus isaea*). Les lâchers se font dès l'observation des premières mines sur feuilles à la dose de 1 individu pour 1m²

Contrôler le parasitisme 15 jours après le lâcher.

L'utilisation de *Bacillus thuringiensis*, pour lutter contre un certain nombre de chenilles. On l'utilise notamment contre la cheimatoïbia, la piéride du chou, la teigne du poireau et ver gris (AUBERT, 2005).

Méthodes génétiques :

D'après LE CLECH et HACHLER (2003), des mâles stériles peuvent être utilisés dans la lutte contre certains ravageurs, comme la mouche de l'oignon par exemple.

Méthodes chimiques :

Les seuls fongicides tolérés en agriculture biologique sont le soufre et le cuivre (sous forme de sulfate, acétate ou de carbonate) (AUBERT, 2005).

Selon ROGER et al (2002), nous pouvons employer des biopesticides d'origine végétale dans la lutte contre plusieurs pathogènes en utilisant des extraits et des huiles de plantes.

Les seuls insecticides autorisés en agriculture biologique sont la roténone, le quassia et le pyrèthre. Ce sont trois insecticides végétaux, extraits de plantes tropicales (AUBERT, 2005).

D'après SCHMID et HENGGELER (2002), nous pouvons utiliser certaines infusions de plantes pour lutter contre certains ravageurs. (Tableau 16)

D'après GUET (2003), l'emploi de phéromones est autorisé en agriculture biologique, ce sont des capsules attractives placées dans des pièges, utilisées dans la lutte contre les insectes par confusion sexuelle. Les Phéromones libèrent une substance qui empêche les papillons mâles de trouver les papillons femelles, donc il n'y aura pas d'accouplement.

Tableau 05 : Les préparations à base de plante et de minéraux naturels.

Le produit utilisé		Son action
Les préparations à base des plantes	Purin d'orties	Stimule les mécanismes de défense et la croissance des plantes et ralentit ou arrête la prolifération de certains parasites.
	La décoction de prêle	Efficace contre diverses maladies (mildiou, rouille) et insectes (puceron)
	L'absinthe et la tanaïsie	Utilisées contre les pucerons et les chenilles.
Les préparations commerciales à base d'essences de plantes « aromathérapie »		L'aromathérapie est une voie d'avenir dans la lutte contre les parasites
Lithothamne et les poudres de roche siliceuses		Action préventive contre certaines maladies (tavelure, oïdium, mildiou) et freinent le développement de certains insectes (doryphore, teigne du poireau, mouche du chou)

(AUBERT, 2005)

Tableau 06: Certaines plantes utilisées comme pesticides

Nom	Partie utilisée et Préparation	Epoque	Partie traitée	Effet recherché
Ail (<i>Allium sativum</i>)	Bulbes hachés 100 g/litre d'eau, laisser ramollir 1 heure	Début mai, 3 fois à 3 Jour d'intervalle Répéter après la récolte	Plante entière, sol	Contre les pucerons, les maladies cryptogamiques.
Raifort (<i>Armoracia rusticana</i>)	Feuilles et racines 300 g/10 litre d'eau	Pendant la floraison	Les fleurs	Contre la moniliose.
Quassia (<i>Quassia amara</i>)	La plante entière 150g/10 litre d'eau avec éventuellement 250g de savon noir dilué dans 10 litre d'eau	Du printemps à l'automne	Plante entière	Contre puceron et d'autre insecte.
Oignon (<i>Allium cepa</i>)	Peau et feuilles 500g/10litre d'eau (plante fraîche) 200g/10 l d'eau (plante séchée)	En cas d'attaque	Plante entière	Contre la mouche de la carotte.

(SCHMID et HANGGELER, 2002)

Généralité :
Chapitre 2

1. La Fertilisation :

Selon DEBALY et *al* (2006) La fertilisation repose sur les lois d'actions des éléments fertilisants qui viennent d'être décrites ,mais aussi sur des facteurs économiques et humains .parmi ces facteurs ,plusieurs jouent un rôle sur les pratiques des agriculteurs et notamment sur la fertilisation ;la politique agricole commune (PAC) et les prix ,qui conditionnent le choix du niveau d'intensification et ,enfin ,la protection de l'environnement .en conséquence ,plus que jamais ,l'agriculteur doit définir précisément ses objectifs de production et ses itinéraires techniques ,et prendre en compte la nature du sol et des cultures ainsi que les ressources organiques disponibles (effluents d'élevage ,boues ...)

Selon le même auteur, Le raisonnement de la fertilisation comporte deux étapes indispensables : le diagnostic, principalement à partir des analyses de terre, et la préconisation.

La fertilisation, c'est l'action qui consiste à effectuer des apports d'engrais organique ou minéraux, nécessaires au bon développement des végétaux. Elle peut donc être réalisée sous forme d'amendements humifères (organique) ou minéraux (chimique).

(ANONYME 2005 1)

1.2. Rôle de la fertilisation :

Le but de la fumure est double :

- D'une part, fournir à la plante les éléments dont elle a besoin, donc elle consiste à créer pour le végétal un milieu nutritif ou il doit trouver dans la solution du sol un ensemble des éléments nécessaires, en quantités suffisantes durant tout le cycle de son développement.
- D'autre part, restituer au sol les quantités exportées par les plantes de façons à le maintenir en bon état de fertilité (LEFEVRE, 1938) On distingue deux types de fumures :

1.2.1. Les fumures de redressement :

Tendent à rectifier le défaut initial d'un sol non encore emblavé .par exemple, une insuffisance en phosphore devra être corrigée par des apports, souvent massifs, pour saturer les composés du sol qui sont susceptibles de donner avec le phosphore des complexes insolubles (phosphore dit « rétrogradé » .de même ,le potassium a tendance à s'infiltrer à

l'intérieur des feuillets d'argiles ,et ce potassium «fixé » est inutilisable par des fumures de redressement. (RENE HELLER et *al.*, 1998)

Elles s'imposent non seulement lors d'emblavements nouveaux, mais aussi après certains accidents, naturels '(inondations) ou volontaires (sous-solage, labour très profond destiné à rajeunir un sol) (RENE HELLER et *al.*, 1998)

1.2.2. Les fumures d'entretien :

Se bornent à compenser les exportations , c'est-à-dire les départs d'éléments minéraux causés par les récoltes. (RENE HELLER et *al.*, 1998)

1.5. Les principaux éléments nutritifs :

L'azote :

D'après (CHRISTIAN SCHWARTZ et *al.*, 2005) L'azote joue un rôle essentiel dans la synthèse de la matière vivante à partir de la matière minérale .Il est important de rappeler que les animaux (organismes hétérotrophes) ne peuvent absorber directement ni l'azote de l'air ,ni l'azote minéral. Ce sont les végétaux (organismes autotrophes) ,ou certains microorganismes ,qui leur fournissent sous forme organique l'azote dont ils ont besoin pour synthétiser les protéines.

Le rôle des protéines est essentiel dans les phases de croissance et de développement des organismes vivants .quel que soit leur poids moléculaire , celles-ci ont une teneur relativement constante en azote élémentaire ,(N) : 16% .ainsi ,pour synthétiser 1 kilogramme de protéines à partir de l'ion nitrate (NO_3^- contient 22% d'azote), il faut 725 grammes de nitrate. (CHRISTIAN SCHWARTZ et *al.* 2005)

L'azote se trouve dans l'air (80 % environ) et sous des formes minérales (ammoniaque ou nitrate) ou des formes organique (dans l'humus, les déjections animales...) L'azote est un constituant des protéines végétales et de la chlorophylle. en contribuant à la production de la chlorophylle, l'azote est le stimulant principal de la croissance des végétaux ; Par ailleurs, c'est en consommant les matières végétales que les animaux herbivores trouvent l'essentiel de l'azote dont ils ont besoin pour leur croissance, l'entretien de leur organisme et le métabolisme de l'eau. (CAMILLE .CEDRA ,1997)

Le phosphore :

D'après SCHWARTZ CHRISTIAN *et al.*, (2005) le phosphore a été découvert en 1669 par l'alchimiste allemand Henning Brand qui, au cours de ses diverses tentatives pour découvrir la pierre philosophale, retire de l'urine humaine une substance luisant dans l'obscurité qu'il nomma donc « phosphore ». Le chimiste suédois Wilhelm Scheele réussit à l'isoler en tant qu'élément chimique à la fin du dix-huitième siècle. Cependant, le rôle du phosphore, élément nutritif essentiel pour l'établissement des structures biologiques et le fonctionnement des processus métaboliques indispensables à la vie, devait rester encore insoupçonné des agronomes pendant près d'un siècle.

Le phosphore (PO_4H^{2-}) est un élément constituant de la matière vivante. Il intervient notamment dans le fonctionnement physiologique des plantes (respiration, photosynthèse ...), dans les processus de croissance et de précocité et dans la résistance aux maladies. (SCHWARTZ CHRISTIAN *et al.*, 2005)

Les plantes contiennent de 0.4 à 1% de phosphore. Le phosphore présent dans la solution du sol est issu de la désorption du pool phosphate-sol, de la minéralisation de la matière organique et de l'apport d'engrais minéraux phosphatés. Ces engrais sont essentiellement fabriqués à partir de phosphates naturels miniers ou, dans une plus faible mesure, à partir des scories de déphosphoration de l'industrie sidérurgique. (CAMILLE, CEDRA, 1997)

Le potassium (K) :

Découvert en 1807 par Davy Humphry au cours de la réduction électrolytique de la potasse caustique (KOH), le potassium est le constituant principal des cendres des végétaux terrestres, d'où son nom pottash (cendre de pot) en allemand et kali en arabe, à l'origine des mots alcali et alcalin. (SCHWARTZ CHRISTIAN *et al.*, 2005)

La matière sèche des végétaux contient de 0.5 à 7% de potassium. Celui-ci se trouve surtout sous forme minérale dissoute dans la solution du sol et, sous forme échangeable, dans le complexe argilo-humique (CAH). Le potassium favorise la synthèse et le stockage des glucides, réduit la transpiration et participe à la formation des protéines. Une part importante des réserves de potassium du sol, < exportée > avec les végétaux récoltés, doit être restaurée par apport d'engrais potassiques. Le potassium contenu dans les aliments fourragers contribue au développement et au fonctionnement musculaire des animaux et intervient dans

de nombreux systèmes enzymatique, mais il est rejeté en partie par urines. (CAMILLE CEDRA ,1997)

Le calcium (Ca) :

Le calcium est un aliment des plantes , qui en contiennent de 0.01 à 4.5 % (en % de CaO dans la MS), principalement assimilable sous la forme de carbonate de calcium (Ca_2^+).Le calcium joue un rôle physiologique très important (constituant des parois cellulaires , neutralisant suffisantes ,stimulant de systèmes radriculaire ...) Si les réserves du sol sont en général suffisantes pour satisfaire les besoin des plantes ,il peut être indispensable (après analyse) d »apporter du calcium sous la forme d'amendements calcaires : chaux vive agricole ,chaux éteinte ,craie ,marne ,calcaires marins (maërl) .. pour corriger le pH du sol et améliorer le fonctionnement du complexe argilo-humique. (CAMILLE CEDRA .1997)

Le calcium est un macroélément essentiel pour toutes les plantes supérieures; il joue en effet un rôle important dans la régulation des échanges ioniques entre les racines et leur milieu. C'est un élément fondamental des parois cellulaires des plantes. C'est lui qui donne leur résistance tissulaire aux membranes pectiques. Il a ainsi une grande influence sur certaines caractéristiques des cultures comme la rigidité des tiges des céréales et la qualité des fruits. (ELHOUSSINE ZAID ,2006)

Le soufre (S) :

Par rapport à d'autres éléments , comme l'azote ,le phosphore ou le potassium ,le soufre ait figure de parent pauvre du point de vue des références .En effet , l'importance du soufre dans la nutrition des plantes a été longtemps sous-estime et ce n'est qu'au cours des premières décennies du XX^e siècle que les agronomes se sont intéressés à son rôle dans la plante et à sa disponibilité dans le sol.(CHRISTIAN SCHWARTZ et al 2005)

le soufre intervient dans la synthèse des protéines et dans la composition d'enzymes et de vitamines .Son assimilation par le plantes s'effectue sous la forme de sulfates SO_4 par le système racinaire et dans une moindre mesure, sous la forme d'anhydride sulfureux atmosphérique (SO_4) par leur stomate. (CAMILLE CEDRA .1997)

Le magnésium (Mg) :

Dés le milieu du XIX^e siècle, le magnésium a été reconnu comme l'un des sept éléments minéraux indispensables aux végétaux supérieurs (N .S.P.K.Ca. Mg. et Fe) lorsque sa présence a été identifiée dans la molécule de la chlorophylle, fondamentale pour la photosynthèse, son importance a été mieux perçue encore. Cependant, les travaux relatifs à la magnésienne des cultures restent relativement peu nombreux, comparativement à celles consacrées aux éléments dits « majeurs ». (CHRISTIAN SCHWARTZ *et al.*, 2005)

Le magnésium est un constituant de la chlorophylle des plantes ; il participe au transfert du phosphore vers les grains et à l'élaboration des sucres, protéines et vitamines. Les carences de magnésium se manifestent, selon les végétaux, par des chloroses plus ou moins prononcées et le dessèchement des feuilles les plus âgées

(CHRISTIAN SCHWARTZ *et al.*, 2005)

Le magnésium est apporté soit en combinaison avec des amendements calciques (chaux magnésienne vive, chaux magnésienne éteinte), soit en combinaison avec des engrais minéraux, soit par pulvérisation de solution (sulfate, oxyde ou nitrate de magnésie). (CAMILLE CEDRA .1997).

Les oligo-éléments :

En agriculture, sont considérés comme oligo-éléments les six éléments chimiques suivants (Heller,1990) : le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore (ou plus précisément l'ion borate) et le molybdène. L'ion chlorure s'y ajoute, indispensable à de très faible concentration, mais qui n'est pas nuisible aux concentrations beaucoup plus fortes rencontrées habituellement. En outre, le cobalt est indispensable aux rhizobiums, et donc aux légumineuses, pour assimiler l'azote atmosphérique. (CHRISTIAN SCHWARTZ *et al.*, 2005)

Ils jouent un rôle important dans la vie végétale et leur disponibilité insuffisante conduit à des carences plus ou moins graves parmi les nombreux oligo-éléments citons le fer, le manganèse, le cuivre, le zinc, le bore, le molybdène. (CAMILLE CEDRA .1997)

2. Les engrais :

Pour améliorer ou préserver la fertilité des sols de son exploitation, l'agriculteur peut utiliser des matières fertilisantes : les engrais et les amendements

Les engrais sont des produits de nature minérale ou organique que l'on apporte au sol pour fournir aux végétaux des éléments minéraux plus ou moins rapidement disponibles. Les principaux engrais apportent de l'azote, du phosphore et du potassium. Ces trois éléments fertilisants majeurs. (DEBALY *et al.*, 2006)

Les engrais sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinés à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. (ANONYME, 2011).

2.1. Engrais minéraux :

Les engrais minéraux sont répartis en deux parties :

- Les engrais minéraux simple
- Les engrais minéraux composés (binaires et ternaires).

2.1.1. Caractéristique des engrais minéraux :

Les engrais minéraux sont classés selon le nombre d'éléments fertilisants majeurs (N P K) apportés :

- Les engrais simples apportent un seul de ces trois éléments ; ils peuvent contenir en plus certains éléments secondaires (Ca, S, oligoéléments ...) ;
- Les engrais composés contiennent deux ou trois de ces éléments : ce sont des engrais binaires (NP, NK, PK) ou ternaires (NPK). Ils sont formés du mélange d'engrais simples (engrais de mélange, ex. : scories potassiques) ou sont obtenus en faisant réagir des matières premières entre elles (engrais complexes, ex. : nitrate de potassium).

L'étiquette d'un engrais commercialisé doit indiquer obligatoirement :

- L'identification du produit et référence à la réglementation,
- La dénomination du type,
- Les teneurs déclarées,
- La répartition des formes d'azote (N total, N nitrique, N ammoniacal, N cyanamide, N uréique, N organique),
- La solubilité pour le phosphore et potassium,
- La finesse de mouture pour les engrais contenant des phosphates naturels ou des scories thomas,

- Eventuellement, la teneur en éléments secondaires.

Tous les engrais commercialisés doivent être conformes à la norme européenne. Les engrais se présentent sous forme solide (en granulés, cristallisés, concassés, en perles, en poudre), en solution (solution azotées, solutions binaires ou ternaires) ou sous forme de gaz liquéfié (ammoniac anhydre). (DEBALY *et al.*, 2006)

2.2. Engrais organique :

Les engrais organiques proviennent de diverses matières d'origine animale ou végétale, que l'on dessèche ou que l'on broie. Ces engrais ne sont pas solubles dans l'eau mais la majeure partie des éléments qu'ils contiennent est rapidement minéralisable et disponible pour les plantes. Ils apportent principalement de l'azote, du phosphore et du potassium mais aussi du soufre, du calcium, du magnésium et des oligoéléments. Ils n'enrichissent pas le sol en humus mais ils stimulent l'activité des êtres vivants du sol auxquels ils servent de nourriture. (DEBALY *et al.*, 2006)

Les engrais composés organiques doivent contenir au moins 3% de l'un des éléments N, P_2O_5 , ou K_2O ou la somme de ces trois éléments doit être supérieure à 7%. Leur prix est souvent élevé à cause du coût des matières premières utilisées. Selon leur composition, certains de ces engrais sont autorisés en agriculture biologique.

On trouve aussi dans le commerce des engrais organo-minéraux qui sont fabriqués en mélangeant des matières organiques végétales ou animales et des engrais minéraux. Pour un engrais NPK, la teneur minimale en chaque élément est de 3% et la somme des éléments majeurs est au moins égale à 7%. (DEBALY *et al.*, 2006)

a. Calcul des doses de fertilisants organiques :

Les besoins de la culture permettent de déterminer les doses en N, P, et K à apporter. En prenant en compte les teneurs totales en éléments fertilisants de la matière organique et les coefficients équivalent-engrais, on calcule la quantité de matière organique brute à apporter à l'hectare. Après ajustement de cette quantité aux capacités du matériel d'épandage, on calcule les quantités d'éléments réellement utilisables par la culture. On complète ensuite par une fertilisation minérale en fonction des besoins de la culture. Les matières organiques issues d'élevages de volaille ont un taux de matière sèche élevé et une grande concentration du produit brut en N-P-K, comparées à celles issues des élevages de porc ou de bovin. C'est

pourquoi elles sont très recherchées. Leurs teneurs en K sont un peu plus faibles que celles en N total et en phosphore, ce qui peut impliquer un complément en K₂O minéral. Leur fraction ammoniacale est élevée bien que, lors du compostage, plus de la moitié de l'azote initialement contenu dans les fientes se volatilise.. (CHABALIER et *al.*, 2006)

b. Les apports organiques

D'après (LAURENCE. et NATHALIE ,2009) les apports organique entretiennent le taux d'humus du sol et permettent aussi :

- D'améliorer la structure et la stabilité structurale du sol.
- D'augmenter la rétention en eau.
- De stimuler l'activité biologique du sol.
- De fournir la majeure partie des éléments nutritifs nécessaires aux plantes.
- De faciliter le travail du sol.

Les apports organique contiennent tous une fraction organique mais aussi une fraction minérale , sous forme de sucres solubles (dans les résidus végétaux) ou sous forme de déjections animales (dans le fumier ou le lisier).cette fraction minérale apporte au sol des éléments minéraux qui seront directement utilisables par la culture, améliorant les propriétés chimiques du sol .la fraction organique va donc améliorer les propriétés physiques et , indirectement ,les propriétés chimiques du sol .

Les apports de matières organique constituent donc des amendements organiques c'est-à-dire des apports qui améliorent les propriétés du sol. (LAURENCE.et NATHALIE ,2009)

c. Les différentes catégories d'amendements organiques

Les amendements organiques sont généralement des résidus de cultures mélangés ou non a des déjections animales.

On peut les classer en fonction de leur composition : ils sont soit riches en cellulose et lignine (produits carbonés), soit riches en sucres solubles et protéines .on utilise le rapport C/N pour les caractériser (C : carbone – N : azote) .ce rapport peut se définir de la manière suivante :

$$\text{Rapport C/N} = \frac{\text{teneur en carbone total (en \%)}}{\text{teneur en azote total (en \%)}}$$

Le rapport C/N donne une indication sur l'état des matières organique fournies au sol on peut distinguer plusieurs sortes d'amendements organique selon leur état des matières organique au sol.

On peut distinguer plusieurs sortes d'amendements organiques selon leur état :

- Les amendements à évolution rapide : ce sont des matières organiques fraîches, riches en azote. Leur rapport C/N est faible (20 à 30) .il s'agit ,par exemple ,des résidus de cultures comme la betterave sucrière ,des engrais verts , du purin ,ou du lisier .ces amendements à évolution rapide stimulent la minéralisation et l'activité biologique des sols, libérant ainsi des éléments minéraux intéressants pour les cultures,mais sur un temps relativement court (quelques semaines) ils donnent peu d'humus dans le sol et améliorent al stabilité structurale à court terme.
- Les amendements à évolution lente : leur rapport C/N est élevé (environ 80). ce sont des produits riches en cellulose et lignine ,donnant plus d'humus que les précédents.ils favorisent moins l'augmentation de l'activité microbienne et donc subissent moins la minéralisation sur le court terme .ils ne libèrent en général pas plus de la moitié de leur azote la première année qui suit leur épandage .mais leur effet en tant qu'amendement organique donne de bonnes conditions pour que cette minéralisation se fasse sur le long terme .ils procurent de l'humus stable et améliorent la structure du sol .il s'agit par exemple des pailles ,du fumier et du compost .

(LAURENCE et NATHALIE ,2009)

2. 3. Les engrais verts

La pratique des engrais verts est connue depuis l'antiquité : la culture de la féverole remonterait à 1800ans avant notre ère ! nommée « fertilisation verte », elle était encore très répandue chez les petits agriculteurs après la seconde guerre mondiale, il n'était pas rare alors de trouver des céréales associées à différents : trèfle violet pour la nourriture des bovins, trèfle incarnat pour les équidés.

Aujourd'hui, il est peu fréquent qu'un agriculteur ou un jardinier produise ses engrais verts et, quand c'est le cas, il s'agit souvent de crucifères (colza. moutarde...) cultivées avec l'arsenal chimique de synthèse pourtant, il existe de nombreuses formules différentes qui ont fait leurs preuves dans le passé. Vous en trouverez ici une sélection, avec les dates de semis et les périodes auxquelles il convient de les rendre au sol pour en améliorer la fertilité.

(VICTOR RENAUD, 2009)

- **Les avantages des engrais verts :**

Les engrais verts permettent d'enrichir et d'améliorer les sols en y apportant une grande qualité de matière organique, source d'humus. lorsqu'ils sont à base de légumineuse, aussi appelées fabacées ou papilionacées trèfle, luzerne, féverole, pois-, il restituent au sol l'azote puis dans l'air et fixé par des micro-organismes spécifiques de ces plantes, les « rhizobiums des légumineuses » .mais leur action bénéfique compte nombre d'autres aspects.

- Ils assurent une couverture végétale
- En fournissant une importante nourriture au sol, ils stimulent la vie microbienne.
- Grace à leur racine assez profondes .ils améliorent la structure du sol.
- Ils activent l'humidification des matières ligneuses
- Ils ont un pouvoir nettoyant : les adventice ne sont que peu nombreuse.
- Ils évitent l'érosion des sols due aux pluies et aux orages violents.
- Les trèfles sont des hôtes appréciés des coccinelles. (VICTOR RENAUD, 2009)

Généralité :
Chapitre 3

1) Généralité Origine et historique:

Selon DOMINIQUE et al ; (2009), la tomate, inconnue dans le vieux monde jusqu'au XVI^{ème} siècle et encore très peu consommée au XIX^{ème} siècle, est devenue le légume vedette du XX^{ème} siècle, aussi bien en culture commerciale que dans les jardins familiaux.

D'après PYRON (2006), la tomate est originaire de la région andine du Nord-Ouest de l'Amérique du sud où sa domestication remonte à plus de 5000 ans. Elle a été introduite au Mexique puis, au 16^{ème} siècle, en Europe via l'Espagne. La mondialisation de son développement sera significative à partir de la fin du 19^{ème} siècle. Elle fut introduite en Algérie par les espagnols au XVII^{ème} siècle. Elle a commencé dans la région d'Oran en 1905, puis elle s'étendait vers le centre du pays, notamment au littoral algérois qui constitue une zone maraichère par excellence (BENBADJI, 1977).

De nos jours, la tomate en Algérie est la culture maraichère la plus répondue et appréciée, tant en plein champs que dans les abris-serre (KOLEV, 1976).

2) Description botanique et morphologique:

La tomate (*lyopersicum esculentum*) est une plantes de la famille des solanacées, comme la pomme de terre qui a la même origine géographique (JEANMARIE, 2007).

Selon DOMINIQUE et al (2009), la tomate cultivée est une espèce diploïde avec $2n = 24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogénétiques dont certains sont très importants pour la sélection.

Selon Benoît Bock et al (2015) la tomate appartiennent à:

Cladus:.....Dicotylédones Vraies Supérieures.

Ordre:..... Solanales.

Famille:..... Solanacées.

Genre:..... Solanum.

Espèce:..... *Solanum lycopersicum*.

Variété:..... *Solanum lycopersicum var . lycopersicum*

2.1) Caractéristiques génétiques :

D'après CHAUX et FOURY (1994), le genre *Lycopersicum* comprend 8 espèces, 3 sont restés dans les limites de leurs zones d'origine. Une seule, *Lycopersicum esculentum* sous sa forme sauvage, a émigré vers le sud de l'Amérique du nord c'est au Mexique que la tomate a été domestiquée .

2.2) Description de la plante :

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 (JEAN-MARIE, 2007).

1. Partie souterraine (Le système racinaire):



Figure 2: Racine de tomate (photo personnelle 2014)

Le système racinaire de la tomate est bien développé, pivotant avec de nombreuses racines secondaires (KOLEV, 1976). D'après CHAUX et FOURY (1994), les racines de la tomate sont très actives sur les 30 à 40 cm. En sol profond on peut trouver des racines jusqu'à un mètre.

2. Parties aériennes (tige, feuille, fleur) :

- La tige :

La tige est herbacée, presque ligneuse. La tige principale peut atteindre une longueur de 200 à 300 cm selon la variété et les conditions de culture (INDREA et APAHIDEAN, 1988).

- Les feuilles :

Elles sont persistantes, composées de 5 à 7 folioles, et sont alternées sur la tige

- La fleur :

Les fleurs, petites, jaunes, en forme d'étoile, sont groupées sur un même pédoncule en bouquet lâche de trois à huit fleurs. Ces bouquets apparaissent en général régulièrement sur la tige chaque fois que la plante a émis trois feuilles. 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 (JEAN-MARIE, 2007).

3. Variétés de Tomate cultivé en Algérie :

Selon KOLEV (1976), la diversité variétale de la tomate est extrêmement grande. On connaît jusqu'à présent plus de 1000 variétés qu'on peut les classer en deux groupes:

Les variétés fixées et les hybrides.

- Les variétés fixées :

Les variétés fixées sont obtenues par autofécondation d'individus homozygotes qui se reproduisent semblables à eux-mêmes de génération en génération (WINTER, 2000).

- Les hybrides :

Les hybrides F1 sont issus de l'hybridation de deux lignées homozygotes. Ses caractères résultent de la conjonction des informations génétiques fournies par chacun des deux parents (BADOUX, 1984).

- **La tomate maraichère:**

- les variétés fixées dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent pour les générations descendantes où on peut citer les plus utilisées en Algérie telles que : La Marmande, **La Saint Pierre** et Aïcha.

- les Hybrides qui du fait de l'effet Hétérosis, présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt (bonne précocité, bonne qualité de résistance aux maladies et aux attaques parasitaires et donc bon rendement). Ces hybrides ne peuvent être multipliés vu qu'ils perdent leurs caractéristiques dans les descendances ; les plus utilisés en Algérie : Actana, Agora, Bond, Nedjma, Tafna, Tavira, Toufan, Tyeron, Zahra, Farouna, Top 48, Zeralda, Suzana, Zigana et Joker. (Snoussi, 2010).

- **La tomate Industrielle :**

- les variétés les plus utilisées sont : **Rio Grande (80%)**- Roma- Elgon - Universalmech-Castlong- Heintz- Pico De Aneto- Roma Vf.

- Les Hybrides : Zenith et Sabra.

Toutes les variétés actuelles sur le marché sont pour la plus part des variétés fixées et peu d'hybrides. (Snoussi, 2010).

4) Exigences écologiques de la tomate:

Exigences climatiques :

Température:

Les températures favorables à la tomate résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 07: Température moyenne optimales au développement de la tomate.

Stade de développement	Température de l'aire (°C)		Température de sol (°C)
	Jour	nuit	
Germination	18-20	18-20	25
Croissance	18-20	18-20	15-20
Floraison	22-25	13-17	15-20
Fructification	25	18	20-25

(CHAUX, 1972)

4.1.2) Humidité:

Selon BENCHALAL (1983), l'hygrométrie doit être entre 76% et 80% en pépinière et 70 à 80% lors de développement et lors de la formation du fruit. Une humidité relative trop élevée, avec une température élevée, entraîne une végétation luxuriante avec un allongement des entre nœuds (CHIBANE, 1999).

4.1.3) Lumière:

Selon ZOUAOUI (2002), la tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais son développement végétatif et la fructification sont étroitement liés à l'éclairement. Le manque de lumière entraîne l'étiollement des plants, une baisse de rendement et une perte de précocité.

4.1.4) Circulation de l'air:

D'après PAPADOPOULOS (1991), la circulation horizontale de l'air est utile pour diverses raisons. Elle contribue à réduire les gradients de température de l'air dans la serre, à supprimer l'humidité dans la partie la plus basse de la serre (sous le feuillage), à répartir l'humidité dans le reste de la serre, à faire descendre le gaz carbonique accumulé au sommet de la serre et à le faire pénétrer dans le couvert végétal où il est absorbé et fixé par photosynthèse, et même à favoriser la pollinisation.

4.2) Exigences hydriques:

C'est un facteur important du rendement et de la qualité, notamment, du calibre. Les erreurs sont beaucoup moins bien «encaissées» par la plante sous abri qu'en plein air. Les besoins sont surtout importants à partir de la floraison du 2ème bouquet (CHAUX et FOURY, 1994).

Selon MOUHOUCHE (1983), les besoins hydriques de la tomate varient en fonction de stade de développement, de la saison de culture, du mode de conduite et de la variété cultivée.

4.3) Exigences édaphiques:

La tomate s'adapte à de nombreux types de sols pour peu qu'ils soient profonds et suffisamment perméables (CHAUX, 1972).

Selon ANONYME (2002), les sols sablo-argileux drainant semblent les plus conseillés pour une alimentation minérale et hydrique régulière. La tomate tolère des pH variant entre 4.5 et 8.2. Elle est considérée comme une plante assez tolérante aux sels. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre pH 6.0 et 7.0 (CHAUX et FOURY, 1994).

4.4) Exigences nutritionnelles:

Selon CHAUX (1972), la tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants.

D'après MUSARD (1990), la production en rendement et en qualité d'une culture de tomate est fortement influencée par son alimentation en eau et éléments minéraux.

Les prélèvements des éléments minéraux par une culture de tomate sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 08 : Epuisement des éléments minéraux par la tomate en (Kg/Ha)

Elément	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Fe	Mn	Cu
Prélèvement	180	24.6	279.6	22.37	125.1	25.72	0.10	0.78	1.08	0.13

(MAZLIAK, 1981)

5) Les techniques culturales :

5.1) L'assolement et rotation :

D'après SOLTNER(2000), dans des bonnes terres recevant normalement du fumier, la tomate vient en tête de rotation, alors qu'au niveau des terres pauvres en humus, il est conseillé de la cultiver après la luzerne ou autre prairies.

5.2) Préparation du sol :

Selon SI BENNASSEUR (2011), La tomate exige un sol bien ameubli en profondeur. Il est recommandé de procéder à un labour et un sous-solage en cas de présence d'une couche imperméable, mais aussi pour faciliter le drainage des eaux.

5.3) Production de plants :

- Semis:

D'après CHIBANE (1999), La période de semis de la tomate sous-serre débute vers mi-juillet pour les précoces et s'étale jusqu'à fin septembre pour les tardives et les extra-tardives.

Les semis doivent se faire en plateaux alvéolés. Les besoins par hectare sont de 70 à 80 grammes de semences et 40 à 50 sacs de 80 kg de tourbe.

- **Plantation:**

La distance de plantation est de 1 m à 1.30 m fois 0.25m à 0.30 m pour les cultures de plein champ, et varie de 0.8 m fois 0.3 m à 0.35 m pour les cultures sous abris (JACOB et JANSEN, 1977).

Selon LAUMONNIER (1979), les densités de plantation doivent varier en fonction de la qualité du terrain, et de la méthode de conduite des plantes. C'est ainsi pour les plants conduits à un bras, on peut envisager une plantation plus dense sur le rang, par contre pour les plants conduits à deux bras seront plus espacés.

- **Fertilisation:**

La tomate est une culture gourmande, qui nécessite azote, acide phosphorique et potassium. Cependant, si vous avez bien enrichi le sol avec du fumier décomposé, à l'automne, ou avec du terreau, à la plantation, il est souvent bien inutile d'apporter des fertilisants supplémentaires (JEAN-MARIE, 2007). Les engrais de couverture doivent être fractionnés et appliqués en fertirrigation. Les doses doivent être déterminées en fonction des conditions pédoclimatiques et les stades phénologiques de la plante (CHIBANE, 1999).

- **Irrigation:**

La tomate n'est pas résistante à l'aridité. Le rendement diminue considérablement après de courtes périodes de carence en eau. Il est important d'arroser régulièrement les plantes, surtout pendant les périodes de floraison et de formation des fruits. La quantité d'eau nécessaire dépend du type de sol et des conditions météorologiques (précipitation, humidité et température).

Dans de bonnes conditions, un arrosage par semaine devrait suffire. Il faut environ 20 mm d'eau par semaine lorsque le temps est frais, mais environ 70 mm pendant les périodes arides. L'apport en eau joue un rôle majeur pour obtenir une maturité uniforme et pour éviter la pourriture apicale, une maladie physiologique associée à un approvisionnement en eau irrégulier et à la carence en calcium dans les fruits en voie de grossissement qui en résulte (SHANKARA, 2005).

Selon CHIBANE (1999), Les goutteurs doivent avoir un débit de 2 à 4 l/heure. Dans le cas d'une culture en lignes jumelées, on peut installer un seul goûteur par 2 plants.

5.4) Travaux d'entretien :

- **Palissage:**

En mode palissé, la tige croit autour d'une ficelle suspendue à un fil de fer tendu horizontalement au-dessus du rang sur les supports de culture. On peut alors différencier deux cas :

- palissage vertical pour 8 à 10 bouquets sur une tige pincée à 2 ou plus (palissage utilisé pour les cultures de plein air ou sous abri) ;

Le palissage couché avec 15 à 20 bouquets (pour les types indéterminés cultivés en hors sol) (SHANKARA et al ; 2005).

- **Effeillage:**

L'opération consiste à enlever toutes les feuilles âgées, jaunâtres ou apparemment malades sur toute la hauteur de la tige. C'est une opération nécessaire pour une culture de tomate sous-serre (CHIBANE, 1999).

- **Ebourgeonnage:**

La tomate sous serre est conduite en un seul bras. Donc, il faut procéder à supprimer tous les bourgeons axillaires à un stade précoce. Un ébourgeonnage tardif peut engendrer un affaiblissement des plants. Il faut procéder à un badigeonnage de la tige au niveau des bourgeons enlevés car les blessures des tiges peuvent éventuellement constituer une porte d'entrée aux maladies (CHIBANE, 1999).

- **Ecimage:**

Selon CHIBANE, (1999), pour la culture à croissance indéterminée, l'opération doit se faire 2 à 3 feuilles après le dernier bouquet afin de permettre un grossissement normal des fruits des bouquets supérieurs.

- **L'élimination des mauvaises herbes:**

Selon SHANKARA et al (2005), les mauvaises herbes font la concurrence aux pieds de tomate à l'égard de la lumière, de l'eau et des éléments nutritifs. Parfois elles abritent des organismes qui provoquent des maladies de la tomate, tels que le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate (TYLCV), et elles réduisent le rendement. Une gestion efficace des mauvaises herbes commence par un labourage profond, la pratique de la rotation des cultures et la pratique des cultures de couverture compétitives, la pratique du paillage favorise la suppression des mauvaises herbes, le désherbage manuel est une méthode effective pour lutter contre les mauvaises herbes qui poussent entre les plantes d'une ligne de pieds de tomate.

6).Les traitements phytosanitaires :

Tableau 09: Les principaux maladies bactériennes de la tomate et leurs moyens de lutte.

Maladies	Symptômes et dégât	Luttes préventives	Luttes biologiques
Chancre bactérien <i>Clavibacter michiganensis</i>	Feuilles: flétrissement suivi d'undesséchement. Tige : chancres ouverts. Fruits : taches blanchâtres.	-éviter les terrains infestés. -aération convenable des serres. -éviter l'excès d'eau. -éliminer les plants malades.	Appliquer des fongicides à base de cuivre
Moucheture bactérienne <i>Pseudomonas syringae</i>	Feuilles : taches noires qui peuvent se joindre et forment une plage nécrotique. Fruits : taches brunes nécrotique.	-désinfection des abris-serre avant plantation	
Gale bactérienne <i>Xantomonas campestris</i>	Feuilles : plages noires craquelées et anguleuses de 1cm de diamètre entourées d'unhalo graisseux. Fruits : petits chancre pustuleux.		

(JEAN et al ; 1991)

Tableau 10: Les principaux maladies cryptogamiques de la tomate et leurs moyense de lutte préventifs et biologiques.

maladies	Symptômes et dégâts	Lutte préventive	Lutte biologique
Mildiou <i>Phytophthora infestans</i>	Feuilles : taches foliaires nécrotiques, sur face inferieure un duvet blanc. Tige : grandes taches brunes. Fruits : plages marbrées brunes.	-Utiliser des plants sains et variétés résistantes. -Eviter de planter trop séré.	Traiter par : -Purin d'ortie. -La bouillie bordelaise. -La bactérie <i>Bacillus subtilis</i> .
Oidium <i>Leveillula taurica</i>	Feuilles : face supérieure des plages jaunes qui finissent par une nécrose au centre. face inferieure feutrage blanc.	-Utiliser des variétés moins sensibles. -Eviter les excès d'azote.	Traiter par le -mélange de purin de prêle et de tanaisie.
Fusariose <i>Fusarium oxysporum</i>	Feuilles : jaunissement, puis le dessèchement. Tige : les tissus ligneux sont colorés en brun rougeâtre.	-Utiliser des variétés résistantes. -Eliminer la totalité des plants morts.	Traiter par la bactérie : <i>Bacillus subtilis</i> .
Pourriture grise <i>Botrytis cinérea</i>	Feuilles et tige : taches brunâtre avec un duvet grisâtre.	-bonne aération des abris -éviter les excès d'azote.	utiliser le - <i>Trichodermaviride</i> pers. La bactérie : <i>Pseudomonas syringae</i> .

(BOVEY et al, 1972)

Tableau 11: Les principaux insectes et ravageurs de la tomate et leurs moyens de lutte.

Maladies	Symptômes et dégâts	Luttes préventives	Luttes biologiques
La mineuse <i>Tuta absoluta</i>	Feuilles, tige, fruits: galeries sous forme de mines qui se nécrosent.	-utiliser des plants sains. -installer l'insectproof aux portes des serres et aux ouvertures latérales. -installer piège delta. -installer des plaques engluées	-remplissage du bac à eau jusqu'à sa limite sans que l'eau n'atteigne la capsule à phéromone.
Puceron <i>Myzusvarians</i>	-dépérissement des pousses. -arrêt de croissance de tige et de fruits. -transmission de virus le nanisme, mosaïque, déformation foliaire.	-utiliser des plants et des semences saines. -lutter contre les mauvaises herbes par le binage.	-traiter avec préparation à base de pyrèthre. -traitement foliaire avec poudre de roche, extraits d'algues, purin d'ortie.
Nématodes <i>Heterodera</i> <i>Restochiensis</i> <i>wool</i>	-tissus du végétal sont modifiés. -les racines sont tuée sou fortement endommagées. -plante atteinte reste chétive et peu productive. -stérilisation du terreau. - pratiquer un assolement Installer la tomate après 3 à 4 ans. -planter des variétés résistantes.	-stérilisation du terreau. - pratiquer un assolement Installer la tomate après 3 à 4 ans. -planter des variétés résistantes.	-solarisation. -utiliser de nematicide biologique : champignon Arthrobotrys sperba.

(BOVEY et al, 1972).

Tableau 12: Les principaux maladies virales de la tomate et les moyens de lutte.

Maladies	Symptômes et dégâts	Luttes préventives	Luttes biologiques
Mosaïque de la tomate Tabacomosaic Virus (T.M.V)	Feuilles basales s'enroulent en forme de cuillère. Fruits: taches arrondis jaunes ou orange	-Eviter de planter la tomate près de champ de tabac. -Lutter contre : le puceron qui transmet ces virus.	-pas de lutte contre les virus, la lutte se fait contre l'agent vecteur (puceron).
Filiformisme Mosaïque et nécrose de tomate Cucumbermosaic Virus (C.M.V)	Feuilles sont totalement ou partiellement dépourvues de limbe, prennent aspect filiforme.	-utiliser des semences saines. - ne pas planter la tomate près de champ de concombre.	

(MARCHAUX et al, 2008)

Matériel & Méthodes

Matériel et méthodes

1. Objectif :

Le but de notre expérimentation est l'étude de l'effet d'un biofertilisant (SUPERBIO) sur le développement, le rendement et la qualité de deux variétés de tomate (maraichère): Saint pierre et (industrielle): Rio grande cultivées sous serre avec deux doses en application racinaire (30g/l, 15g/l) et deux doses en application foliaire (10g/l, 5g/l) en comparaison avec une fertilisation minéral classique NPK (15. 15 .15).

2. Matériel Végétal :

L'espèce utilisée durant l'expérimentation est une solanacée : la tomate (*Solanum lycopersicum*). Les variétés testées sont :

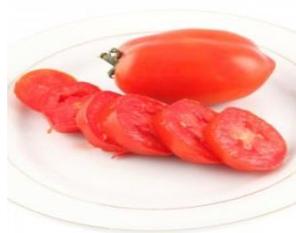
- Une variété maraichère : Saint Pierre.

Figure 3 : Fruit de tomate maraichère (Saint. Pierre) (photo personnelle 2015)



-Une variété industrielle : Rio Grande.

Figure 4: Fruit de tomate industrielle (Rio. Grande),(photo personnelle 2015)



Ces deux variétés de tomate sont très cultivées en Algérie, dont les semences proviennent de la société (RACI Sementi S.r.l. ITALIE), récoltées en 2013, ayant une pureté spécifique de 99% et un taux de germination de 85%.

Matériel et méthodes

3. Lieu de l'expérimentation

Notre expérimentation a été réalisée dans la station expérimentale de l'université de Saad Dahleb (Blida1) à Blida se situant au bas du piedmont de l'Atlas Blidéen, elle est limitée à l'est par la commune de Guerouaou et Beni-mered et au sud par le mont de Chréa. Cependant, notre station expérimentale est située dans la Mitidja qui représente une vaste plaine sublittorale d'Algérie qui atteint une largeur de 5 à 20 km et une longueur de 100 km couvrant une superficie de 140000 ha (NAIMI, 2007).



Figure 5: Station expérimentale de l'université Blida1 vue par Google earth

3. Le semis et transplantation sous serre :

- Le semis a eu lieu le : 06/11/2014 ; dans des plateaux alvéolés à raison de deux graines par alvéole. Ces alvéoles ont été disposées à l'intérieur d'une serre en polycarbonates.
- La transplantation a été faite dans une serre couverte en plastique avec une orientation Nord-Sud de 126 m² de surface, lorsque les plantes sont devenues vigoureuses (stade 3 à 4 feuilles) c'est-à-dire après 45 jours du semis. On a réalisé la transplantation en motte des plantules le 28 décembre 2014 dans une serre couverte en plastique.

5. Le dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental comprend quatre blocs aléatoires complets divisés en deux blocs pour tomate maraîchère (Saint Pierre) et deux blocs pour tomate industrielle (Rio Grand), on a cinq traitements : T0, T1, T2, T3 et T4. Chaque traitement est répété 6 fois ce qui nous donne 6x5= 30 unités expérimentales dans chaque bloc.

Matériel et méthodes

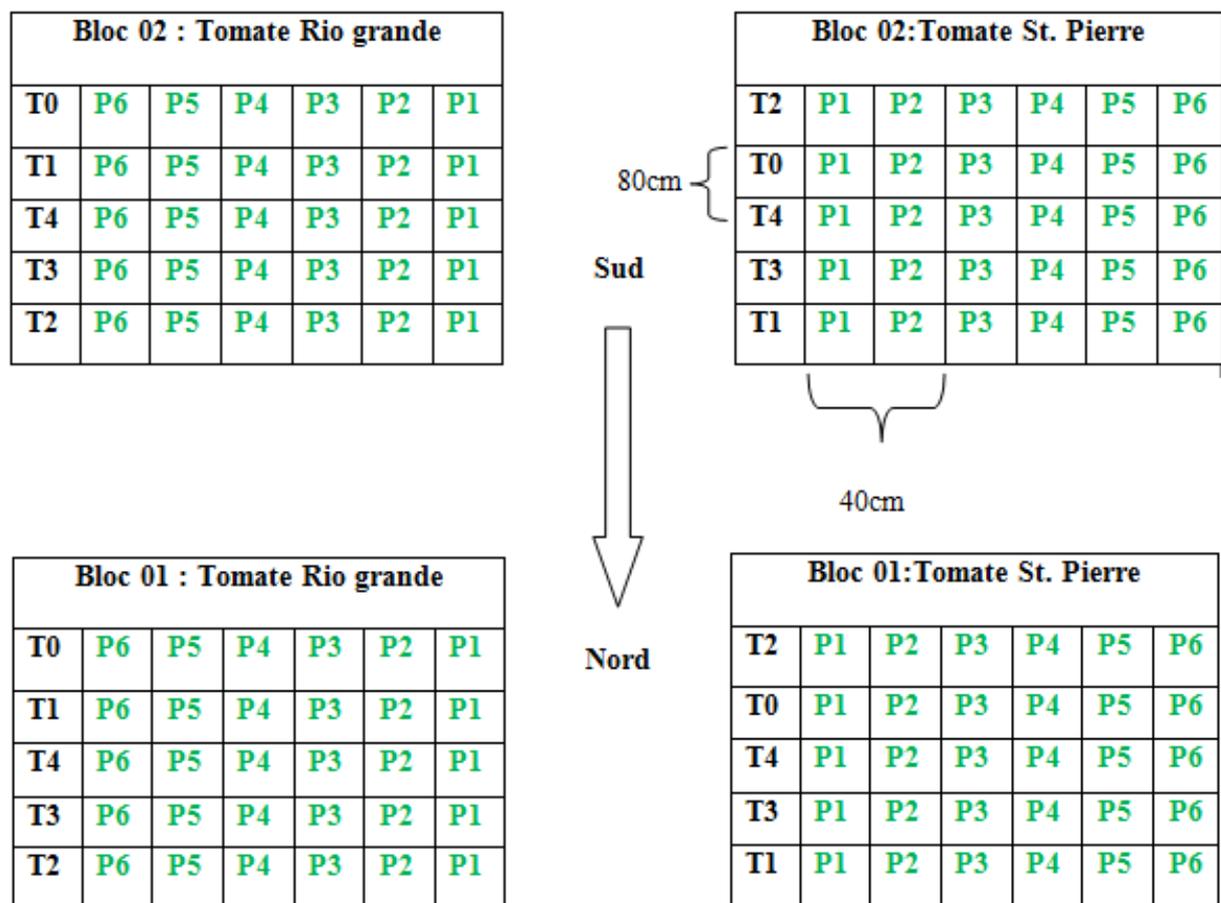


Figure 6 : schéma représentant le dispositif expérimental adopté aux niveau de la serre

6. Produit Utilisé :

« **Superbio** » : Fertilisant organique liquide d'origine végétal composé de micro-organismes efficace, riche en élément minéraux et organiques essentiellement.

6.1. Caractéristique :

Le produit est d'origine 100% organique végétale utilisable en foliaire et en fertirrigation, améliore la structure du sol et le complexe argilo-humique, renforce la résistance des plantes contre les maladies et augmente la capacité d'échange cationique(C.E.C).

6.2. Préparation des doses utilisées:

Selon les recommandations du fabricant du produit nous avons déterminé les doses a utilisé selon le mode d'application utilisé dans notre expérimentation qui sont:

Matériel et méthodes

Le témoin T0 : on a utilisé l'engrais chimique solide NPK (15. 15. 15) à raison de 30 g par plante, applique deux fois : la première après le repiquage et la seconde après la floraison.

La dose foliaire T1: représente 10 g /l de Superbio administre à raison de 50 ml par plante deux par fois semaine.

La dose racinaire T2 : représente 30g/l de Superbio administre à raison 50ml par plante deux fois par semaine.

La demi-dose foliaire T3 : nous avons pris 5g/l de Superbio sous forme de pulvérisation deux fois par semaine.

La demi-dose racinaire (T4) : représente 15g/l de Superbio sous forme de pulvérisation deux fois par semaine.



*Figure 7 : Biofertilisant (**Superbio**) (Photo personnelle, 2015)*

7. Conduite de la culture:

La tomate est une plante qui exige les travaux d'entretien pour sa conduite ; et pour cela on a procédé les travaux suivants :

L'irrigation

L'irrigation est assurée par des tuyaux de la station expérimentale en utilisant le système d'irrigation par rigole. La fréquence des irrigations est en fonction de la température et le stade de développement de la plante

Binage et buttage

Le binage est une opération qui s'effectue le premier mois après la reprise des plantes, pour assurer l'aération et réduire le tassement du sol.

Matériel et méthodes

Le buttage consiste à placer de la terre au niveau du collet avant le début de floraison pour favoriser l'émission des racines et éviter leur asphyxie (LAKROUF, 1993).

L'étêtage

Cette opération consiste à faire éliminer l'apex (le bourgeon terminal) au-dessus de 3^{ème} bouquet florale de la variété de tomate (Saint-pierre), en laissant deux feuilles au-dessus du deuxième bouquet. Vu que la variété de tomate utilisée dans notre expérimentation est une variété à croissance indéterminée donc, à un moment donné on remarqué que les plantes avaient tendance à ce recourber ce qui nous a permis de placer des tuteurs à la ficelle, permettant de maintenir les plantes dressées.

L'aération de la serre

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

Palissage

Vu que la variété de tomate utilisée dans notre expérimentation est une variété à croissance indéterminée donc, à un moment donné on remarqué que les plantes avaient tendance à ce recourber ce qui nous a permis de placer des tuteurs à la ficelle, permettant de maintenir les plantes dressées.

L'ébourgeonnage

Il est important de pincer les gourmands. L'on élimine les petites pousses latérales pour ne laisser qu'une tige principale.

Le désherbage

Le désherbage est une opération qui consiste à arracher les plantes indésirables, pour éviter la concurrence avec la plante cultivée et aussi limiter le risque des maladies car certaines plantes adventices sont des plantes hôtes des pucerons qui sont les principaux vecteurs des maladies virales.

8. Les paramètres étudiés

8.1. Mesures des paramètres biométriques

➤ La vitesse de croissance

Les hauteurs des plantes sont mesurées chaque dix jours dès le début des traitements à l'aide d'un mètre ruban, du collet jusqu'à l'apex. Elle est déterminée en calculant la différence entre la nouvelle mesure et la précédente puis en divisant par le nombre de jours (10 jours).

Matériel et méthodes

➤ La hauteur finale des plantes

Juste après l'opération de l'étêtage, la hauteur des plantes est mesurée pour une dernière fois (du collet jusqu'à l'apex).

➤ La biomasse fraîche produite

Poids frais des tiges, feuilles et racines (en g)

Le poids frais de la partie aérienne et racinaire de chaque plante, est pesé au moment de chaque coupe afin de calculer la moyenne.

➤ La biomasse sèche produite

Poids sec des tiges, feuilles et racines (en g)

Le poids sec des plantes est exprimé en gramme (g). La pesée des plantes a été effectuée après un séchage dans l'étuve à 75°C jusqu'à stabilisation des poids secs.

➤ Taux de matière sèche (en %)

La biomasse sèche a été mesurée après le dessèchement des poids frais des tiges, des feuilles de chaque traitement et ce dans une étuve à 75°C jusqu'à la stabilité du poids sec puis transformée en % pour la comparaison.

- Poids sec des feuilles et tiges en gr.

Le taux de matière sèche est exprimé en pourcentage [%] et qui est calculé comme suit:

$$\% \text{ MS} = (\text{poids sec} / \text{poids frais}) \times 100 = \text{taux de matière sèche}$$

8.2. Les paramètres de production

➤ Nombre de fleurs par bouquet :

Ce comptage est effectué au moment de la floraison sur les trois bouquets obtenus.

➤ Nombre de fruits par bouquet :

Ce comptage est effectué à la maturité, les fruits sont cueillis et comptés individuellement par bouquet et au niveau de chaque bloc.

➤ Taux d'avortement :

Le taux d'avortement des fleurs a été calculé à partir du rapport entre le nombre des fleurs total et le nombre de fleurs nouées pour chaque bouquet floral et par plant.

$$\text{Taux d'avortement} = \frac{(\text{NOMBRE DES FLEURES TOTAL} - \text{NOMBRE DES FLEURES NOUEES}) \times 100}{\text{NOMBRE DES FLEURES TOTAL}}$$

Matériel et méthodes

8.3. Dosage des paramètres technologiques

Dosage des sucres dans les fruits de tomate

La détermination de ce paramètre est réalisée à l'aide d'un réfractomètre. Le principe de cette opération est basé sur la mise d'une gouttelette de jus de tomate dans l'appareil puis passer à la lecture directe au réfractomètre.



Figure 8: Aspect général d'un réfractomètre

9. Les analyses statistiques :

Les résultats obtenus pour chaque paramètre étudié ont été soumis à une analyse statistique grâce au logiciel STATGRAPHYCS qui effectue l'analyse de variance (ANOVA) en utilisant le test de Fisher associé au test d'analyse comparative des moyennes selon le test de Student-Newman Keuls.

Résultats & Discussions

Résultats et Discussions

Les paramètres étudiés

2.1. Paramètre de croissance :

2.1.1. Vitesse de croissance :

L'évolution de la croissance a été prise tous les dix jours à compter du jour de transplantation jusqu'à l'étêtage des plantes (**120** jours après la transplantation). Les figures ci-dessous, montrent l'évolution de la croissance des plants lors de l'expérimentation.

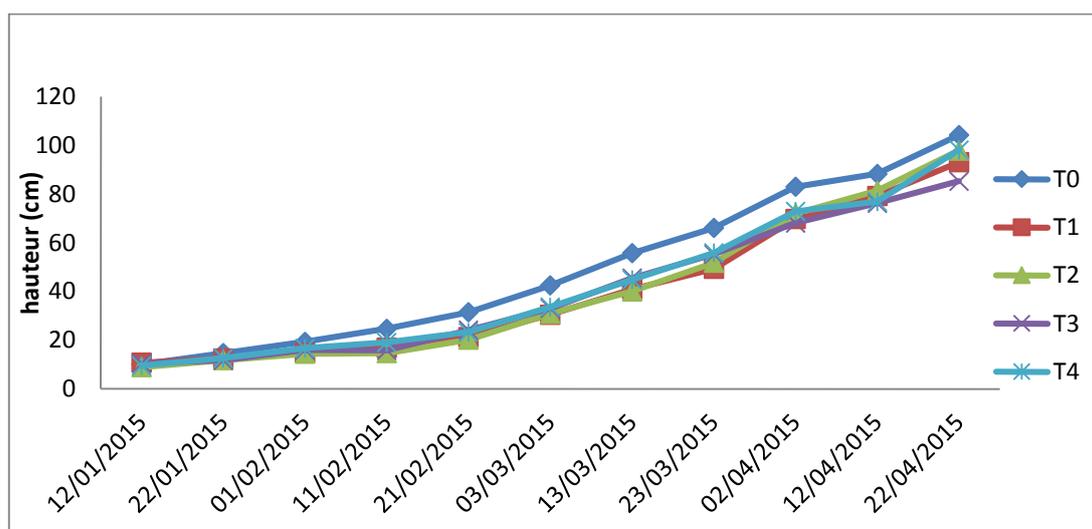


Figure 9 : Évolution de la croissance de la tomate maraîchère pour les différents traitements (Cm/Jours)

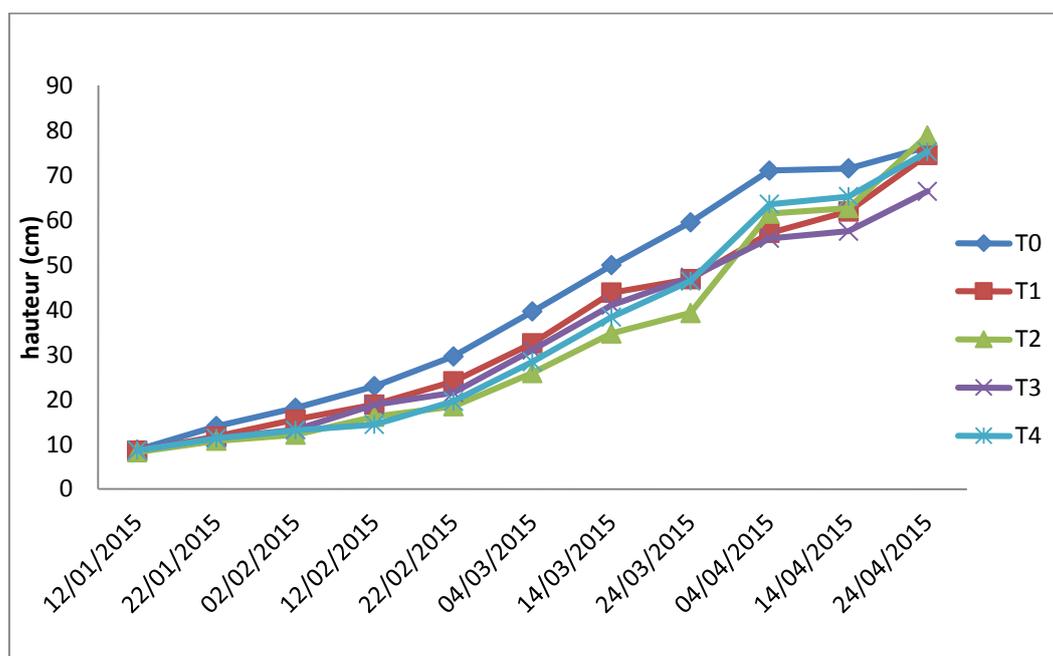


Figure 10 : Évolution de la croissance de la tomate industrielle pour les différents traitements (Cm/Jours)

Résultats et Discussions

Les figures ci-dessus et celles de l'annexe (1) montrent que l'évolution de croissance des plantes au niveau de tous les traitements passe par deux phases stationnaires : L'une débutant du jour de transplantation à savoir (18 décembre 2014) jusqu'au 05 janvier 2015. Qui peut être expliquée par la période d'adaptation des plants au changement du milieu de culture et l'autre phase qui commence de la date de l'étêtage, c'est-à-dire du 22 avril 2015 jusqu'à la coupe finale. Il est à noter que ces deux phases bordent la phase où l'évolution de la croissance est continue.

Les illustrations révèlent que les meilleurs résultats sont toujours ceux de la 50% avec le mode d'application racinaire. Cela veut dire que la meilleure vitesse de croissance est remarquée chez le traitement T4 et que la plus faible est celle du T0. Par ailleurs, nous constatons que le témoin accuse la plus lente évolution de croissance.

Nos résultats sont conformes à ceux des travaux de RYORATH et al (2008) et CROUCH et VAN STADEN (1993) qui ont montré que l'évolution de croissance augmente d'une manière significative chez les plants traités par les extraits d'algues par rapport aux plants non traités.

2.1.2 La hauteur des plantes en (cm) :

Les hauteurs finales des plantes ont été mesurées au moment de la coupe finale (du collet jusqu'à l'extrémité des plants) : la figure ci-dessous représente les hauteurs finales moyennes en (cm).

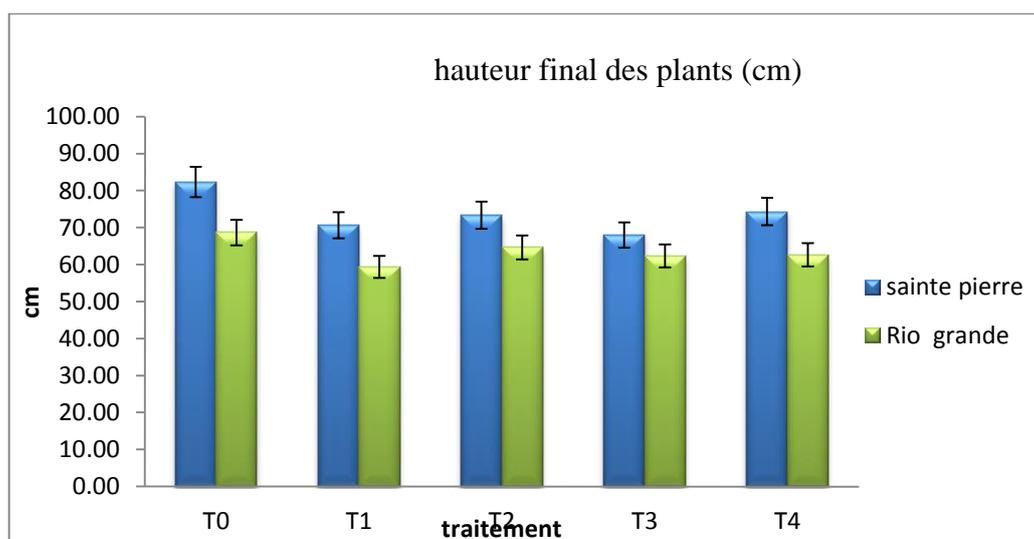


Figure 11 : Hauteur finales moyennes des plantes de tomate (cm)

Résultats et Discussions

L'analyse de la variance des hauteurs moyennes (annexe 1) montre que le test F est non significatif pour ce paramètre. Le F observé étant plus petit que le F théorique, pour un risque d'erreur de 1^{ère} espèce $\alpha = 0.05\%$. Ce résultat traduit qu'il existe un effet non significatif de l'interaction dose-application sur le paramètre mesuré quelque soit la variété des plants des deux variétés de tomate (maraîchère et industrielle).

Le test de NEWMAN et KEULS, indique la présence de un seul groupes homogènes dont la performance est au niveau du le traitement T0 quelque soit la variété testé, avec des valeurs de (82.33 cm) et (68.67 cm) pour les variétés (maraîchère et industrielle) respectivement. A l'inverse, les plus petites hauteurs sont celles du T3 pour variété maraichère T1 pour variété industrielle. Ces résultats montrent que l'interaction dose- mode d'application agit efficacement sur la hauteur des plants de tomate.

2.1.5. La matière fraîche et sèche :

2.1.5.1 Poids frais des tiges, feuilles et racines (en g) :

Les résultats de poids frais des tiges, feuilles et racines sont illustrés dans les figures (35), (36)

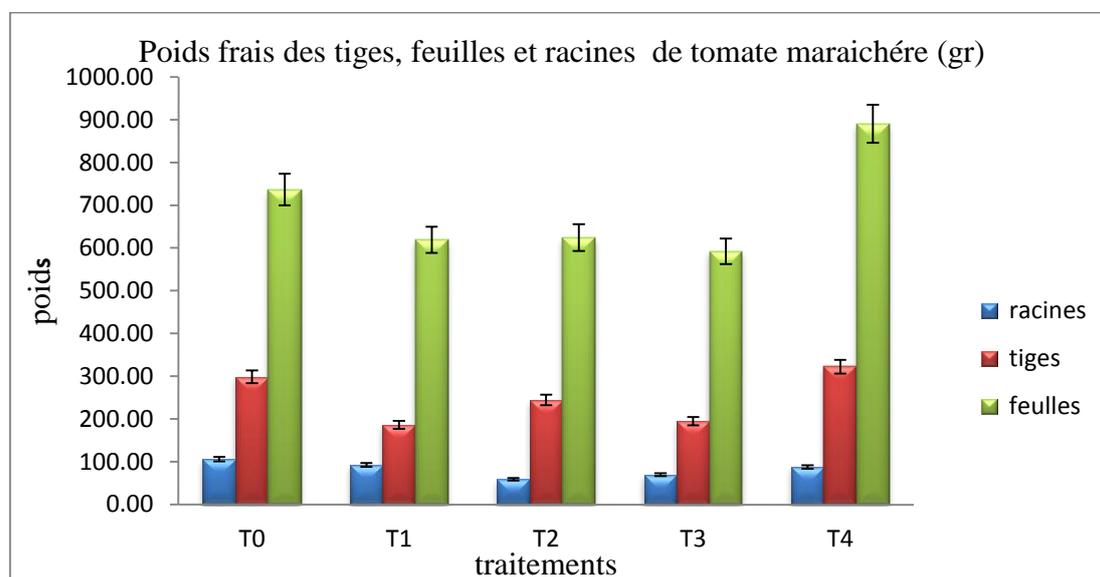


Figure 12: Poids frais des tiges, feuilles et poids racine de la tomate maraîchère (g).

Résultats et Discussions

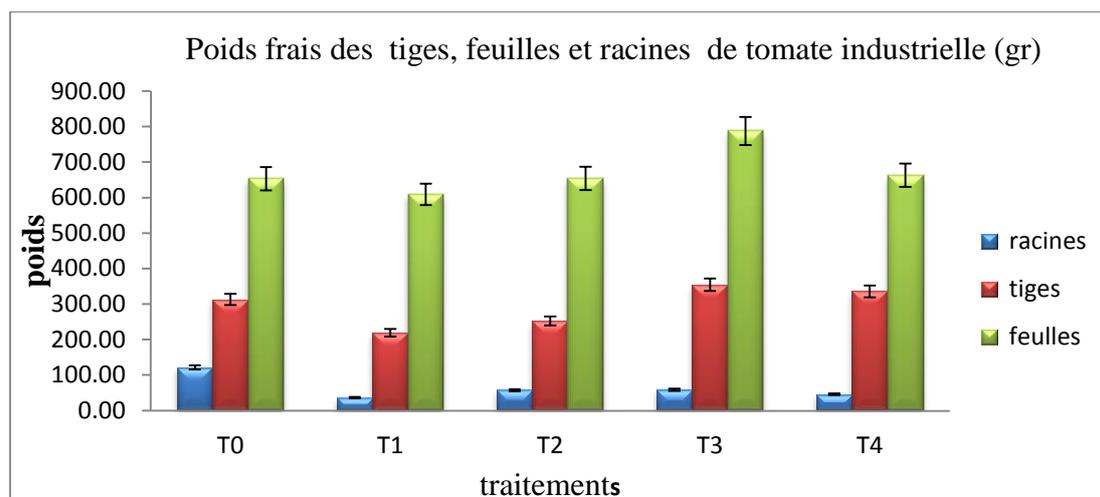


Figure 13 : Poids frais des tiges, feuilles et poids racines de la tomate industrielle (g).

L'analyse statistique de l'interaction dose-mode d'application en rapport avec ces paramètres présentés dans (annexe 4 et 5), montre une différence très significative en ce qui concerne le poids frais des tiges et feuilles pour les deux variétés de tomate.

Le test complémentaire de NEWMAN et KEULS, indique la présence de deux groupes homogènes et détermine les meilleurs traitements.

D'après les deux illustrations ci-dessus nous constatons que le traitement (T4 et T3) pour les variétés (maraîchère et industrielle) respectivement, les meilleurs traitements. Avec des valeurs clairement élevées dans la Rio grande. Suivie par les autres traitements.

Par ailleurs il y a des travaux de ZIADI et al en 2006 qui renforcent notre travail, où ils sont prouvés que les biofertilisants à base d'algues marines influent positivement sur la biomasse produite chez les plantes.

Selon CROUCH et VAN STADEN (1992), les traitements avec l'extrait d'algues augmentent considérablement la partie racinaire et la partie aérienne cette accumulation de biomasse dans la plante est due à la stimulation du système racinaire.

2.1.5.2 Poids sec des tiges, feuilles et racines (en g) :

Les résultats de poids sec des tiges, feuilles et racines sont illustrés dans les figures (37), (38)

Résultats et Discussions

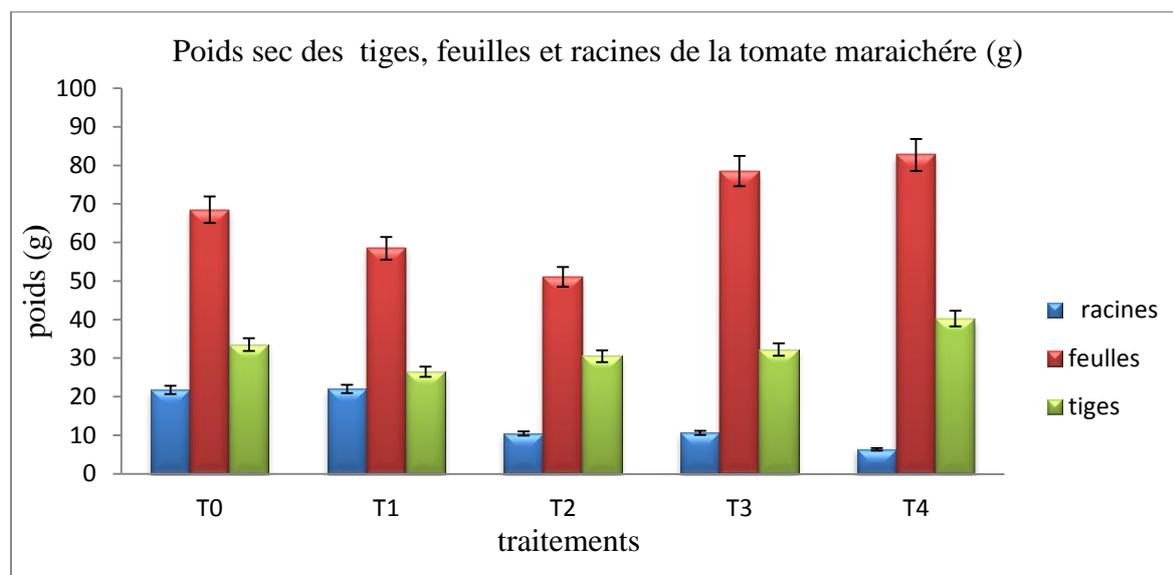


Figure 14 : Poids sec des tiges, feuilles et poids racine de la tomate maraîchère (g).

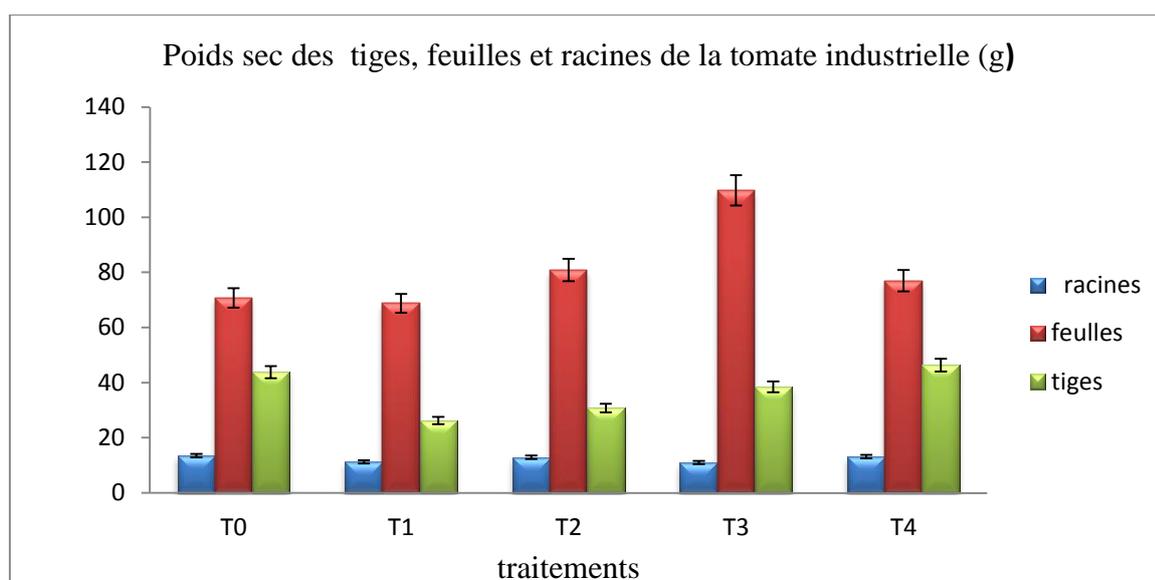


Figure 15: Poids sec des tiges, feuilles et racines de la tomate industrielle en (g).

L'analyse de la variance de l'interaction dose-application du traitement (annexe 6 et 7) fait apparaître une différence non significative pour le poids sec des feuilles, des tiges et pour poids sec de racine significative.

Le test de NEWMAN et KEULS, classe un groupe homogènes pour le poids sec des feuilles, des tiges et classe deux groupes homogènes pour poids sec de racine et révèle des valeurs de poids sec des feuilles oscillant entre (51.055g) et (82.75g) pour la tomate maraîchère et (68.75g) et (109.75g) pour la tomate industrielle. Le meilleur traitement étant

Résultats et Discussions

le T3 pour la tomate industrielle suivi du T2 avec une valeur de (80..82g), T4 pour la tomate maraichère suivi du T3 avec une valeur de (78.5g) .

Pour ce qui est du poids sec des tiges, il s'avère que les valeurs basculent entre (26.5g) et (40.25g) tomate maraichère, (26.25g) et (46.37g) et tomate industrielle. Le poids sec le plus élevé étant enregistré chez le T4 et le plus petit pois sec chez le T1.

Pour ce qui est du poids sec des racines, il s'avère que les valeurs oscillent entre (6.34g) et (21.75g) tomate maraichère, (11g) et (13.5g) et tomate industrielle. Le poids sec le plus élevé étant enregistré chez le T0 et le plus petit pois sec chez le T4 pour la tomate maraichère et T3 pour la tomate industrielle.

pour les deux variétés respectivement. L'ensemble de ces résultats expriment que l'interaction dose-mode d'application du biofertilisant agit plus efficacement au niveau des tiges et des feuilles.

2.1.6. Taux de matière sèche (en %) :

Le taux de la matière sèche des feuilles ,tiges ,racines et fruits est calculé à partir du rapport (poids sec/poids frais) ×100 et les résultats sont présentés dans les figures 39

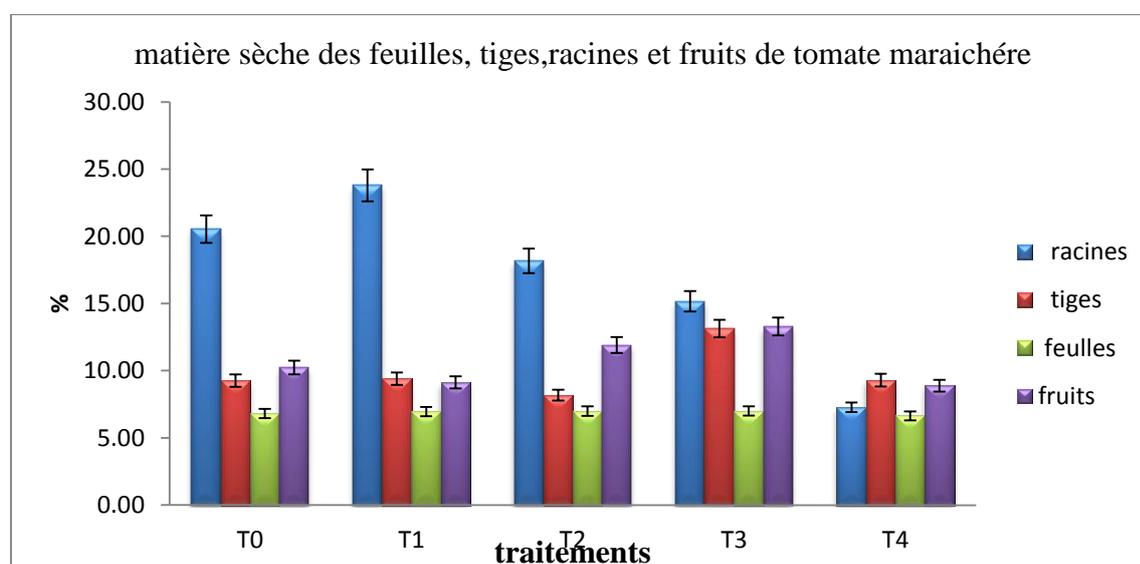


Figure 16 : matière sèche des feuilles, tiges, racines et fruits de tomate maraichère

Résultats et Discussions

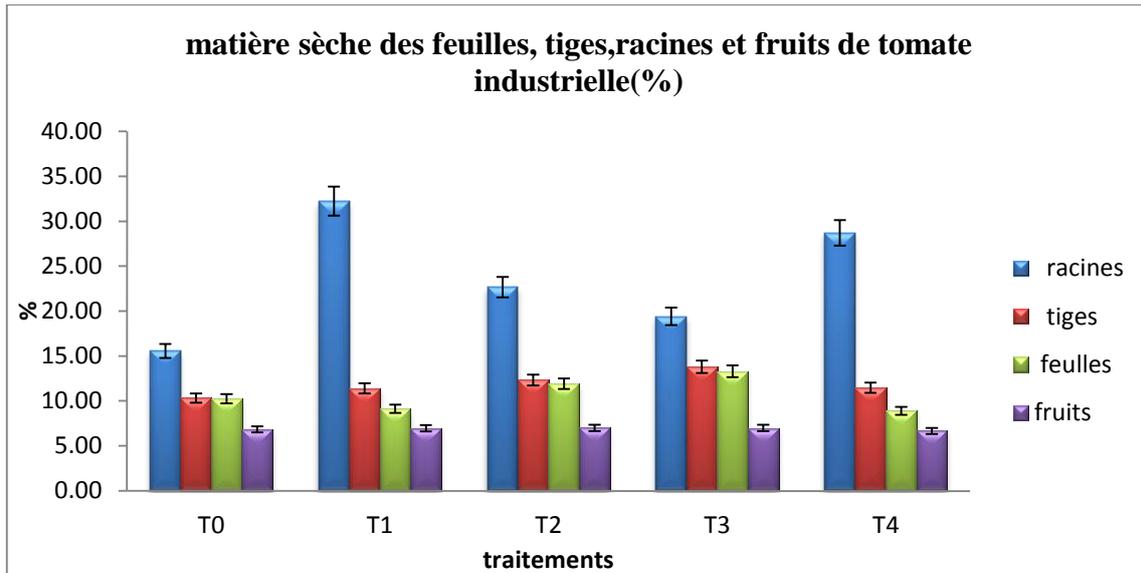


Figure 17: matière sèche des feuilles, tiges, racines et fruits de tomate industrielle

L'analyse de la variance (annexe 8, 9,10 et 11) montre une différence significative entre les différentes moyennes de la matière sèche pour les différentes organe de la plante.

Le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$, fait ressortir trois groupes homogènes. D'après les résultats obtenus, nous constatons que le meilleur est de T1 pour la matière sèche des racines dans les deux variétés.

En revanche pour la matière sèche des tiges, feuilles et fruits, nous enregistrons que les meilleurs traitements sont le T3 dans les deux variétés.

2.2. Paramètres de production:

2.2.1 Nombre de fleurs par bouquet :

Les résultats relatifs au nombre de fleurs par bouquet des deux variétés de tomate sont exprimés dans les figures ci-dessous :

Résultats et Discussions

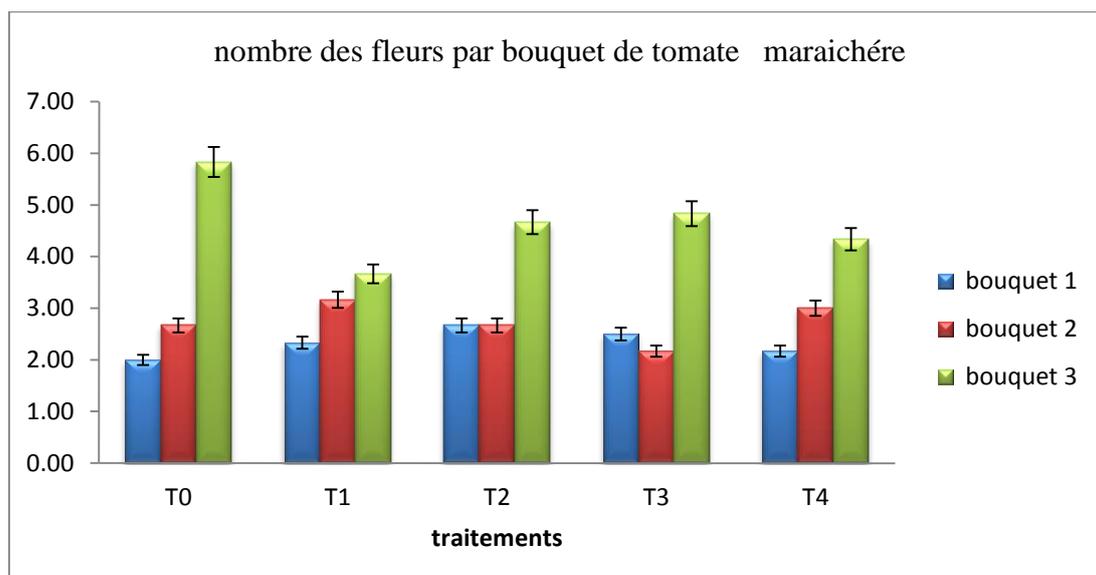


Figure 18: nombre des fleurs par bouquet de tomate maraichère

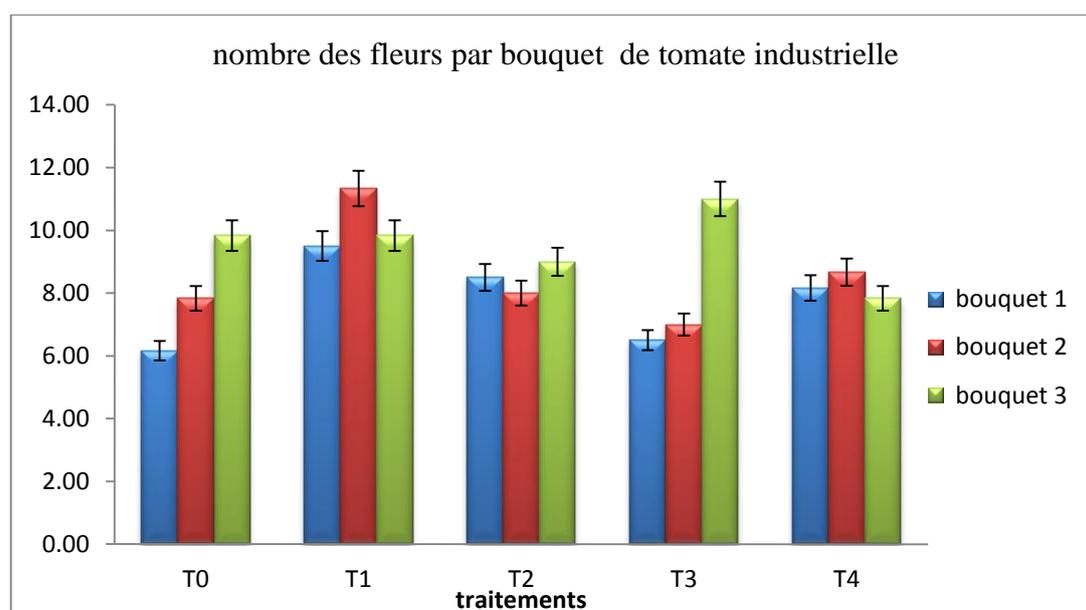


Figure 19: nombre des fleurs par bouquet de tomate industrielle

L'analyse de la variance de l'interaction dose-mode d'application du biofertilisant (annexe 12 et 13) fait apparaître une différence non significative pour le nombre de fleurs par bouquet pour les deux variétés. Ceci traduit l'action de biofertilisants est négligeable sur les deux cultures.

Le test de NEWMAN et KEULS, indique l'existence de un seule groupe homogène. Il en découle que le nombre de fleurs de tomate maraichère est compris entre (2 et 2.67 fleurs dans bouquet 1 pour T1 et T2)et (2.17 et 3.17 fleurs dans bouquet 2 pour les traitements T3

Résultats et Discussions

et T1) . Ainsi, le T1 ressort avec le plus bas nombre de fleurs / bouquet 3 et le T0 bénéficiant du plus grand nombre de fleurs / bouquet 3.

Nous notons les mêmes observations pour ce qui est du nombre de fleurs de tomate industrielle. est compris entre (6.17et 9.5 fleurs dans bouquet 1 pour T0 et T1)et (7.83 et 11.33 fleurs dans bouquet 2 pour les traitements T3 et T1) . Ainsi, le T3 ressort avec le plus bas nombre de fleurs / bouquet 3 et le T4 bénéficiant du plus grand nombre de fleurs / bouquet 3.

le nombre de fleurs par bouquet de la tomate maraîchère reste plus bas que celui de la tomate industrielle.

2.2.1 Nombre de fruits par bouquet :

Les résultats du nombre de fruit par plant sont présentés dans les figures (43), (44)

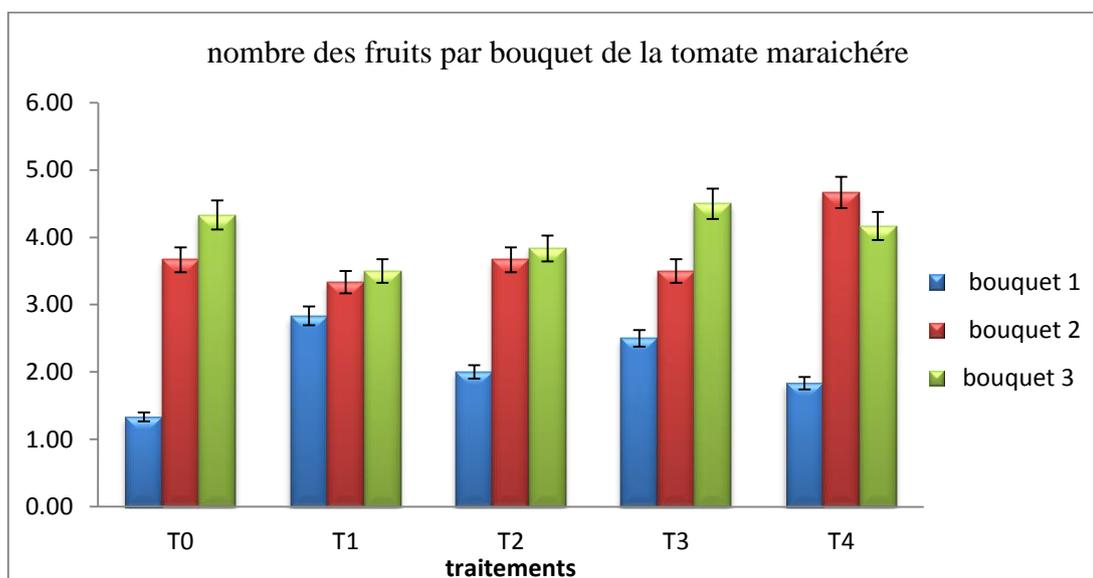


Figure 20 : nombre des fruits par bouquet de la tomate maraichère

Résultats et Discussions

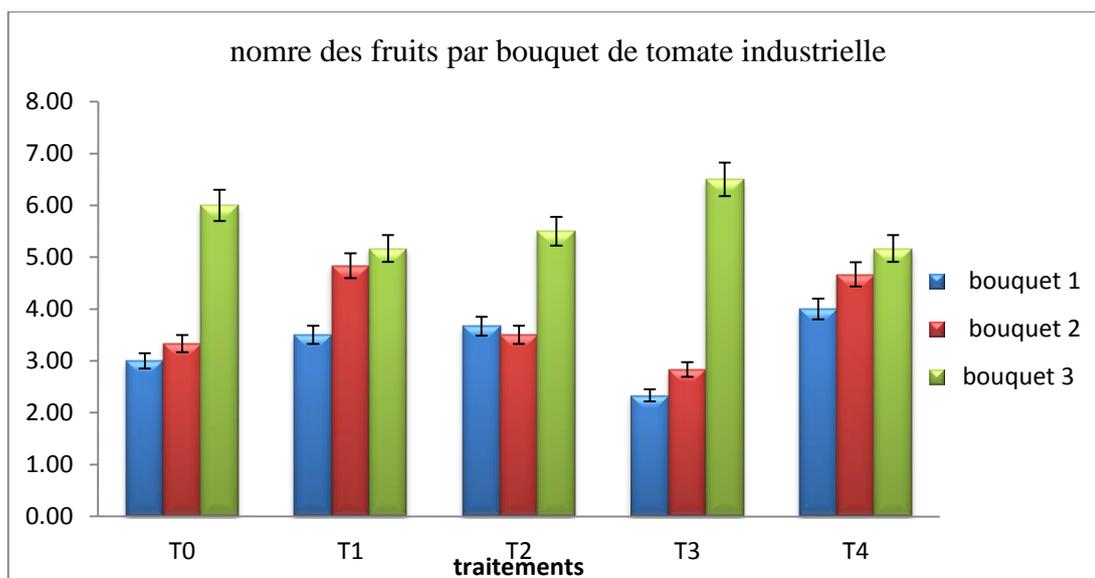


Figure 21: nombre des fruits par bouquet de la tomate industrielle

L'analyse de la variance de l'interaction dose-mode d'application (annexe 14et15) fait apparaître une différence non significative pour le nombre de fruit par plant des tomates maraîchères et industrielles. Ceci traduit l'action de biofertilisants est négligeable sur les deux cultures.

Le test de NEWMAN et KEULS, indique l'existence de un seul homogène pour la tomate maraîchère et pour la tomate industrielle déterminent les meilleures moyennes. Il en découle que le nombre de fruit par plant de tomate maraîchère est compris entre (1.33 et 2.83 fleurs dans bouquet 1 pour T0 et T1)et (3.33 et 4.67 fleurs dans bouquet 2 pour les traitements T1 et T4) . Ainsi, le T1 ressort avec le plus bas nombre de fleurs / bouquet 3 et le T3 bénéficiant du plus grand nombre de fleurs / bouquet 3.

Nous notons les observations pour ce qui est du nombre de fleurs de tomate industrielle. est compris entre (2.33 et 4 fleurs dans bouquet 1 pour T3 et T4) et (2.83 et 4.83 fleurs dans bouquet 2 pour les traitements T3 et T1). Ainsi, le T1et T4 ressort avec le plus bas nombre de fleurs / bouquet 3 et le T3 bénéficiant du plus grand nombre de fleurs / bouquet 3.

2.2.1 Taux d'avortement :

Les résultats relatifs au taux d'avortement des fleurs des deux variétés « Saint- Pierre » et « Rio Grande », sont illustrés dans la figure 45

Résultats et Discussions

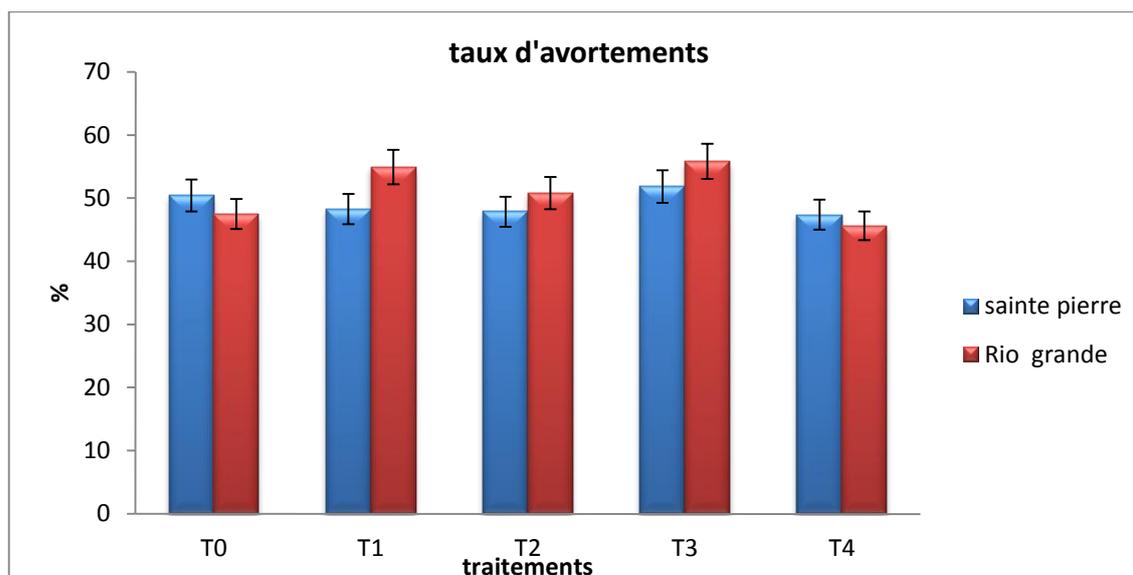


Figure 22: le taux d'avortement chez les deux variétés

L'analyse statistique de l'interaction dose- mode d'application (annexe 16) montre une différence non significative pour ce paramètre testé.

Le figure 45, montrent que les taux d'avortements les plus faibles sont obtenus avec les traitements T4 (47.39% ,45.63%) et que les taux d'avortement les plus élevés sont attribués au T3 avec les taux respectifs de (51.84 %,55.83%) respectifs maraichère et industrielle Le faible taux d'avortement des fleurs serait notamment lié à l'effet positif de l'application du biofertilisant au deux périodes critiques (floraison et nouaison). Ceci corrobore ce qui est rapporté par CROUCH et VAN STADEN (1992), qui mentionnent que les extraits d'algues encouragent probablement la floraison en lançant la croissance des plantes robustes.

2.3 Paramètres de qualité organoleptique des fruits :

Dosage des sucres totaux :

Vu que les sucres sont des éléments indispensables au corps humain, nous avons opté a faire une analyse de ce paramètre .les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau et figure ci-dessous

Résultats et Discussions

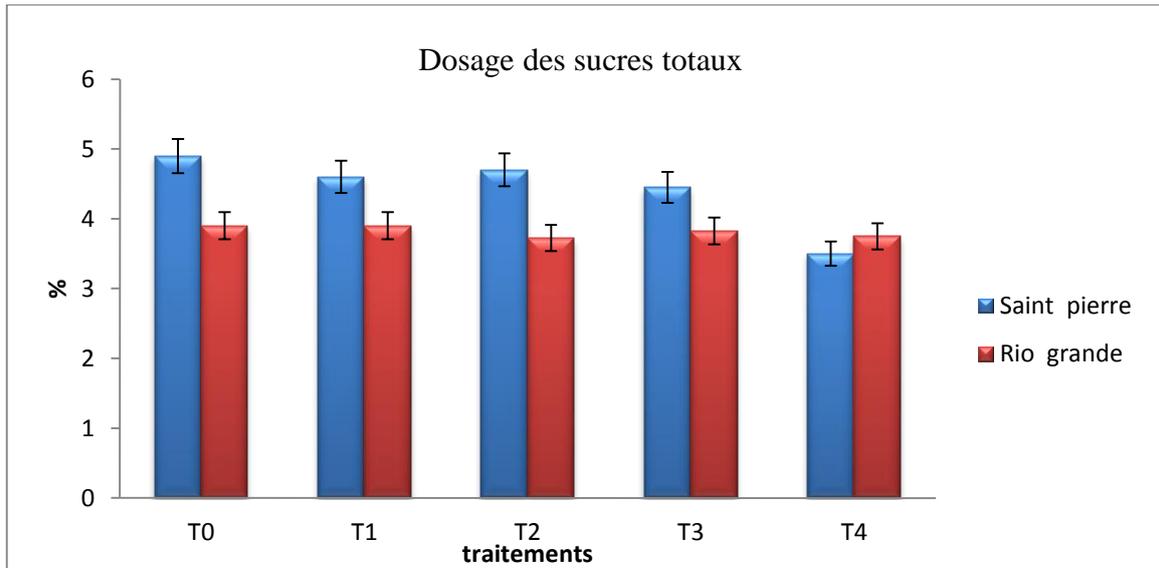


Figure 23 : dosage des sucres totaux (%)

L'analyse de la variance (annexe 22) montre qu'il y a une différence non significative de l'effet de l'alimentation par le traitement sur la quantité du sucre dans les fruits. Le test de Newman et keuls au seuil $\alpha = 5\%$ fait ressortir un seul groupe homogène chez la tomate maraîchère et chez la tomate industrielle. Les meilleures valeurs sont respectivement de (4.9% et 4.7%) pour le T1 et T3, suivies par celles du T1 et T2 qui sont de (4.6% et 4.45%) pour tomate maraîchère. On remarque également, même résultats pour tomate industrielle a des valeur suivants (3.9 %, 3.9 %, 3.75 %)

Les travaux de SEKAR et al (2005) sur la canne à sucres comme plante référentiel prouvé que les biofertilisants ont un impact positif très large sur la quantité des sucres.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

A l'issue de notre travail, dont le but était d'étudier la différence entre l'effet d'un engrais biologique liquide et d'un engrais chimique « NPK » sur le développement et le rendement de deux variétés de tomate (Saint pierre et la Rio grande) cultivée sous serre.

Les résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

- Du point de vue vitesse de croissance, le résultat a révélé une différence non significative dont le traitement T4 (50% racinaire) a enregistré la valeur la plus élevée (2.12cm/j), suivi respectivement par T1 (2.055cm/j) et T2(2.022cm/j) pour Saint pierre .et pour Rio grande le résultat a révélé une différence non significative dont le traitement T2 a enregistré la valeur la plus élevée (2.21c), suivi respectivement par T4(50% racinaire) (1.71) et T1(1.26)
- Concernant la hauteur des plantes, la différence non significative dont la valeur performante a été enregistrée par le T0 avec une moyenne de 82.23cm pour Saint pierre et 68.67 pour Rio grande
- Il a été constaté que le nombre de feuilles par plantes a donné une différence non significative entre les traitements étudiés et le meilleur résultat a été marqué dans le T2 pour les deux variétés.
- Du point de vue poids frais et sec total, on a constaté une différence significative entre les traitements étudiés dont la valeur la plus élevée donnée par le T3 pour Rio grande et T4 (50% racinaire) pour Saint pierre
- le taux de matière sèche total, une différence significative entre les traitements étudiés
- En ce qui concerne les paramètres de production, aucune différence significative quelque soit le traitement et la dose appliqués.
- Les résultats obtenus pour les paramètres de qualité ont montrés une différence significative. Pour le traitement T4 (50% racinaire), le paramètre du rendement a donné la moyenne la plus élevée. donc on peut déduire que le T4 (50% racinaire) reste le plus efficace.

D'après les résultats encourageants enregistrés à travers cet essai, il est souhaitable de poursuivre et d'utiliser d'autres doses de ce biofertilisant afin de déterminer le dosage optimale.

Annexes

Annexe 1 : Hauteurs finales moyennes des plants de tomate (cm) :

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	82.3	70.6	73.33	68.0	74.33
	± 6.5 a	± 11.5 a	± 7.32 a	± 9.85 a	± 8.5 a
Rio grande	68,67	59,33	64,67	62,33	62,67
	± 8,10 a	± 11,64 a	± 11,18 a	± 10,92 a	± 13,14 a

Annexe 2 : Hauteurs finales moyennes des plants de tomate (cm) :

	Hauteurs finales	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Tomate maraichère (saint pierre).	Variance totale	229.83	74	11.47				
	Variance facteur (1)	121.5	1	121.5	11.14	0.2986		
	Variance facteur (2)	4.16667	1	4.16667	0.04	0.8453		
	Variance interaction (1) (2)	20.1667	1	20.1667	0.19	0.6684		
	Variance résiduelle	2134.0	20	106.7			2.98189	13.9084%
Tomate industrielle (rio grande).	variance totale	3293.83	23					
	Variance facteur (1)	8,16667	1	8.16667	0.05	0.8255		
	Variance facteur (2)	8.1667	1	8.16667	0.05	0.8255		
	variance interaction (1) (2)	4.1667	1	4.16667	0.03	0.8748		
	Variance résiduelle	3293.83	20	163.667			5,22281	19,533%

Annexes

Annexe 3 : Poids frais des feuilles (g)

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	736.58	618.98	624.23	592.17	890.42
	± 60.73b	± 51.27a	± 80.02b	± 38.1a	± 156.3b
Rio grande	653	609	654,25	787,75	662,975
	± 133,55b	± 63,27a	± 57,00b	± 62,93a	± 36,06b

Annexe 4 : Poids frais des tiges(g) :

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	298.45	186.4	244.188	194.533	322.15
	± 66.2 b	± 59.97a	± 35.52 b	± 30.07 a	± 7 55.49 b
Rio grande	312,83	219,15	252,33	354,45	335,73
	± 15,83b	± 7,37a	± 32,60b	± 110,41a	± 22,46b

Annexe 5 : Poids frais racine(g).

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	106.03	92.54	58.95	69.75	87.525
	± 13.2b	± 15.47 a	± 9.92 b	± 8.65 a	± 12.87 b
Rio grande	121,61	36,22	57,20	58,42	46,13
	± 62,03b	± 6,72a	± 8,61b	± 13,06a	± 3,71b

Annexes

Annexe 6: poids frais feuilles, tiges et racines de tomate maraichère(g) :

	Poids frais	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROB A	E.T	C.V.
Feuilles	Variance total	264438	15					
	Variance facteur (1)	92115.3	1	92115.3	37.89	0.0000		
	Variance facteur (2)	57298.0	1	5298.0	23.57	0.0004		
	Variance interaction (1) (2)	85851.9	1	85851.9	35.32	0.0001		
	Variance résiduelle	29172.3	12	2431.03			24.6527	19.484%
tiges	variance total	49895.0	15					
	Variance facteur (1)	34375.0	1	34375.0	127.65	0.0000		
	Variance facteur (2)	7412.35	1	7412.35	27.53	0.0002		
	variance interaction(1) (2)	4876.23	1	4876.23	18.11	0.0011		
	Variance résiduelle	3231.44	15	269.287			8.20498	24.3539%
racines	variance total	3267.64	15					
	Variance facteur (1)	250.114	1	250.114	8.68	0.0122		
	Variance facteur (2)	33.4662	1	33.4662	1.16	0.3023		
	variance interaction (1) (2)	2638.36	1	2638.36	91.58	0.0000		
	Variance résiduelle	345.701	12	28.8084			2.68367	19.1207%

Annexes

Annexe 7: poids frais feuilles, tiges et racines de tomate industrielle

	Poids frais	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROB A	E.T	C.V.
feuilles	Variance total	120431,	15					
	Variance facteur (1)	6324,23	1	6324,23	1,52	0,2418		
	Variance facteur (2)	35146,9	1	35146,9	8.43	0,0133		
	Variance interaction (1) (2)	28908,5	1	28908,5	6.93	0,0219		
	Variance résiduelle	50051,3	12				32,2914	13,2062%
tiges	variance total	105981,	15					
	Variance facteur (1)	208,802	1	208,802	0.05	0,8349		
	Variance facteur (2)	47829,7	1	47829,7	10.39	0,0073		
	variance interaction(1) (2)	2693,61	1	2693,61	0.59	0,0459 1		
	Variance résiduelle	55248,4	12				33,9265	32,1206%
racines	variance total	2520,03	15					
	Variance facteur (1)	75,3858	1	75,3858	75,3858	0,4050		
	Variance facteur (2)	123,821	1	123,821	1,22	0,2903		
	variance interaction (1) (2)	1106,73	1	1106,73	10,94	0,0063		
	Variance résiduelle	1214,1	12	101,175			5,02929	26,1906%

Annexes

Annexe 8 : poids sec feuilles, tiges et racines de tomate maraichère(g).

	Poids sec	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
feuilles	Variance total	4599.4	15					
	Variance facteur (1)	10.208	1	10.208	0.07	0.7975		
	Variance facteur (2)	2672.37	1	2672.37	18.02	0.0011		
	Variance interaction (1) (2)	136.773	1	136.773	0.92	0.3559		
	Variance résiduelle	1780.04	12	148.337			6.08968	25.8647%
.tiges	variance total	817.75	15					
	Variance facteur (1)	144.0	1	144.0	4.14	0.0646		
	Variance facteur (2)	240.25	1	240.25	6.91	0.0221		
	variance interaction(1) (2)	16.0	1	16.0	0.46	0.5105		
	Variance résiduelle	417.5	12	34.7917			2.08542	22.8063%
racine	variance total	680.001	15					
	Variance facteur (1)	251.223	1	251.223	25.72	0.0003		
	Variance facteur (2)	254.722	1	254.722	26.08	0.0003		
	variance interaction (1) (2)	56.8516	1	56.8516	5.82	0.0328		
	Variance résiduelle	117.205	12	9.76712			1.56262	54.2438%

Annexes

Annexe 9 : poids sec feuilles, tige et racine tomate industrielle(g).

	Poids sec	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
feuilles	Variance total	12110,0	15					
	Variance facteur (1)	427,456	1	427,456	0,62	0,4468		
	Variance facteur (2)	1381,98	1	1381,98	2,00	0,1827		
	Variance interaction (1) (2)	2009,28	1	2009,28	2,91	0,1139		
	Variance résiduelle	8291,27	12	690,939			13,1429	33,793%
tige	variance total	1945,56	15					
	Variance facteur (1)	154,381	1	154,381	1,84	0,1996		
	Variance facteur (2)	774,231	1	774,231	9,24	0,0103		
	variance interaction (1) (2)	11,7306	1	11,7306	0.14	0.7148		
	Variance résiduelle	1005,22	12	83,7681			4,57625	32,1206%
racine	variance total	32,9598	15					
	Variance facteur (1)	14,3831	1	14,3831	9,37	0,0099		
	Variance facteur (2)	0,00005	1	0,00005	0,00	0,00995		
	variance interaction (1) (2)	0,166056	1	0,166056	0,11	0,00747		
	Variance résiduelle	18,4107	12	1,53422			0,619319	32,1206%

Annexes

Annexe 10 :Pois sec des feuilles :

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	68.5	58.5	51.055	78.5	82.75
	± 10.4a	± 8.73 a	± 6.2 a	± 12.12 a	± 6.098 a
Rio grande	70,75	68,75	80,825	109,75	77
	± 31,33 a	± 1,92 a	± 9,69 a	± 22,30 a	± 38,44 a

Annexe 11 :Poids sec des tiges.

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	33.5	26.5	30.5	32.25	40.25
	± 3.84 a	± 1.5 a	± 3.04 a	± 6.9 a	± 294 a
Rio grande	43,75	26,25	30,75	38,45	46,375
	± 1,30 a	± 2,05 a	± 1,30 a	± 15,60 a	± 1,39 a

Annexe 12 :Poids sec racine

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	20.5	22.25	10.555	10.5	6.345
	± 2.25 b	± 4.25 a	± 1.44 b	± 1.5 a	± 0.28 b
Rio grande	13,50	11,20	12,89	11,00	13,10
	± 1,12 b	± 0,79 a	± 1,57 b	± 1,00 a	± 0,73 b

Annexes

Annexe 13 : matière sèches feuilles des plants de tomate(%).

	Matière sèches feuilles	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Tomate maraîchère (saint pierre).	Variance total	80.97	15					
	Variance facteur (1)	25.553	1	25.553	12.29	0.0043		
	Variance facteur (2)	23.571	1	23.571	11.33	0.0056		
	Variance interaction (1) (2)	6.89063	1	6.89063	3.31	0.0937		
	Variance résiduelle	24.9553	12	2.07961			0.721042	23.2249%
Tomate industrielle(rio grande).	variance total	161,201	15					
	Variance facteur (1)	1,91823	1	1,91823	0,16	0,6984		
	Variance facteur (2)	2,4336	1	2,4336	0,20	0,6628		
	variance interaction (1) (2)	10,6929	1	10,6929	0,88	0,3672		
	Variance résiduelle	146,156	12	12,1797			1,74497	26,7856%

Annexe 14 :Matière sèche feuilles

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	9.25	9.39	8.18	13.13	9.29
	± 0.86b	± 0.64 a	± 0.36 b	± 2.36 a	± 0.38 b
Rio grande	10,39	11,57	12,27	13,95	7,40
	± 2,39 b	± 0,40 a	± 0,36 b	± 1,59	± 5,54

Annexes

Annexe 15 : matière sèches tiges des plans de tomate(%).

	Matière sèches tiges	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Tomate maraichère (saint pierre).	Variance total	113.827	15					
	Variance facteur (1)	31.9592	1	31.9592	5.18	0.0419		
	Variance facteur (2)	4.28387	1	4.28387	0.69	0.4208		
	Variance interaction (1) (2)	3.60335	1	3.60335	0.58	0.4593		
	Variance résiduelle	73.9806	12	6.16505			1.24148	19.789%
Tomate industrielle(rio grande).	variance total	41,0492	15					
	Variance facteur (1)	13,3956	1	13,3956	8,42	0,0133		
	Variance facteur (2)	0,011025	1	0,011025	0,01	0,9350		
	variance interaction (1) (2)	8,55562	1	8,55562	5,38	0,0388		
	Variance résiduelle	19,0869	12	1,59058			0,630591	13,5874%

Annexe 16 :Taux de matière sèche des tiges.

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	11.19	13.40	14.34	14.43	16.32
	± 0.81a	± 1.76 a	± 0.88 b	± 3.56 a	± 1.36 b
Rio grande	13,81	11,58	12,59	10,42	14,00
	± 0,39a	± 0,71a	± 1,21b	± 1,60a	± 0,54b

Annexes

Annexe 17 : matière sèches racines des plants de tomate (%).

	matière sèches racines	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Tomate maraichère (saint pierre).	Variance total	724.728	15					
	Variance facteur (1)	182.311	1	182.311	14.01	0.0028		
	Variance facteur (2)	381.157	1	381.157	29.30	0.0002		
	Variance interaction (1) (2)	5.15177	1	5.15177	0.40	0.5410		
	Variance résiduelle	156.108	12	13.009			1.8034	43.1719%
Tomate industrielle (rio grande).	variance total	704,147	15					
	Variance facteur (1)	0,0770063	1	0,0770063	0,00	0,9569		
	Variance facteur (2)	46,206	1	46,206	1,83	0,2010		
	variance interaction (1) (2)	355,04	1	355,04	14,07	0,0028		
	Variance résiduelle	302,825	12	25,2354			2,51174	26,602%

Annexe 18 :Taux de matière sèche racine.

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	20.53	23.78	18.17	15.16	7.27
	± 2.54 b	± 3.59 a	± 3.97 b	± 3.12 a	± 0.84 b
Rio grande	18,42	32,74	23,10	19,17	28,68
	± 9,44b	± 7,24a	± 1,26b	± 2,75a	± 3,78b

Annexes

Annexe 19 : Mesure de l'extrait sec des fruits(%)

	matière sèches fruits	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Tomate maraichère (saint pierre).	Variance total	7.07349	15					
	Variance facteur (1)	0.0861422	1	0.0861422	0.15	0.7021		
	Variance facteur (2)	0.101442	1	0.101442	0.18	0.6783		
	Variance interaction (1) (2)	0.149769	1	0.149769	0.27	0.6149		
	Variance résiduelle	6.73614	12	0.561345			0.374615	9.96672%
Tomate industrielle(rio grande).	variance total	73,353	15					
	Variance facteur (1)	2,64876	1	2,64876	1,80	0,2041		
	Variance facteur (2)	1,28256	1	1,28256	0,87	0,3684		
	variance interaction (1) (2)	51,804	1	51,804	35,29	0,0001		
	Variance résiduelle	17,6177	12	1,46814			0,605835	20,4793%

Annexe 20 :Taux de matière sèche des fruits

Tr var	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	6.82	6.95	6.99	6.98	6.64
	± 1.39a	± 1.27a	± 0.64a	± 3.63a	± 1.25a
Rio grande	11,88	8,48	12,17	12,19	8,51
	± 1,84a	± 0,72a	± 1,09a	± 1,57a	± 0,76a

Annexes

Annexe 21: nombre de fleur par bouquet de tomate. maraichère

	nombre de fleur	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Bouquet 01	Variance total	285.625	23					
	Variance facteur (1)	9.375	1	9.375	0.69	0.4172		
	Variance facteur (2)	2.04167	1	2.04167	0.15	0.7031		
	Variance interaction (1) (2)	1.04167	1	1.04167	0.08	0.7853		
	Variance résiduelle	273.167	20	13.6583			1.50877	76.1943%
Bouquet 02	variance total	77.3333	23					
	Variance facteur (1)	1.5	1	1.5	0.43	0.5172		
	Variance facteur (2)	4.16667	1	4.16667	1.21	0.2848		
	variance interaction(1) (2)	2.66667	1	2.66667	0.77	0.3897		
	Variance résiduelle	69.0	20	3.45			0.758288	44.0079%
Bouquet 03	variance total	65.8333	23					
	Variance facteur (1)	10.6667	1	10.6667	4.08	0.0571		
	Variance facteur (2)	2.66667	1	2.66667	1.02	0.3248		
	variance interaction(1) (2)	0.166667	1	0.166667	0.06	0.8033		
	Variance résiduelle	52.3333	20	2.61667			0.660387	33.2821%

Annexes

Annexe 22 : nombre de fleur par bouquet de tomate. industrielle

	nombre de fleur	S.C.E	DD L	CARRES MOYEN S	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Bouquet 01	Variance total	155,833	23					
	Variance facteur (1)	1,5	1	1,5	0,23	0,6396		
	Variance facteur (2)	13,5	1	13,5	2,04	0,1691		
	Variance interaction (1) (2)	8,16667	1	8,16667	1,23	0,2803		
	Variance résiduelle	132,667	20	6,63333			1,05145	31,8217%
Bouquet 02	variance total	259,958	23					
	Variance facteur (1)	0,375	1	0,375	0,03	0,8580		
	Variance facteur (2)	9,375	1	9,375	0,82	0,3755		
	variance interaction(1) (2)	22,0417	1	22,0417	1,93	0,1798		
	Variance résiduelle	228,167	20	11,4083			1,37891	40,3358%
Bouquet 03	variance total	438,0	23					
	Variance facteur (1)	28,1667	1	28,1667	1,40	0,2513		
	Variance facteur (2)	0,166667	1	0,166667	0,01	0,9285		
	variance interaction(1) (2)	6,0	1	6,0	0,30	0,5916		
	Variance résiduelle	403,667	20	20,1833			1,83409	45,8011%

Annexe 23 :Nombre de fleurs par bouquet 1:

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	2	2.33	2.67	2.5	2.17
	±	±	±	±	±
	0.22a	0.17a	0.44a	0.27a	0.51a
Rio grande	6,17	9,50	8,50	6,50	8,17
	±	±	±	±	±
	1,07a	2,36a	2,36a	1,38a	2,85a

Annexes

Annexe 24 : Nombre de fleurs par bouquet 2

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	2.67	3.17	2.67	2.17	3
	± 0.31a	± 0.75a	± 0.15a	± 0.66a	± 0.35a
Rio grande	7,83	11,33	8,00	7,00	8,67
	± 1,23a	± 5,81a	± 3,87a	± 0,96a	± 1,91a

Annexe 25 : Nombre de fleurs par bouquet 3

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	5.83	3.97	4.67	4.83	4.33
	± 1.01a	± 0.33a	± 0.64a	± 1.03a	± 1.4a
Rio grande	9,83	9,83	9,00	11,00	7,83
	± 4,67a	± 3,48a	± 5,00a	± 4,76a	± 2,48a

Annexes

Annexe 26 : nombre des fruits par bouquet de tomate. maraichère

	nombre des fruits	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROB A	E.T	C.V.
Bouquet 01	Variance total	513.333	23					
	Variance facteur (1)	4.16667	1	4.16667	0.17	0.6889		
	Variance facteur (2)	1.5	1	1.5	0.06	0.8099		
	Variance interaction (1) (2)	2.66667	1	2.66667	0.11	0.7486		
	Variance résiduelle	505.0	20	25.25			2.05142	76.61%
Bouquet 02	variance total	124.0	23					
	Variance facteur (1)	2.66667	1	2.66667	0.45	0.5097		
	Variance facteur (2)	1.5	1	1.5	0.25	0.6201		
	variance interaction(1) (2)	2.66667	1	2.66667	0.45	0.5097		
	Variance résiduelle	1.5	1	1.5	0.25	0.6201	0.993031	46.4384%
Bouquet 03	variance total	52.9583	23					
	Variance facteur (1)	3.375	1	3.375	1.85	0.1890		
	Variance facteur (2)	1.04167	1	1.04167	0.57	0.4588		
	variance interaction(1) (2)	12.0417	1	12.0417	6.60	0.0183		
	Variance résiduelle	36.5	20	1.825			0.551513	30.0974%

Annexes

Annexe 27: Nombre des fruits par bouquet de tomate industrielle.

	Nombre des fruits	S.C.E	DD L	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Bouquet 01	Variance total	128,958	23					
	Variance facteur (1)	7,04167	1	7,04167	1,18	0,2906		
	Variance facteur (2)	0,375	1	0,375	0,06	0,8047		
	Variance interaction (1) (2)	2,04167	1	2,04167	0,34	0,5654		
	Variance résiduelle	119,5	20	5,975			0,997914	68,6935%
Bouquet 02	variance total	117,833	23					
	Variance facteur (1)	0,666667	1	0,666667	0,13	0,7228		
	Variance facteur (2)	0,666667	1	0,666667	0,13	0,7228		
	variance interaction(1) (2)	13,5	1	13,5	2,62	0,1211		
	Variance résiduelle	103,0	20	5,15			0,926463	56,9691%
Bouquet 03	variance total	228,958	23					
	Variance facteur (1)	3,375	1	3,375	0,30	0,5884		
	Variance facteur (2)	0,375	1	0,375	0,03	0,8564		
	variance interaction(1) (2)	2,04167	1	2,04167	0,18	0,6734		
	Variance résiduelle	223,167	20	11,1583			1,36372	56,6173%

Annexe 28 :Nombre de fruits par bouquet 1

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	1.33	2.83	2.00	2.5	1.83
	± 0.11a	± 0.6a	± 0.15a	± 0.42a	± 0.13a
Rio grande	3,00	3,50	3,67	2,33	4,00
	± 1,53a	± 1,71aa	± 2,36a	± 1,49a	± 2,89a

Annexes

Annexe 29 : Nombre de fruits par bouquet 2

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	3.67	3.33	3.67	3.5	4.67
	± 0.56a	± 0.66a	± 0.45a	± 0.8a	± 1.05a
Rio grande	3,33	4,83	3,50	2,83	4,67
	± 0,94a	± 2,34a	± 1,71a	± 0,90a	± 2,75a

Annexe 30 : Nombre de fruits par bouquet 3

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	4.55	3.5	3.83	4.5	4.17
	± 0.81a	± 0.93a	± 0.15a	± 0.35a	± 1.23a
Rio grande	6,00	5,17	5,50	6,50	5,17
	± 2,83a	± 1,73a	± 2,37a	± 4,11a	± 2,49a

Annexe 31 : taux d'avortement par plantes de tomate.

	Sucres totaux	S.C.E	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E.T	C.V.
Tomate maraichère (saint pierre).	Variance total	3359.57	23					
	Variance facteur (1)	10.6783	1	10.6783	0.07	0.7916		
	Variance facteur (2)	169.706	1	169.706	1.14	0.2985		
	Variance interaction (1) (2)	200.329	1	200.329	1.35	0.2598		
	Variance résiduelle	2978.86	20	148.943			4.98235	25.739%
Tomate industrielle (rio grande).	variance total	5526,44	23					
	Variance facteur (1)	278,393	1	278,393	1,08	0,3113		
	Variance facteur (2)	19,2604	1	19,2604	0,07	0,7875		
	variance interaction (1) (2)	69,0204	1	69,0204	0,27	0,6107		
	Variance résiduelle	5159,77	20	257,988			6,55729	30,2314%

Annexes

Annexe 32 :Taux d'avortement

Trvar	T0	T1	T2	T3	T4
Saint pierre	50.44	40.72	47.39	51.83	47.85
	± 5.66a	± 12a	± 9.77a	± 14.15a	± 6.87a
Rio grande	47,49	54,94	50,81	55,83	45,63
	± 15,51a	± 10,98a	± 8,07a	± 18,13a	± 18,98a

Références

1. ABDELLAOUI H, 2006: l'agriculture biologique a-t-elle un avenir prometteur? Rev, agri et agri durable, N° 45, Alger, pp24-28.
2. ABELHA P, GULYURTLU I, BOAVIDA D, BARROS JS, CABRITA I, LEAHY J, KELLEHER B, LEAHY M, HENIHAN AM. 2003: Combustion of poultry litter in a fluidized bed combustor. éd: Fuel, pp 687-692.
3. ALAIN DAMIEN, 2008: Guide du traitement des déchets éd: « Dunod ». pp2-3
4. AMORCE, 1998: Le compostage des déchets verts éd: cercle nationale de recyclage pp 20-21
5. ANONYME, 1995: Les engrais et leurs applications. Première édition par la FAO, Rome, 1965.
6. ANONYME, 1999: Cfr. Classeur Eau-Nitrate – Fiches jaunes pp 5-11.
7. ANONYME, 2001: fertiliser avec les engrais de ferme. éd: oxalis, 104p.
8. ANONYME, 2006 : les ravageurs et maladies du sol dans le potager.
9. ANONYME, 2007 : FAO STAT in GIOVE et ABIS.
10. ANONYME, 2009: FIBL/IFOAM et différentes sources européennes.
11. ANONYME, 2010: Evolution de la production de la tomate en Algérie. Ed. Institut de développement des cultures maraichères, 10 p.
12. AUBERT C., 2005: Le jardin potager biologique. éd: Laballery, Paris, pp 32-132.
13. BAKAYOKO S, NINDJIN C, DAO D, TSCHANNEN A, GIRARDIN O et ASSA A., 2007: Fumure organique et productivité du manioc (*Manihotesculenta* CRANTZ) en Côte d'Ivoire. Ed: Agronomie Africaine, pp 271-279.
14. BALTAZART, 2010: propriétés physiques, chimiques, biologiques et nutritives des litières en élevage de volailles, thèse doctorat ENV D'ALFORT, pp14 -17.
15. BARTRAM et PERKINS, 2003: «The biodiversity benefits of Organic Farming». éd: OECD, Organic Agriculture: Sustainability, Markets and Policies, p 77-96.
16. BELPOMME D., 2001: Les produits phytosanitaires et la santé humaine, Rev. Les abeilles de France. N°52, Paris, pp 35- 36.
17. BENBADJI N, 1977: Etude expérimentale de la croissance et de la production de la tomate sous l'action des concentrations différentes de NaCl et d'apport d'amendement. These Ing. INA El-Harrach, Alger, 69p.
18. BERNHART M, FASINA OO, FULTON J, WOOD CW. 2010: Compaction of poultry litter. éd. Bioresource Technology, pp 234–238.

Références

19. BLANCARD D, 2010: les maladies de la tomate, identifier, connaitre, maitriser, P 419-647.
20. BOCKMAN O et al, 1990 : Agriculture et fertilisation. éd: Division agriculture, Oslo, 139 p.
21. BOVEY R, BAGGIOLINI M, BOLAY A, BOVAY E, CORBAZ R, MATHYS G, BOUNY A., 2006: Agent Orange Viêtnam, dépôts des dossiers à la cour d'appel à New York. Publié par Hacktivist News Service. http://fr.wikipedia.org/wiki/Agent_orange.
22. CHAUX C et FOURY C, 1994: production légumière, T3. éd: tec-doc Lavoisier, Paris, 235p.
23. CHAUX C, 1972: "Production légumiers", J.B. Bailliere, Paris, 414p.
24. CHIBANE A, 1999: la tomate sous serre, bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture. Edition MADRPM/DERD, Maroc, N°57, pp1-4.
25. CLEMENT J., 1989: Larousse agricole. Ed. Larousse, Paris, pp: 28-33.
26. COUDERCHET M et al, 2001: Produits phytosanitaires : Analyse, résidus, métabolites, écotoxicologies, modes d'actions. éd: Puf, Paris, 175p.
27. DOMINIQUE B, LATERROT H, MARCHOUX G, CANDRSSE T, 2009: les maladies de la tomate: identifier, connaitre, maitriser. éd: Quae, 690p.
28. EL HASSANI TA et PERSOONS E, 1994: Agronomie moderne: bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. Torino (Italie): HatierAupelf-Uref, 275 p.
29. FAZIO M, 2001: la culture biologique du potager et du verger. éd: de Vecchi, 221p.
30. FAZIO M., 1996: La culture biologique. éd: De Vecchi S.A, Paris, pp 7-161.
31. FOURNIER, E. et BONDERF, J., 1983: Les produits antiparasitaires à usage agricoles, condition d'utilisation et toxicologie. Ed: Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 179p.
32. FRANCINE B, 2004: Agriculture et environnement, le choix de l'agriculture biologique, mémoire diplôme d'état en ecologie humaine, pp 35– 37.
33. GABRIEL G, 2003: mémento de l'agriculture biologique, éd: agridécision, 417p.
34. GENDREAU TURMEL A, 2002: l'agriculture biologique fait des preuves! (www.Cab.qc.ca). Centre d'agriculture biologique du Québec.
35. GUET G., 2003: Mémento d'agriculture biologique. éd: Agridécisions, Paris, pp 20-183.

Références

36. HANAFI A et KENNY L, 2001: l'agriculture biologique au Maroc. Bulletin mensuel d'information et de liaison du programme national de transfert de technologie en agriculture. Ed: MADRPM/DERD, Maroc, N°82, pp 1-4.
37. INDREA D. et APHIDEAN R., 1988: Lucaripratice et légumicultura. Inst. Agro.Eily.napoca, pp 2-12.
38. JACOB J., 1978: Cultures maraichères spéciales. Les solanacées fruits, la tomate. Cours polycopiés, INA d' El-Harrach (Alger), pp 2-19.
39. JAY, M., 2000: Oiseaux et mammifères, auxiliaires des cultures. Ed: Ctif, 17p.
40. JEAN L, BERNARD M, MICHEL L, YANNIE T & GILLES P, 1991: protection phytosanitaire: lutte biologique, chimique, intégré. éd: stifl, 469 p.
41. JEAN-MARIE P, 2007, la culture des tomates. éd: ARTE MIS, 92p.
42. KOLEV, 1976: Les cultures maraichères en Algérie. Légumes-Fruits Tome 1, pp 2-35.
43. KOUAKOU K, 2002: Effet de la litière de volaille et du fumier de bovin sur quelques paramètres de croissance de voandzou [*Vignasubterranea* (L.) Verdc.]. Mémoire de Maîtrise. Abidjan (Côte d'Ivoire): Université d'Abobo-Adjamé, Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature, 21 p.
44. LACHUER E, 2007: les produits phytosanitaires: distribution et application, les différentes méthodes de lutte et choix d'un produit en lutte chimique, éd: educagri, 236p.
45. Landry C, Mainguy J, Pagé D, 2000: Efficacité fertilisante de la fraction solide de lisier de porc centrifugé dans la culture de pomme de terre. [En ligne]. Disponible sur www.irda.qc.ca.
46. LAROUSSE, 2009: Larousse.fr: encyclopédie collaborative et dictionnaires gratuits en ligne. en-ligne, Mise à jour le 14 Janvier 2010. <http://www.larousse.fr/> (consulté le 20 Décembre 2009).
47. LAUMONIER R., 1979: Culture légumières et maraichères. Tom 3. éd: J B. baillière .Tome1, pp: 34-42.
48. LE CLECH B., 1998: Environnement et agriculture. Ed: Synthèse Agricole, Paris, 27p.
49. LE CLECH B. et HACHLER B., 2003: Agriculture biologique, éthique, pratiques et résultat. éd: ENITA, Bordeaux, pp: 4-300.
50. LEVEQUE L. et MOUNOULOU J., 2001: Biodiversité, dynamique biologique et conservation. éd: Dunod, Paris, 155p.
51. LOZET J et MATHIEU C., 1990: Dictionnaire de science du sol, éd: Technique et Documentation, Lavoisier, 384p.

Références

52. LYON J P., 1986: L'emploi d'ennemis naturels dans la protection des cultures. éd: INRA, Paris, 86 p.
53. MAHER GEORGY N., 2008: l'agriculture biologique Principes et techniques, éd: source des connaissances, 1-2 p.
54. MARCHAUX G, GOGMALONS P, GEBRE K, COORD, 2008: virus des solanacées: du génome viral à la protection des cultures, éd: Quae, 896p.
55. MAZLIAK, R, 1981: Physiologie végétale, nutrition et métabolisme, éd: herman, 349 p.
56. MAZOYER M et al. 2002: Larousse agricole. éd: Larousse. 767p.
57. MOUHOUCHE B, 1983 : "Essai de rationnement de l'eau sur tomate: recherche de la production optimale et valorisation de l'eau"; Thèse magistère, INA. El-Harrach, 171p.
58. MUSARD M, 1990: "Qualité de la tomate de serre: conduite de l'alimentation hydrominérale en culture sur substrat" C.T.I.F.L, Paris, pp 21-26.
59. NATACHA S, 2008: Guide technique - Pour favoriser la vigueur des arbres et le rendement en sucre Ordre des ingénieurs forestiers du Québec (OIFQ), 32 p.
60. N'DAYEGAMIYE A et COTE D, 1996: Effet d'application à long terme de fumier de bovins, de lisier de porc et de l'engrais minéral sur la teneur en matière organique et la structure du sol. éd: Agrosol, pp 31-35.
61. NYABYENDEP, 2005: Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitudes d'Afrique. Gembloux (Belgique): Les presses agronomiques de Gembloux, 217 p.
62. NYAKATAWA E, REDDY K, SISTANI K, 2001: Tillage, cover cropping, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. éd: Soil and Tillage Research, pp 69-79.
63. PAPADOPOULOS, 1991: "La culture des tomates en serre sur sol et sans sol", Agriculture Canada Publication, Ottawa, 87p.
64. PELLETIER, J., 1994: Mémento de désherbage des légumes, éd: Ctifl, Paris, 9p.
65. PIERRE LUXEN, 2011: La gestion des engrais de ferme conférence, éd: AGRAOST, 37p.
66. POUSSET J, 2003: agriculture sans herbicide: Principes et méthodes. éd: agridécision, 703p.
67. PYRON J,-y, 2006: Références production légumières, éd: Lavoisier (synthèse agricole), Paris, 613p.
68. RAGOT M, 2001: l'agriculture biologique: le cas de production laitière. éd: educagri, 355p.

Références

69. Rishirumuhirwa T et Roose E, 1998: Effets des matières organiques et minérales sur la réhabilitation des sols acides de montagne du Burundi. [En ligne]. Disponible sur <http://natres.psu.ac.th/link/soilCongress/bdd/symp 38/1498-r-pdf>.
70. ROBITAILLE, R. 1989: La fertilisation en agriculture biologique. Dans AGRICULTURE, automne 1989 - hiver 1990, pp 15-18.
71. RODET JC. 1978: l'agriculture biologique. éd: CAMUGLI –France. 167p. 72. ROGER, C. et al, 2002: Biopesticides d'origine végétale. éd: Tec et Doc, Paris, 2p.
73. SCHMID O et HANGGELER L., 2002: Ravageurs et maladies au jardin, les solutions biologiques. éd: Terre vivante, Paris, 243p.
74. SEMAL J, et al, 1989: Traité de pathologie végétale. éd: Les presses agronomiques de GEMBLOUX, 282p.
75. SHANKARA N, JOEP V, MARJA G, MARTIN H, BARBARA V, 2005: la culture de la tomate: production, transformation et commercialisation. éd: Agrodok17, 105p.
76. SI BENNASSEUR A., 2011: Référentiel pour la Conduite Technique de la Culture de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), pp 58-70.
77. SLIMI, Y., 2000: Influence de la hauteur de piégeage et de la couleur des cuvettes à eau sur les captures d'arthropode dans un verger d'arbre fruitier Soumaa. Mémoire Ing Département d'agronomie de Blida, 85p.
78. SNOUSSI, 2010: Rapport de mission, Etude de base sur la tomate en Algérie, PP52.
79. SOLTNER D., 1988: Les bases de la production végétale, Tome 1,16 eéd: Collection science et technique agricole, Paris, pp 109-114.
80. SOLTNER D., 2000: Les bases de la production végétales. Tome1, 22^eéd: Tomate: implication du transport phloémien. Thèse Doctorat. Toulouse.174 p
81. SOLTNER D., 2003: Les bases de la production végétale, Tome 1, le sol et son amélioration, 23e éd: Poitiers (France): Sciences et Techniques Agricoles, 472 p.
82. SYLGUY C., 1998: L'agriculture biologique, éd: Puf, Paris, 3p.
83. VILAIN M., 1997: La production végétale, la maîtrise technique de la production. éd: Tec et Doc, Paris, pp 378-427.
84. VINCENT C. et al, 2000: La lutte physique en phytoprotection. éd: INRA, Paris, 255p.
85. VINCENT C. et CODERRE D., 1992: La lutte biologique. éd: Gaetanmorin, Paris, 361p.
86. WALTER B., 1991: Les vers de terre au jardin. éd: ULMER, Québec, 118p.

Références

87. WARMAN P, 2000: Principes fondamentaux de la culture des engrais verts. (www.google.com).
88. ZOUAOUI A., 2002: "Effet du rapport K/N sur deux variétés de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cultivée en hydroponie", Thèse Magister, INA, ElHarrach, 67p.