

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE DE BLIDA 1  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE  
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master II

En Sciences de la nature et de la vie

Option : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

## Thème

**Etude de l'influence d'intrants biologiques d'origine  
végétale sur l'entomofaune de la tomate**

Présenté par :

**M<sup>elle</sup> HAFSI FATIMA ZAHRA et M<sup>elle</sup> DILMI ASMA**

Membres du jury :

Présidente	Mme Nebih D.	M.C.B.	U.S.D.B.1
Promotrice	Mme Allal Benfekih L.	PR	U.S.D.B.1
Co Promotrice	Mme Lemeurs K.	Doctorante	U.S.D.B.1
Examinatrice	Mme Remini L.	M.C.B.	U.S.D.B.1

**Année universitaire : 2019/2020**

## REMERCIEMENTS

Grâces à dieu le tout puissant qui m'a donné le courage, la volonté et la santé pour terminer mes études et préparer ce mémoire.

Tous mes remerciements vont d'abord à ma promotrice et co-promotrice Mme le Professeur, L. Allal Benfekih de l'Université Saad Dahleb Blida 1, et Mme K. Lemeurs, doctorante au département des Biotechnologies de l'Université de Blida, pour avoir accepté de co diriger ce travail. Qu'elles trouvent ici, l'expression de ma profonde reconnaissance, mon immense gratitude et mon grand respect, pour tous ses efforts, son savoir, ses idées, sa patience et ses encouragements.

Je tiens à remercier également Mme D. Nebih, Maître de Conférences A à l'Université Saad Dahleb Blida 1, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de ma soutenance.

J'adresse mes plus sincères remerciements à Mme L. Remini, Maître de Conférences B à l'Université Saad Dahleb Blida 1; d'avoir accepté d'honorer et d'enrichir mon travail.

Je remercie toute l'équipe de laboratoire de zoologie pour leur disponibilité et leur compréhension, en particulier madame AMINA.

## Dédicace

*Je dédie ce mémoire à :*

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

*Mon cher père M. Hafsi, pour ton très précieux soutien moral qui est ma  
source de courage et mon modèle de réussite.*

*Mes chères sœurs Samira , Lilia , Chaima , qui sont une partie de ma  
volonté et de mon courage, sans oublier mes petites nièces Ratil et Tasnim*

*Mes chers frères Hamza, Anwar, Oussama et Nafaà*

*Tous mes amis, en particulier Dib Mouna, Dhrif Soumia , Mahemmedi  
Rania, Benkouider Fatma zahra , Guenif Hadjer*

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

*Fatma Zohra*

## DEDICACE

*Je dédie le fruit de mon travail :*

*A ma mère que dieu me la garde, qui a constamment montré à mon égard une présence indéfectible.*

*A mon père que dieu me le garde, qui m'a toujours soutenu et encouragé durant le cheminement de mes études.*

*A mon mari Riadh et ma belle famille que dieu me la garde, qui m'a toujours soutenu et encouragé durant mes études.*

*A mes deux frères Azzedine, Slimane et ma sœur Imene, surtout pour leurs soutiens, que Dieu me les garde.*

*A mes amis que j'aime et dont je saurais garder pour longtemps l'amitié*

*A toute personne m'ayant encouragé et souhaité la réussite dans ma vie.*

*Je le dédie également à tous ceux qui rendent valeur au savoir, et ayant conscience que c'est le seul moyen pour faire une nation forte et unie.*

*Asma*

## Sommaire

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumés	
Introduction générale.....	2
Chapitre 1 : Généralités sur la plante hôte : la tomate et la fertilisation.....	3
1.1. Origine et historique de la tomate.....	4
1.2. Importance économique de la tomate .....	5
1.2.1. Dans le monde.....	5
1.2.2. En Algérie .....	5
1.3. Intérêt agronomique de la tomate.....	6
1.4. Classification de la tomate .....	6
1.4.1. Classification botanique .....	6
1.4.2. Classification génétique .....	7
1.4.2.1. Variétés fixées .....	7
1.4.2.2. Variétés hybrides .....	7
1.5. Stades phénologiques de la tomate.....	8
1.5.1. La germination : .....	8
1.5.2. La croissance : .....	9
1.5.3. La floraison : .....	9
1.5.4. La pollinisation : .....	9
1.5.5. La fructification et nouaison des fleurs : .....	10
1.5.6. La maturation du fruit : .....	10
1.6. Exigences pédoclimatiques de la tomate .....	11
1.6.1. La température.....	11
1.6.2. La lumière .....	11
1.6.3. Eau et humidité relative.....	12
1.6.4. Sol et pH .....	12
1.7. Fumiers et fertilisants : .....	12

1.7.1. Fumure Organique :	13
1.7.2. Fertilisants chimiques :	13
1.7.2.1.Fertilisants chimiques composés	13
1.7.2.2.Fertilisants chimiques simples	13
1.8. Maladies et ravageurs	14
1.8.1. Les maladies	14
1.8.1.1. Les champignons	14
1.8.1.2. Les bactéries	14
1.8.1.3. Les virus	15
1.8. 2. Les ravageurs	15
1.8.2.1. Les nématodes	15
1.8.2.2. Les insectes	15
1.8.2.3. Les mouches blanches	15
1.8.2.3.1. Les pucerons ( <i>Aphididae</i> )	17
1.8.2.3.2. Les thrips ( <i>Thripidae</i> )	18
1.8.2.3.3. Les papillons et les noctuelles ( <i>Lepidoptera</i> )	18
1.8.2.3.5. La mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	18
1.9. La lutte contre les ravageurs de la tomate : Contrôle des ravageurs	19
1.9.1. Méthodes culturales	19
1.9.2. Lutte physique	19
1.9.3. La lutte chimique	19
1.9.4. Lutte biologique	20
1.10. Introduction à la fertilisation	20
2.1-Fertilisation minérale	21
2.2-Fertilisation organique	21
2.3. Les bio fertilisants	22
2.1.1. Le fumier	22
2.1.2. L'Engrais vert	22
2.1.3. Le vermicompost (lombricompost)	23
2.1.4. Les bio fertilisants à base de compost	23
2.1.5.Les bio fertilisants à base d'algues marines	24
2.4-Avantages et inconvénients des bio fertilisants	24
2.4-1.Avantages des bio fertilisants	24

2.4.2. Inconvénients des bio fertilisants .....	25
Chapitre 2. Matériels et méthodes :.....	26
2.1. L'objectif d'étude.....	26
2.2. Condition expérimentales.....	26
2.2.1. Lieu d'étude.....	26
2.2.2. Essai de germination.....	27
2.2.3. Le semis.....	28
2.2.4. Préparation du sol , Repiquage et travaux d'entretiens.....	28
2.3 Matériel d'étude.....	29
2.3.1. Matériel biologique .....	29
2.3.2. Le matériel de capture.....	29
2.4. Méthodes d'étude.....	30
2.4.1. Méthode adoptées sur terrain .....	32
2.4.1.1 Le dispositif expérimental de la serre étudiée.....	32
2.4.1.2 Traitements appliqués.....	31
2.4.1.3 Application des différents traitements .....	32
2.4.1.4. Echantillonnage.....	32
2.4.1.4.1 Piégeages de l'entomofaune de la tomate....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1.4.2. Prélèvement de feuilles de la tomate .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
2.4.2. Méthode adoptée au laboratoire.....	33
2.4.2.1. Observation de l'entomofaune capturée à travers les plaques englues...33	
2.4.2.2. Observation de feuilles de la tomate.....	33
2.5. Exploitation des résultats.....	35
2.5.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques .....	35
2.5.1.1. Utilisation de la richesse totale .....	35
2.5.1.2. Emploi de l'abondance relative (A.R.%).....	35
2.5.1.3 Indice de diversité Shannon-Weaver .....	35
2.5.1.4. Indice d'équitabilité .....	36
3.5.3. Exploitation des résultats par des méthodes statistiques.....	36
Chapitre 3. Résultats et discussion.....	38

3.1. Analyse des données d'observations personnelles.....	39
3.1.1. Inventaire global de l'entomofaune de la tomate sous serre.....	39
3.1.2. Abondances relatives sur le feuillage et à travers les captures par piégeage... .....	40
3.1.2.1. Abondances relatives globales sur le feuillage.....	40
3.1.2.2. Abondances relatives spécifiques dans les blocs de traitements.....	40
3.1.2.3. Abondances relatives globales observées à travers les captures par piégeage.....	42
3.1.2.4. Abondances des taxons rencontrés sous serre par piégeage selon la fertilisation réalisée (du 2 au 11 mars 2020).....	43
3.1.3. Analyse de la répartition de l'entomofaune de la tomate sur le feuillage sous serre.....	44
3.2. Analyse des résultats des travaux de littérature.....	45
3.2.1. Influence des pratiques culturales sur les ravageurs et les auxiliaires.....	46
3.2.2. Effet des fertilisants organiques sur la production de la tomate.....	47
3.2.2.1. Revue de l'effet du compost sur la croissance végétative et le rendement des cultures maraichères en général et de la tomate en particuli.....	48
3.2.2.2. Eléments de synthèse sur l'effet des extraits d'algues sur la croissance végétative et le rendement des cultures maraichères.....	49
3.2.3. Effet des extraits d'algues et du compost sur les bio agresseurs de cultes . .....	50
Conclusion générale.....	54
Références bibliographiques.....	56

## Liste des figures

Figure 1	Répartition et origine de la tomate dans le monde	4
Figure 2	Description de la tomate	8
Figure 3	Les stades phénologiques de la tomate	11
Figure 4	Dégâts et adulte d'aleurodes sur la tomate	1
Figure 5	Puceron adulte sur la tomate	17
Figure 6	Adule de thrips	18
Figure 7	Adulte du thrips des petits fruits <i>Frankliniella</i>	18
Figure 8	Dégâts ; larve et adulte de la mineuse	19
Figure 9	Photo satellite du lieu de l'expérimentation au niveau de la station expérimentale de l'Université de Blida 1	26
Figure 10	Plantules de tomate 7 jours après germination	28
Figure 11	Sachet de semences de la tomate variété Alexandra	29
Figure 12	Schéma du dispositif expérimental	30
Figure 13	Dispositif expérimental (personnel ; 2020)	31
Figure 14	Biofertilisant algasmar (personnelle 2020)	32
Figure 15	Biofertilisant composte du jardin d'essai (personnelle 2020)	32
Figure 16	Installation des pièges dans la serre (personnel ; 2020)	33
Figure 17	Loupe binoculaire (personnel ; 2020)	34
Figure 18	Observation du feuillage de Tomate (personnel ; 2020)	34
Figure 19	Momie sur la feuille de tomate vu à la loupe binoculaire au grossissement 0.8 (personnel ; 2020)	34
Figure 20	Larve de mineuse vu à la loupe binoculaire	35

Figure 21	Acarien jaune vu à la loupe binoculaire (personnel ; 2020 )	35
Figure 22	Abondances relative des espèces obtenues dans les feuilles de tomate par rapport les traitements utilisé	42
Figure 23	Effet des traitements en fertilisants sur les abondances des phytophages sur le feuillage (période du 2 au 9 mars 2020).	43
Figure 24	Variation des abondances des taxons rencontrés à travers les captures par pièges englués selon la fertilisation réalisée (du 2 au 11 mars 2020)	45
Figure 25	Projection des variables des traitements en fertilisants et des abondances moyennes des insectes rencontrés sur le feuillage de la tomate, sur le plan F1xF2 de l'ACP.	46
Figure 26	Dendogramme représentant les groupes des variables corrélées (abondances taxonomiques-fertilisants)	47

### Liste des tableaux

Tableau 1	Classification de l'aleurode d'après Ryckewaert, (2006).	16
Tableau 2	Inventaire global des arthropodes rencontrés durant la période du 2 mars au 11 mars 2020, (ind : famille indéterminée)	40
Tableau 3	Valeurs des abondances relatives des arthropodes observés sur le feuillage de tomate sous serre sous l'effet des fertilisants	41
Tableau 4	Abondances relatives des arthropodes capturés dans la serre de Tomate en fonction des traitements appliqués.	43

## Liste d'abréviations

FAO: *Food and Agriculture Organization*

ITCMI: Institut technique des cultures maraîchères et Industriels

INPV: Institut national de la protection des végétaux

# **Etude de l'influence d'intrants biologiques d'origine végétale sur l'entomofaune de la tomate**

## **Résumé**

Cette étude a porté sur l'évaluation de deux bio fertilisants, compost, extrait d'algues marine comparé à une fertilisation minérale à base d'engrais de type 15-15-15, urée sur la disponibilité et l'abondance des ravageurs et des auxiliaires sur la tomate variété Alexandra F1 cultivé sous serre. L'objectif est d'identifier le biofertilisant le plus efficace sur la diminution des principaux bioagresseurs et la favorisation de leurs auxiliaires.

On a réalisé la transplantation en motte des plantules dans une serre couverte en plastique.

Deux observations de feuillage ont été réalisés dont 94 feuilles ont été prélevés selon une méthode aléatoire simple dans chaque observation.

Une observation de piège jaune à capturé deux espèces majeures ; les tripes et les pucerons.

Les résultats des bio fertilisants montrent que l'engrais chimique révèle une activité importante vis-à-vis le compost et l'algasmar par rapport à l'abondance relative des espèces.

Toutes les abondances relatives des taxons rencontrés dépassent celles du témoin. L'abondance relative la plus élevée concerne celle des pucerons quelque soit le traitement en fertilisant réalisé.

Une très faible proportion de parasitoïdes notamment des pucerons momifiés a été notée sous serre alors qu'aucun traitement phytosanitaire n'avait été réalisé. Les araignées, prédateurs polyphages ont été capturés avec un très faible nombre également.

## **Mots clés :**

Bio fertilisants, engrais type 15-15-15, ALEXANDRA F1, Algasmar, compost.

## **Study of biological inputs from plant origin on tomato entomofauna**

### **Abstract**

This study focused on the evaluation of different bio-fertilizers, compost, seaweed extract compared to mineral fertilization, type 15-15-15 fertilizer, urea on the availability and abundance of pests and auxiliaries on the tomato variety ALEXANDRA F1 cultivated in greenhouse.

The root ball transplantation of the plants was carried out in a plastic covered greenhouse.

Two observations of foliage were made of which 94 leaves were taken by a simple random method in each observation.

A yellow trap sighting captured two major species; thripces and aphids.

The results of biofertilizers show that the chemical level reveals an important activity vis-à-vis compost and algasmar compared to the relative abundance of species.

All the relative abundances of the taxa encountered exceed those of the control. The highest relative abundance concerns that of aphids regardless of the fertilizer treatment carried out.

A very low proportion of parasitoids, especially mummified aphids, was noted under the ring, although no phytosanitary treatment had been carried out. Spiders, polyphagous predators, were also captured in very low numbers.

### **Keywords:**

Biofertilizers, type 15-15-15 fertilizer, ALEXANDRA F1 , compost , algasmar.

## ملخص

ركزت هذه الدراسة على تقييم الأسمدة الحيوية المختلفة والسماد العضوي ومستخلص الأعشاب البحرية مقارنة بالتخصيب المعدني والسماد من النوع 15-15-15 واليوريا على مدى توفر ووفرة الآفات والمواد المساعدة على مجموعة متنوعة من الطماطم ALEXANDRA F1 المزروعة في الدفيئة.

كانت الشتلات متجذرة في دفيئة مغطاة بالبلاستيك.

تم عمل ملاحظتين لأوراق الشجر حيث تم أخذ 94 ورقة بطريقة عشوائية بسيطة في كل ملاحظة.

استحوذ مشهد الفخ الأصفر على نوعين رئيسيين thrips و pucrons

أظهرت نتائج الأسمدة الحيوية أن المستوى الكيميائي يكشف عن نشاط مهم تجاه السماد وalgasmar مقارنة بالوفرة النسبية للأنواع.

تلك الخاصة بالسيطرة. تتعلق أعلى وفرة نسبية بحشرات المن بغض النظر عن معالجة الأسمدة التي يتم إجراؤها.

لوحظ وجود نسبة منخفضة للغاية من الطفيليات ، وخاصة حشرات المن المحنطة ، تحت الحلقة عندما لم يتم إجراء أي علاج للصحة النباتية

كما تم القبض على العناكب ، وهي مفترسات متعددة الآفات ، بأعداد قليلة جدًا.

الكلمات الدالة :

الأسمدة الحيوية, 15-15.15 سماد نوع, الكسندرا F1,سماد Algasmar



# **Introduction générale**

## Introduction générale

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) appartient à la famille des Solanaceae. Cette plante est cultivée dans le monde entier, dans des altitudes et latitudes très diverses. C'est le troisième légume le plus produit dans le monde derrière la pomme de terre et la patate douce, et le deuxième légume le plus consommé (**De Broglie et Guérault, 2005**).

La protection biologique et la protection intégrée des cultures sont basées sur l'utilisation de méthodes préventives et curatives de natures différentes, (**Tabone et al., 2012**) et sont utilisées sur la tomate depuis les années 1980 (**Trottin et al., 2012**). Il

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 synthèse, communément appelés intrants chimiques. L'utilisation massive de fertilisants et de pesticides est reconnue comme ayant des effets néfastes sur les écosystèmes, et sur la gestion durable des bio-agresseurs, via l'apparition de résistance (**Aubertot et al., 2005**), et la santé humaine (**Horrigan et al., 2002**). A cet effet, beaucoup d'agriculteurs ont pris conscience et ont 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**). Les fertilisants biologiques apportent des minéraux, des composés structurant le sol, et améliorent la rétention d'eau ainsi que certaines propriétés stimulantes des défenses naturelles des plantes comme ils favorisent la résistance contre les stress biotique et abiotique

Dans le cadre de la gestion des bio-agresseurs, l'objectif est d'arriver à optimiser le système en maximisant les capacités de régulations naturelles et de résilience de l'agroécosystème pour gérer durablement les populations de ravageurs. Par l'action de l'agriculteur, on cherche donc à anticiper sur les variations des flux d'organismes vivant nuisibles ou utiles, et à contrôler ces flux (**Valantin-Morison, 2012**).

A l'échelle internationale, différents travaux de littérature mettent en lumière l'effet des pratiques culturales en général et de la fertilisation raisonnée en particulier dans la protection des cultures contre des bioagresseurs majeurs, dont des espèces invasives.

Dans ce contexte, notre travail consiste à étudier la disponibilité de l'interaction des principaux bioagresseurs de la tomate, une culture d'intérêt agronomique en Algérie, et l'entomofaune auxiliaire qui leur sont associés sous l'effet d'apports en fertilisants biologiques, sous abri serre. L'idée est d'expérimenter des biofertilisants de deux origines différentes à base d'algues marines, compost végétal et à les comparer avec un engrais chimique conventionnel. Le but est d'entrevoir quel serait le fertilisant dont l'impact pourrait engendrer une réduction des populations de ravageurs de la tomate (ou leur stabilité) avec un maintien de leurs populations antagonistes.

L'essentiel de ce travail préliminaire se structure en trois chapitres. Le premier chapitre présente des généralités sur la tomate en tant que plante hôte ainsi que sur la fertilisation. Le second chapitre introduit les objectifs de ce travail , l dispositif expérimental et la méthodologie d'étude. Le troisième chapitre indique les résultats préliminaires que nous avons obtenu pendant notre suivi avant la période de confinement due à la pandémie du Covid19. Nous terminons par une conclusion sommaire et quelques perspectives.

**Chapitre 1 : Généralités sur la plante hôte la  
tomate, et la fertilisation**

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

## 1.1. Origine et historique de la tomate

Selon DOMINIQUE et *al* ; (2009), la tomate, inconnue dans le vieux monde jusqu'au XVI<sup>ème</sup> siècle et encore très peu consommée au XIX<sup>ème</sup> siècle, est devenue le légume vedette du XX<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> siècle, en Europe via l'Espagne, (fig.1). La mondialisation de son développement sera significative à partir de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle. Elle fut introduite en Algérie par les espagnols au XVII<sup>ème</sup> 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 maraîchère par excellence (**Benbadji, 1977**).

La tomate en Algérie est la culture maraîchère la plus répandue et appréciée, tant en plein champs que dans les abris-serre (**Kolev, 1976**).

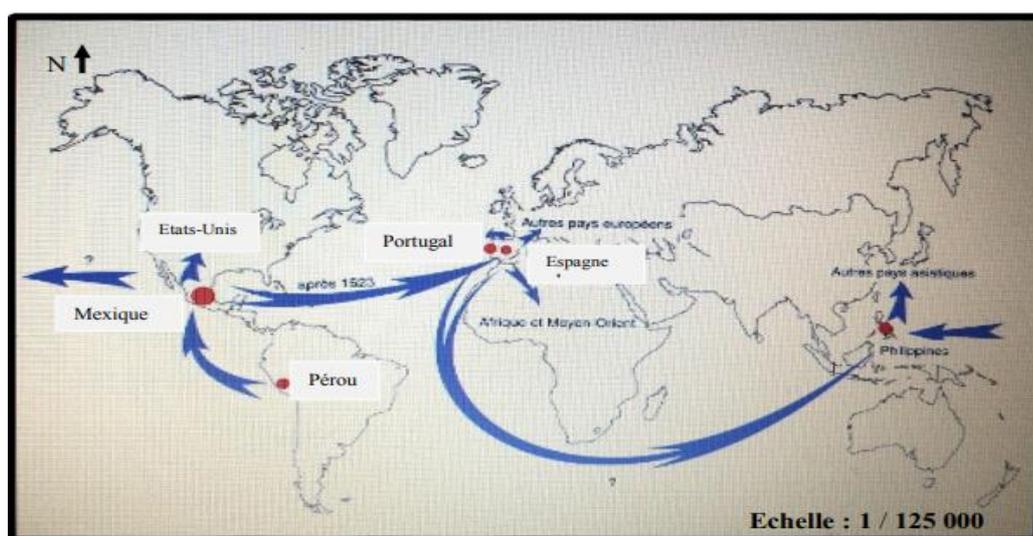


Figure 1 : Répartition et origine de la tomate dans le monde (Blancard, 2009)

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

## 1.2. Importance économique de la tomate

La tomate est produite presque partout dans le monde et à n'importe quelle saison. Aujourd'hui consommés toute l'année. Elle joue, par conséquent, un rôle important dans l'alimentation humaine et représente un grand intérêt économique. Sa production se divise en deux grandes catégories, la tomate pour la consommation en frais (tomate de marché) d'une part et la tomate destinée à la transformation (tomate d'industrie).

### 1.2.1. Dans le monde

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde selon la **FAO, (2010)** et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abris.

La production mondiale de la tomate en 2012 s'élève à plus de 161 millions de tonnes (Mt), cette production se répartie sur tous les continents à des taux de : 60,50 % en Asie, 15,33 % en Amérique, 12,79 % en Europe, 11,09 % en Afrique et elle augmente tous les ans de plusieurs millions de tonnes avec une légère régression en 2010 (**FAO, 2014**).

### 1.2.2. En Algérie

En Algérie, la tomate est en pleine expansion. Elle est soumise à de nombreux programmes établis par le ministère de l'agriculture et du développement rural. Pour son développement, de nouvelles techniques de production sont introduites ces dernières années visant de plus hauts rendement.

Les dernières statistiques montrent une augmentation de la superficie et de la production de la tomate maraîchère due à la demande élevée de ce légume (MADR, 2014). La production de tomate a augmenté de 3 414 470 qx en 2000 à 9 750 753 qx en 2013 soit une augmentation de 65%, ce qui peut être expliqué par l'amélioration progressive et la maîtrise des techniques culturales bien qu'elles restent insuffisantes pour atteindre les normes de production internationales.

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

Pour permettre un meilleur développement de la filière tomate, le ministère de l'agriculture a procédé à la mise en place des systèmes d'irrigation modernes et d'un suivi phytosanitaire pour prévenir les attaques de parasites responsables de diverses maladies d'origine virale et bactérienne.

## 1.3. Intérêt agronomique de la tomate

Au cours du 19ème siècle apparaissent les premières variétés issues de la sélection résultant des mutations ou des fécondations croisées. Ces variétés, marquent l'avènement d'une période de recherche intense d'amélioration des caractères du fruit à des fins agroalimentaires. Les premières recherches variétales débutèrent au 20ème siècle, pour produire des variétés de tomate plus régulières, plus productives et plus résistantes aux maladies (**Bénard, 2009**). Ces variétés dites hybrides sont obtenues à partir de lignées homozygotes éloignées génétiquement et dont le croisement procure à la descendance une vigueur accrue face à un caractère donné, appelée vigueur hybride ou hétérosis (**Bai et Lindhout, 2007**)

## 1.4. Classification de la tomate

La tomate est une plante herbacée annuelle à port buissonnant, sa classification est basée sur plusieurs caractères :

### 1.4.1. Classification botanique

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées avait été reconnue par les botanistes de la Renaissance, a été classée scientifiquement par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*, d'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum esculentum*, *Lycopersicon lycopersicum*; c'est finalement *Lycopersicon esculentum* attribué par Philippe Miller en 1754, qui a été retenu (**Munro et Small, 1997**).

**Gallais et Bannerot (1992)**, rappellent que la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. appartient à la classification suivante :

Règne :.....Végétal

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

Embranchement :..... Phanérogames  
S/Embranchement :..... Angiospermes  
Classe :..... Dicotylédones  
Sous classe :..... Gamopétales  
Ordre :..... Solanales  
Famille :..... Solanacées  
Genre : .....Lycopersicon  
Espèce :..... *Lycopersicon esculentum* Mill.

## 1.4.2. Classification génétique

La tomate est une plante climatérique, diploïde à  $2n=24$  chromosomes (**Judd et al., 2002**), chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques, dont certains sont très importants pour la sélection. Sa carte chromosomique compte actuellement 235 gènes localisés avec précision (**Gallais et Bannerot, 1992**).

Chez la tomate, la structure de la fleur lui confère une cleistogamie, mais elle peut se comporter comme une plante allogame. Ces deux types de fécondation divisent la tomate en deux types de variétés : les variétés fixées et les variétés hybrides.

### 1.4.2.1. Variétés fixées

Il existe plus de 500 variétés dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent aux générations descendantes. Elles sont sensibles aux maladies, mais donnent des fruits d'excellente qualité gustative, (**Polese, 2007**).

### 1.4.2.2. Variétés hybrides

Elles sont nombreuses et présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt agronomique (bonne précocité, résistance aux maladies, aux attaques parasitaires et des hauts rendements). Ces hybrides ne peuvent être multipliés puisqu'ils perdent leurs caractéristiques avec la descendance (**Polese, 2007**).

## 1.5. Description botanique de la tomate

La tomate (*Lycopersicon esculentum*) est une plante annuelle grimpante ou rampante de la famille des Solanaceae (fig. 2). C'est une espèce diploïde, chez laquelle il existe de nombreux mutants. Ce sont des herbes annuelles ou vivaces. Les feuilles sont alternes, sans stipules, simples assez découpées (**Miege, 1998**).

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

Les nombreuses variétés qui existent donnent des fruits très différents, de forme ronde, ovoïde ou longue, de couleur verte, jaune à rouge et de taille variant de celle d'une cerise à celle d'un petit melon. Le fruit à péricarpe charnu, contient des pépins. La pulpe charnue est divisée en quartiers contenant les graines dans un mucilage (Calvert, 1965).



**Figure 2: Description de la tomate (Blancard et al, 2009)**

### 1.6. Stades phénologiques de la tomate

D'après **Gallais et Bannerot (1992)**, le cycle végétatif complet, du semis de la graine à l'obtention du fruit, varie selon les variétés, l'époque et les conditions de culture, il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Ce cycle comprend six phases qui sont les suivantes : (Fig. 3)

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

## 1.6.1. La germination :

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (**Corbineau et Core, 2006**).

La germination chez la tomate est épigée, à ce moment une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% sont nécessaires (**Chaux et Foury, 1994**).

## 1.6.2. La croissance :

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

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

## 1.6.3. La floraison :

Lorsque le méristème passe de l'état végétatif à l'état reproducteur, les ébauches florales apparaissent et se développent, ce processus correspond à la floraison. Sous l'influence de plusieurs facteurs, naturellement la pollinisation se fait. Elle se traduit par l'apparition des fruits verts. La durée entre la pollinisation et la fécondation est de 2 à 3 jours (**Ray et Costes, 1965**).

Selon **Benton (1999)**, la première inflorescence apparaît deux mois et demi environ après le semis. La floraison chez la tomate commence du bas vers le haut. Ces fleurs étaient auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante.

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

## 1.6.4. La pollinisation :

La pollinisation nécessite l'intervention des agents extérieurs, le vent ou certains insectes comme le bourdon qui est capable de faire vibrer les anthères et de libérer le pollen (**Chaux et Foury, 1994**).

La libération et la fixation du pollen reste sous la dépendance des facteurs climatiques. Si la température nocturne est inférieure à 13°C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates et de cela résulte la difficulté du dépôt du pollen (**Pesson et Louveaux, 1984**).

## 1.6.5. La fructification et nouaison des fleurs :

La nouaison est l'ensemble de gamétogenèse, pollinisation, croissance du tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits « fructification ».

La température de nouaison est de 13°C à 15°C. Les nuits chaudes à 22°C sont défavorables à la nouaison (**Rey et Costes, 1965**).

## 1.6.6. La maturation du fruit :

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

- 09 : Levée.
- 10 : Cotylédons étalées.
- 12 : 02 feuilles étalées.
- 16 : Développement des feuilles.
- 51 : Début floraison.

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

- 61 : Début nouaison.
- 71 : Maturation des fruits.

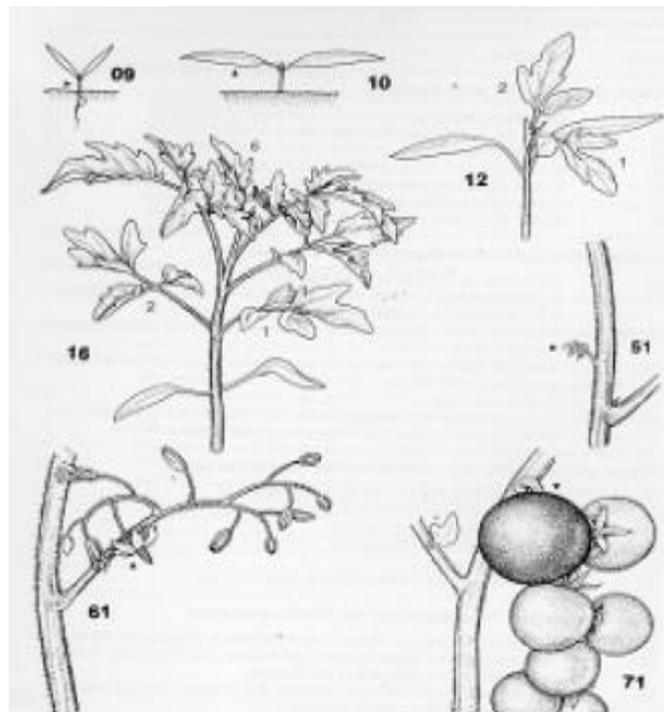


Figure 3: les stades phénologiques de la tomate

## 1.7. Exigences pédoclimatiques de la tomate

### 1.7.1. La température

La température est le facteur le plus déterminant pour la production de la tomate car la culture réagit fortement aux variations thermiques (**Lambert, 2006**). La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21°C et 24°C. La croissance, la floraison et la fructification sont favorisées par un écart thermique de

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

10°C entre le jour et la nuit. Le gel qui survient après la plantation tue les plantes, c'est pourquoi il faut attendre la fin de l'hiver pour la culture en pleine champ.

## 1.7.2. La lumière

La lumière est un facteur écologique fondamental qui intervient dans la qualité de la photosynthèse. Le manque de lumière peut inhiber l'induction florale et gêner la germination du pollen (**Chibane, 1999**). La photopériode et l'intensité lumineuse sont des facteurs limitants pour la culture (**Benton, 1999**).

## 1.7.3. Eau et humidité relative

La tomate exige beaucoup d'eau, ce qui nécessite une irrigation régulière en évitant l'asphyxie radiculaire (**Schiffers, 2003 ; Leboeuf et al., 2008**). Le stress causé par une carence en eau sur de longues périodes provoque la chute des bourgeons et des fleurs ainsi que fendillement des fruits. Les risques sont importants lorsque les averses sont très intenses. Une humidité très élevée entraîne la pourriture des fruits (**Lacroix, 1998 ; Lambert, 2006**). Selon **Guenauoi (2008)**, les exigences climatiques de la tomate sont malheureusement celles qui favorisent le développement des bioagresseurs de la culture

## 1.7.4. Sol et pH

La tomate aime les sols profonds, bien aérés, bien drainés et riches en humus. Une texture sablonneuse ou sablo-limoneuse est préférable (**Huat, 2008**). La tomate pousse mieux dans les sols où le pH varie entre 5,5 et 6,8 avec un approvisionnement en éléments nutritifs suffisant (**Lacroix, 1998 ; Naika, et al., 2005**).

## 1.8. Fumiers et fertilisants :

Afin d'obtenir des rendements élevés, les tomates ont besoin de fertilisants .Il existe deux groupes de produits qui permettent d'apporter des éléments nutritifs : les fumiers organiques, et les fertilisants chimiques.

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

## 1.8.1. Fumure Organique :

L'humus joue un rôle important sur la qualité et le grossissement des fruits. Son emploi exclusif, ne donnera pas de résultats satisfaisants. Pour cela un apport minéral à prédominance phosphopotassique est indispensable (**Laumonier, 1979**).

## 1.8.2. Fertilisants chimiques :

La tomate étant une plante à cycle long, le raisonnement de la fertilisation et le suivi rigoureux sont les garants pour maintenir une production de qualité tout au long du cycle qui permettront au producteur d'amortir les frais et rentabiliser sa culture (**Brun-Zaoui, 2010**).

Les fertilisants chimiques (à l'exception du calcium ) n'améliorent pas la structure du sol mais ils enrichissent le sol en y apportant des éléments nutritifs .Les fertilisants chimiques sont relativement couteux , mais dans certaines régions ils sont moins chers que le fumier par rapport a la quantité d'éléments nutritifs apportés . pour une exploitation a petite échelle et dans les situations de prix fluctuants et de faibles rendement (causés par des maladies, des conditions météorologiques défavorables ou des sols pauvres), il n'est pas rentable d'utiliser beaucoup de fertilisants chimiques. L'on peut répartir les fertilisants chimiques en deux groupes : les fertilisants composés et les fertilisants simples (**Naika, et al., 2005**).

### 1.8.2.1. Fertilisants chimiques composés

Ces types de fertilisants sont constitués d'un mélange d'azote, de composés de phosphore et de potasse. Le fertilisant composé 12- 24 -12 contient 12% de N (Azote), 24% de P (phosphore) et 12% de K(potassium) (**Naika, et al., 2005**).

### 1.8.2.2. Fertilisants chimiques simples

Ce type de fertilisants ne contient qu'un seul élément nutritif. IL est utilisé lorsqu'une culture présente une déficience spécifique (que l'on traite par ex. avec de l'azote nitrate, de l'urée ou du super phosphate ).La tomate nécessite surtout du phosphore après le repiquage .Les applications d'azote et de potasse sont plus appropriées pendant la phase de croissance de la culture.

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

.Dans les pays tropicaux, les quantités d'application des fertilisants chimiques varient entre 40 et 120 kg/ha pour l'azote ,30 et 90 kg/ha pour la phosphate et 30 et 90 kg /ha pour la potasse. Les agriculteurs utilisent généralement un fertilisant à libération lente des éléments nutritifs pendant la saison des pluies et un fertilisant à libération rapide des éléments nutritifs pendant la saison sèche Les fertilisants chimiques ne doivent pas être répandus sur de jeunes plants ou sur des plantes humides car ceci provoquera des brûlures (**Naika, et al., 2005**).

## 1.8. Maladies et ravageurs

La prévention des maladies et des ravageurs est extrêmement importante pour la culture de la tomate (**Laumonier, 1979**)

### 1.8.1. Les maladies

La tomate est sensible à différentes moisissures, bactéries et virus. Les dommages causés par les maladies peuvent conduire à une réduction considérable de la récolte.

#### 1.8.1.1. Les champignons

Les principales maladies cryptogamiques de la tomate sont le mildiou (*Phytophthora infestans* de Bary 1876), l'alternariose (*Alternaria solani* Sorauer, 1896), la moisissure grise (*Botrytis cinerea* Pers, 1794), la cladosporiose (*Fulvia fulva*), l'oïdium (*Leveillula taurica*), La fusariose vasculaire (*Fusarium oxysporum f.sp. lycopersic* Schltdl 1824) et la verticilliose (*Verticillium dahliae* Kleb, 1913 ), (**Verolet , 2001**)

#### 1.8.1.2. Les bactéries

Les maladies bactériennes les plus connus sont d'après **Shankara et al., (2005)**.

- *Ralstonia solanacearum* Smith 1896: provoque Le flétrissement bactérien ou « FB »
- *Clavibacter michiganense* Smith 1910: provoque le chancre bactérien.

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

- *Xanthomonas axonopodis p.v. vesicatoria* : ce champignon provoque le feu bactérien.

## 1.8.1.3. Les virus

Les virus les plus redoutables chez la tomate sont d'après **Shankara et al., (2005)**.

- Le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate (en anglais, « Tomato Yellow Leaf Curl Virus ») : TYLCV.
- Le virus de la maladie bronzée de la tomate : TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus).
- Le virus de la mosaïque du tabac ou virus de la mosaïque de la tomate (en anglais, « Tobacco Mosaic Virus, Tomato Mosaic Virus »). TMV ou ToMV.

## 1.8. 2. Les ravageurs

### 1.8.2.1. Les nématodes

Trois types fréquents de nématodes de nodosités des racines se présentent: *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White 1919), *M. javanica* (Goldi, 1877) et *M. arenaria*.

Les plantes atteintes restent petites de taille et sont sensibles aux maladies fongiques et bactériennes transmises par le sol. (**Shankara et al., 2005**).

### 1.8.2.2. Les acariens (*Tetranychus spp*)

Les larves et les adultes des acariens sucent la sève des plantes. Les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent, (**Shankara et al., 2005**).

### 1.8.2.3. Les insectes

Les insectes piqueurs suceurs, tels que les mouches blanches, les thrips et les pucerons, ne provoquent des dommages mécaniques que lorsqu'ils surviennent en

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

grands nombres, mais les virus qu'ils peuvent transmettre provoquent des dommages bien plus importants.

### 1.8.2.3.1. Les mouches blanches

Les aleurodes ou "mouche blanche", appartiennent à l'ordre des hémiptères (Tab. 1). Ce sont de petits insectes d'environ 1 mm qui sont couverts de cire blanche (fig. 4). On trouve principalement deux espèces d'aleurodes qui sont : l'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum*) et l'aleurode du tabac (*Bemisia tabaci*). (Desvals, et Prunedu, 2005)

La succion de la sève par les larves et les adultes de mouches blanches entraînent des dégâts directs se traduisant par une diminution de la vigueur de la plante, (Anonyme., 1999).

**Tableau 1. Classification de l'Aleurode d'après (Ryckewaert, 2006).**

Nom commun	Ordre/ Famille	Nom scientifique	Plantes/Parties attaquées
Aleurode du tabac	Hemiptera / Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i>	Cultures maraîchères/ feuilles
Aleurode des serres		<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Cultures maraîchères/ feuilles
Aleurode des solanacées		<i>Aleurotrachelus trachoides</i>	Solanacées, Convolvulacées/ feuilles

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---



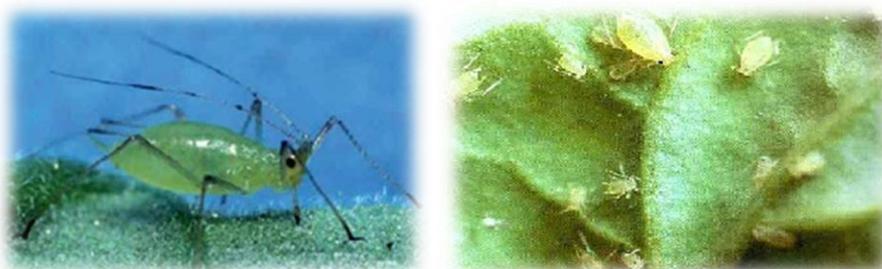
**A Adulte d'aleurode    B Dégâts d'aleurode sur la tomate**

**Figure 4 : Dégâts et adulte d'aleurodes sur la tomate**

### **1.8.2.3.2. Les pucerons (*Aphididae*)**

Plusieurs espèces de pucerons (Fig. 5) se trouvent sur tomate parmi lesquelles *Macrosiphon euphorbiae* (Thomas, 1878), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) qui provoquent l'enroulement des feuilles, fumagine et transmission de virus , (**Peron, 2006**).

Des dommages directs sont produits lorsqu'ils apparaissent en grands nombres sur la culture, où ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres. En outre des dommages directs qu'ils peuvent provoquer, les pucerons transmettent également différents virus, (**Shankara et al., 2005**).



**Figure 5: Pucerons adulte sur la tomate (Blancard. 1988).**

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

### 1.8. 2.3.3. Les thrips (*Thripidae*)

Les larves de thrips et les adultes sucent la sève des feuilles, ce qui cause des taches argentées sur la surface des feuilles en question. Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzée de la tomate (TSWV), (**Shankara et al., 2005**).



Figure 7 Adulte de thrips (Duval, 1993)



Figure 6 Adulte du thrips des petits fruits (RAP 2018)

### 1.8 2.3.4. Les papillons et les noctuelles (*Lepidoptera*)

Selon Blancard (1988), parmi les noctuelles qui attaquent la tomate, *Heliothis armigera* (Hübner, 1808), est l'espèce la plus fréquente, et *Mamestra oleracea* (Linnaeus, 1758) (noctuelle brouteuse de la tomate).

### 1.8. 2.3.5. La mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

La mineuse de la tomate s'attaque à toutes les parties aériennes de son hôte. Les risques d'expansion des infestations sont très rapides et généralisés dans tout le nord de l'Algérie. Les dégâts sont importants et souvent spectaculaires. Cette manifestation est particulière à tout ravageur introduit dans un nouveau milieu sans ses ennemis naturels. Comme ce fut le cas pour *Aleurothrocsus floccococcus* (Maskell, 1896) (Homoptera, Aleyrodidae) en 1984 et en 1994 pour *Phyllocnestis citrella* (Stainton, 1856) (Lepidoptera, Gracillariidae) (**Berkani et Badaoui, 2008**).

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---



A. Dégâts de mineuse sur la tomate

B. Larve de mineuse (Zitter, 2001)



C. Adulte de mineuse

Figure 8 : Dégâts ; larve et adulte de la mineuse

### 1.9. La lutte contre les ravageurs de la tomate : Contrôle des ravageurs

#### 1.9.1. Méthodes culturales

Les méthodes culturales consistent à faire appel à des modifications des rotations, de la date et la densité de semis de ces cultures, à une gestion appropriée de la fertilisation et à la gestion du travail du sol, (Anonyme., 2013).

#### 1.9.2. Lutte physique

La lutte physique peut voir recours à plusieurs technologies dont certaines mettent en œuvre des méthodes actives : les chocs thermiques (chaleur), les radiations électromagnétiques.....etc. L'utilisation des barrières physiques (panneaux englués

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

filet insecte proof) représente la seule méthode passive disponible, (**Vincent et Panneton, 2001**)

## 1.9.3. La lutte chimique

Comme la culture de tomate est sujette à des attaques de ravageurs et de maladies, les producteurs se trouvent souvent dans des situations de panique surtout pour des maladies à caractère épidémique comme le mildiou ou des insectes très nuisibles tel que *Tuta absoluta* au point qu'on assiste à une utilisation intensive et anarchique des pesticides. Cette situation qui ne date pas d'hier, a donné naissance à beaucoup de problèmes dans la pratique, entre autre l'apparition du phénomène de résistance aux pesticides, le problème de résidus de pesticides sur les fruits et la pollution de l'environnement. A cause de tous ces problèmes qui sont occasionné par la lutte chimique, la lutte biologique doit être encouragée.

## 1.9.4. Lutte biologique

La lutte biologique classique correspond à l'utilisation d'auxiliaires spécifiques contre une espèce envahissante exotique considérée comme une cible à contrôler (plante, insecte, acarien, nématode, etc.) dans l'aire d'origine où ils ont coévolué. La lutte biologique inondative est proche de la lutte biologique classique mais implique une approche répétitive du processus. Elle utilise des antagonistes élevés en masse ou développés commercialement et des agents de lutte biologique ou biopesticides, qui ne sont pas persistants dans l'écosystème, pour réduire la pullulation de la cible sur le court terme. Ainsi, plus de 150 biopesticides ont été commercialisés contre des insectes, des phytopathogènes ou des mauvaises herbes. Ils sont formulés à partir d'organismes vivants tels que les champignons (mycoherbicides), les bactéries (*Bacillus thuringiensis*, Bt), les virus ou les nématodes (**Thakore, 2006**). Le terme "biopesticide" s'applique également aux produits "naturels" issus de principes actifs (composés secondaires végétaux, toxines allélochimiques et naturelles), (**Adolphe et al, 2007**).

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

## 1.10. Introduction à la fertilisation

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

Selon **Raynal et al., (2014)**, les producteurs de légumes sont confrontés à de nouveaux défis avec la réduction de l'usage des produits phytosanitaires. Limiter le recours aux moyens de lutte chimique conduit à revisiter les pratiques et à mettre en oeuvre des stratégies globales à moindre risque phytosanitaire. La fertilisation est examinée dans son action sur la santé des plantes et comme levier dans la gestion des bioagresseurs.

### 1.10.1-Fertilisation minérale

Les fertilisants minéraux sont des substances solides, fluides ou gazeuses contenant un (engrais simple) ou plusieurs (engrais composés) éléments nutritifs majeurs (N.P.K.) sous une forme inorganique (**Coppin, 2002**).

La tomate se classe parmi les espèces les plus exigeantes en éléments fertilisants. La quantité d'engrais minéral à apporter doit tenir compte de la richesse du sol, et des besoins de la plante (ITCMI, 1994). Les principaux éléments nutritifs utilisés pour le développement de la culture de la tomate sont le phosphore sous la forme  $P_2O_5$  à raison de 200 kg/ha, le potassium  $K_2O$  soit 150 kg/ha et l'azote N avec 100 kg/ha (**ITCMI, 1995**).

### 1.10.2-Fertilisation organique

La matière organique améliore les propriétés physiques du sol et enrichit ce dernier en flore microbienne (**Roose, 1996**). Cependant son emploi exclusif même très décomposé ne donnera pas à lui seul des résultats satisfaisants. C'est la raison pour laquelle la fertilisation minérale en particulier phosphaté et potassique s'impose.

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

L'influence des éléments minéraux est considérable sur la précocité, les rendements et la résistance des plantes aux maladies. Pour assurer des rendements conséquents, l'apport en fumure organique équilibrée, au moment opportun, reste indispensable à raison de 30 à 40 tonnes par hectare au labour d'été.

Les engrais organiques ont un rôle nutritif, mais apportent également de la matière organique s'ils sont constitués de matière végétale. On distingue les engrais organiques azotés tels que le sang desséché, la corne broyée, les déchets de cuir, la farine de plume, le tourteau végétal et les engrais organiques composés (N.P.K., N.P., N.K.) tels le guano de poissons, la vinasse de mélasse (**Coppin, 2002**).

### 1.10.3. Les bio fertilisants

En agriculture un biofertilisant ou fertilisant organique est un biostimulant de la croissance et du rendement d'une plante, lorsqu'il appliqué en petite quantité, durant tout le cycle de la culture (**Mohanty et al., 2013**).

Selon **Sujanya et Chandra (2011)**, un bio fertilisant est un produit biologique à base de matière organique ou à base de microorganisme tels que des bactéries, des champignons ou des algues. Ce genre de produits aide la plante à se développer et résister aux différents stress abiotiques ou biologiques

#### 1.10.3.1. Le fumier

Le fumier est le mélange des déjections animales et de litière. Il est riche en éléments nutritifs et représente la base de la fertilisation en agrobiologie (Petit et Jobien, 2005). Le fumier joue un rôle important dans la durabilité de la fertilité du sol soit par l'apport des éléments nutritifs, soit par l'amélioration de ces propriétés physico-chimiques du sol (**Duplessis, 2002 ; Hiraoka et al., 2005**).

#### 1.10.3.2. L'Engrais vert

C'est une culture de végétation rapide enfouie sur place et destinée avant tout à améliorer le sol. Ce type d'engrais a un effet important sur la protection du sol, en le considère comme une source de matières organiques jeunes; source d'éléments nutritifs pour les plantes essentiellement en azote (**Soltener, 2003**).

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

### 1.10.3.3. Le vermicompost (lombricompost)

Le terme vermicompostage (ou lombricompostage) se réfère à l'utilisation de vers de terre pour composter les résidus organiques. Les vers de terre peuvent consommer pratiquement tous les types de matière organique et peuvent absorber l'équivalent de leur propre poids par jour, par exemple 1 kg de vers de terre peut consommer un kg de résidus chaque jour. Les excréments (turricules) des vers de terre sont riches en nitrates, et en formes disponibles de P, K, Ca et Mg. Le passage du sol à travers les vers de terre favorise la croissance des bactéries et des actinomycètes. Les actinomycètes se développent en présence de vers de terre et leur teneur dans les déjections de vers de terre est six fois supérieure à celle du sol d'origine, **(FAO; 2005)**.

Cette méthode est plus rapide que le compostage, c'est le passage du substrat par les intestins des vers de terre qui sont riche en microorganismes et en régulateurs de croissance; il s'agit d'une différence de rapidité significative mais pas encore bien compris. Ainsi, les vers de terre, par un type d'alchimie biologique, sont capables de transformer nos déchets en or **(Nagavallema et al., 2004)**.

Pour la réalisation de ce procédé, l'espèce utilisé est le ver de fumier (*Eisenia fetida*) c'est un ver de petite taille, il ne dépasse pas 5 à 8 cm de longueur. Il ne peut survivre sans quantités suffisantes de matières organiques, c'est pourquoi on le retrouve seulement dans les tas de fumier ou de compost et non pas dans les sols des jardins et des champs. On reconnaît facilement le ver de fumier à sa couleur rosée et à ses anneaux clairs, presque jaunes **(Buch, 1991)**.

### 1.10.3.4. Les bio fertilisants à base de compost

. Selon **Mustin (1987)**, le compost est un produit stable riche en humus provenant du processus de dégradation de toutes les matières organiques et contenant des organismes vivants et des éléments nutritifs pour les plantes. Ce produit provient du procédé appelé le compostage qui est un processus naturel de dégradation ou de décomposition de la matière organique fraîche par les micro-organismes **(FAO, 2005)**. Les matières premières organiques utilisés, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires, certains déchets

# Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

urbains et les déchets industriels appropriés, peuvent être appliquées aux sols en tant que fertilisant, une fois le processus de compostage terminé, **(FAO; 2005)**.

Selon **Inckel (2005)**, le processus de compostage se produit dû à l'activité des micro-organismes et d'autres organismes plus grands tels que des vers et des insectes. Ceux-ci nécessitent certaines conditions pour pouvoir vivre. Elles comprennent l'humidité et l'air.

## **1.10.3.5. Les bio fertilisants à base d'algues marines**

Les algues sont les végétaux terrestres les plus anciens dont on dénombre plus de 25'000 variétés **(Perez, et al., 1992)**. Elles sont récoltées dans les milieux aquatiques d'eau douce ou saline et se classent en différentes catégories selon leurs pigments (algues brunes, rouges et vertes **(Demoulain et Leymergie, 2009)**).

L'extrait d'algues marines est l'un des composés anti-stress efficace qui est un biostimulant utilisé en tant que conditionneur de sol pour améliorer la croissance des plantes **(Hurtado et al., 2009)**. Plusieurs études ont révélé les avantages des extraits d'algues sur les plantes tels-que l'amélioration de la performance des cultures et le rendement ainsi que l'amélioration de la résistance aux stress biotiques et abiotiques **(Norrie et Keathley, 2006 ; Eyraas et al., 2008)**. En effet, les fertilisants à base d'extraits d'algues marines contiennent des carbohydrates et d'autres matières organiques qui améliorent la fertilité du sol et sa capacité de rétention **(Crouch, et Van Staden, 1993)**. Selon **Booth, (1965)**, les fertilisants liquides à base d'algues marines sont riches en macro et micro éléments, vitamines, substances organiques comme les acides aminés et régulateurs de croissance comme les auxines et gibbérellines **(Nelson et al., 1984)**.

## **1.10.4. -Avantages et inconvénients des bio fertilisants**

### **1.10.4.1. Avantages des bio fertilisants**

Les biofertilisants sont moins chers et plus écologiques que les fertilisants chimiques **(Machi et al., 2006)**.

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

Selon **Joussement, (2012)**, il existe des biofertilisants qui sont à la fois fertilisants et amendements pour le sol, car ils ont un rôle de maintenir ou corriger le pH du sol en plus ils contribuent à améliorer les qualités physiques du sol. Les amendements organiques, d'origine végétale, entretiennent ou reconstituent l'humus, donc le stock de matière organique du sol (**Roussel et al., 2001**) et ils stimulent l'activité des êtres vivants du sol auxquels ils servent de nourriture, (**Deblay et Charonnat, 2006**).

D'après **Shehata et al., (2010)**, l'utilisation des biofertilisants peut conduire à des produits sains sans résidus d'engrais. Certains produits sont à la fois biofertilisants et biostimulants qui peuvent aider la plante à tolérer les stressés (**Schmidt et al., 2003**), sachant que ces biostimulants induisent les réactions de défense de la plante qui est efficace contre un large spectre d'agresseurs (**Blanchard et Limache, 2005**).

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

il a été prouvé dans le monde entier, que les fertilisants naturels sont plus efficaces que les fertilisants chimiques (**Bokil et al., 1993**). En effet, les fertilisants à base d'extraits d'algues marines contiennent des carbohydrates et d'autres matières organiques qui améliorent la fertilité du sol et sa capacité de rétention (**Crouch, et Van Staden, 1993**). Selon **Booth, (1965)**, les fertilisants liquides à base d'algues marines sont riches en macro et micro éléments, vitamines, substances organiques comme les acides aminés et régulateurs de croissance comme les auxines et gibbérellines (**Nelson et al., 1984**).

### 2.4.2. Inconvénients des bio fertilisants

Selon **Chen (2006)**, le taux en éléments nutritifs dans les bio fertilisants est faible. Il faut un volume important pour assurer une bonne nutrition de la plante. D'après le même auteur, l'utilisation intensive de ce type de fertilisation à long terme peut causer l'accumulation des métaux lourds qui peuvent affecter la croissance des plantes, les organismes du sol, la qualité des eaux et la santé humaine et animale. Coût parfois élevé foliaires, l'effet sur les rendements n'est pas toujours garanti.

## Chapitre 1 Généralités sur la plante hôte la tomate, et la fertilisation

---

Dans certains cas, ils peuvent augmenter la qualité des rendements, mais ils ne remplacent pas la fertilisation de base **(Weill et Duval, 2009)**.

# **Chapitre 2**

## **Matériel et méthodes**

## 2.1. L'objectif d'étude

Le but de notre expérimentation est d'évaluer l'effet de biofertilisants à base de compost, extrait d'algues marine comparé à celui d'une fertilisation minérale à base d'engrais de type 15-15-15, urée sur la disponibilité et l'abondance des ravageurs et des auxiliaires sur la tomate variété Alexandra F1 cultivée sous serre.

Dans ce qui suit, sont présentés les conditions expérimentales, le dispositif d'étude et la méthodologie d'étude.

## 2.2. Conditions expérimentales

### 2.2.1. Lieu d'étude

Le présent travail s'est déroulé au niveau de la station expérimentale de l'université de Blida1, sise à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et au département des Biotechnologies ((Fig.11). Le dispositif expérimental a été installé dans une serre en polycarbonate de 382.5 m<sup>2</sup> de superficie, à orientation nord-sud. L'aération est assurée par des fenêtres placées latéralement de part et d'autre de la serre. Le chauffage de la serre est réalisé en période froide à l'aide de radiateurs à eau chaude. Le repiquage, le suivi de la culture et l'échantillonnage ont été réalisés, dans un abri serre tunnel de 25 mètres de long sur 8 mètres de large, couvert par un film plastique souple (Fig.12). La température varie dans la serre entre 16°C et 38°C, et l'humidité relative de l'air entre 45 et 80%.



**Figure9 : Photo satellite du lieu de l'expérimentation au niveau de la station expérimentale de l'Université de Blida1**

### 2.2.2. Essai de germination

Les graines de tomate de la variété Alexandra F1 ont été déposées au mois de novembre, le 18.11.2019 dans des boîtes de Pétri contenant du papier filtre stérile imbibé d'eau distillée puis sont mises à germer dans la serre. De l'eau distillée est ajoutée périodiquement pour éviter le dessèchement du papier filtre.

On a utilisé 2 boites de pétri à raison de 5 graines dans chaque boite.

### 2.2.3. Le semis

Le semis a eu lieu le 18/11/2019 dans des plateaux alvéolés à raison de deux graines par alvéole (Fig. 11). Ces alvéoles ont été disposées à l'intérieur d'une serre en polycarbonate.

La transplantation a été faite dans une serre couverte en plastique, lorsque les plantes sont devenues vigoureuses (stade 3 à 4 feuilles) c'est-à-dire après 75 jours du semis. On a réalisé la transplantation en motte des plantules le 27 janvier 2020 dans une serre couverte en plastique



**Figure 10: Plantules de tomate après 7 jours de germination**

## 2.2.4. Préparation du sol , repiquage et travaux d'entretien

## 2.3 Matériel d'étude

### 2.3.1. Matériel biologique

L'espèce utilisée durant l'expérimentation est une solanacée la tomate (*Solanum lycopersicum*) et la variété Alexandra F1 à germination de 96% (Fig.13). Cette variété présente les caractéristiques suivantes : feuillage vert foncé et à rendement élevé, fruits ronds de couleur rouge, à poids moyen 230-280 g, résistante au virus TMV, au champignon phytopathogène *Verticillium* et aux nématodes.

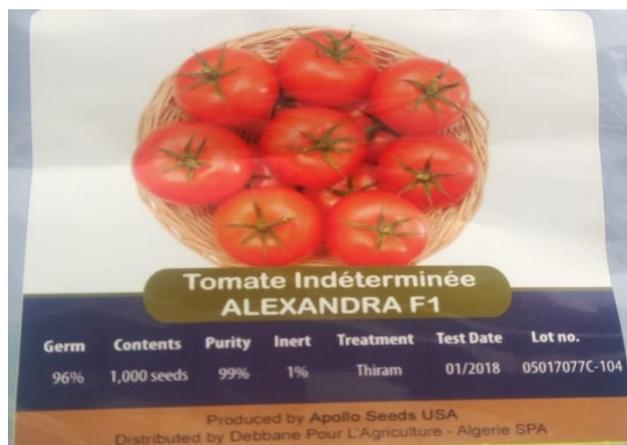


Figure 11: Sachet de semence de la tomate variété Alexandra.

### 2.3.2. Le matériel de capture

Les pièges collants ou plaquettes engluées sont couramment utilisés pour l'échantillonnage des ravageurs sur toutes les cultures (Heinz et al . ;1992). Ces pièges collants servent à les détecter et à suivre leurs populations sur une longue période. Cette méthode de dépistage non sélective capture tous les insectes volants attirés par la couleur jaune. Les plaquettes engluées utilisés sont

composées d'un plastique rectangulaire mince à doubles face, de couleur jaune vif et enduit de glu,

substance adhésive qui résiste à l'eau et qui reste collante sur de longues périodes.

## 2.4. Méthodes d'étude

### 2.4.1. Méthode adoptées sur terrain

#### 2.4.1.1. Le dispositif expérimental de la serre étudiée

Le dispositif expérimental est constitué de blocs correspondent au témoin sans fertilisant (T0), compost (T1), engrais minéral (T2), biofertilisant Algasmar (T3). chaque bloc est divisé en trois lignes de 9 plants chacune. L'essai comprend donc un total de 108 Plants, et 36 plants par bloc. L'écartement entre les lignes est de 1m et de 2 m entre les blocs (fig. 14).

BLOC 1									
T1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
BLOC 2									
T0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
BLOC 3									
T0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T3	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T1	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
T2	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9

**Figure 12: Schéma du dispositif expérimental adopté pour l'étude (P : plant de tomate, T0 : Témoin, T1 : compost, T2 : engrais, T3 : Algasmar).**



**Figure 13 : Dispositif expérimental (personnel, 2020).**

#### **2.4.1.2 Traitements appliqués**

La réalisation de l'essai a mis en œuvre trois traitements à savoir :

Le biofertilisant Algasmar (traitement T3) est un mélange d'extrait d'algues, d'acides aminés, d'enzymes collagène et d'urée: Acides aminés libre 10 % ; Matière végétale totale 10% ; Azote total 11.5% ; Azote ammoniacal 0.01 % ; Azote nitrique 0.06 % ; Azote urique 7.13 % ; Azote protéique 1.5 % ; Azote organique 1.5 % ; Azote humique 1.3 %.

Le compost (traitement T1): Il s'agit d'un compost produit au niveau de l'unité de compostage du Jardin d'Essai d'El Hamma. Il concerne tous les déchets organiques qui proviennent de plantes, des pelouses, du gazon et des déchets du jardin. L'engrais minéral (traitement T2): NPK (15-15-15) et l'urée (46%N).

### 2.4.1.3. Application des différents traitements

Les différents traitements ont été appliqués de la manière suivante. T0 : blocs témoin, aucun traitement n'a été réalisé. T1 : blocs fertilisés avec du compost. Une quantité de 20 kg au total pour les 36 plants a été incorporé le 27/01/2020 et réparti sur les 3 blocs étudiés, soit une dose de 500g par plant. T2 : blocs bénéficiant d'une fertilisation minérale. L'engrais minéral a été appliqué avant le repiquage à travers un apport de 500g en NPK, et 200 g d'urée pour ce qui est de la fumure de fond. Après le repiquage, deux apports d'NPK de 400 g ont été ajoutés, le premier au 11/02/2020 et le deuxième au 01/03/2020

T3 : concerne le bloc de plants où a été réalisé le traitement à base d'extrait d'algues marines. Les plants de tomate ont été traités au biofertilisant « Algasmar » selon le mode d'application racinaire et à la dose de 3ml de bio fertilisant / l d'eau à raison de deux apports, le premier apport fait a été fait le 04/02/2020 et le deuxième apport a été réalisé le 26/02/2020.



Figure14 Biofertilisant algasmar (personnelle 2020)



Figure 15 Biofertilisant composte du jardin d'essai (personnelle 2020)

### 2.4.1.4. Echantillonnage

L'échantillonnage utilisé sur terrain consiste en la capture de l'entomofaune à l'aide des pièges englués jaunes d'une part et les observations directes du feuillage à travers le prélèvement des feuilles de tomates afin de les examiner au laboratoire.

#### 2.4.1.4.1 Piégeages de l'entomofaune de la tomate

Les pièges jaunes ont été placés aléatoirement le 04.03.2020 sous serre à raison d'un piège par traitement en plus du boc témoin. La récupération des quatre pièges a été effectuée le 11.03.2020.



**Figure 18: Installation des pièges dans la serre ( personnel , 2020)**

#### 2.4.1.4.2. Prélèvement de feuilles de la tomate

Le prélèvement des feuilles a été fait le 02/03/2020 et le 09/03/2020 selon la méthode d'échantillonnage aléatoire simple, et de chaque bloc de traitement testé,. Nous avons prélevé 90 feuilles de tomate à chaque relevé.

### 2.4.2. Méthode adoptée au laboratoire

#### 2.4.2.1. Observation de l'entomofaune capturée à travers les plaques engluées

La lecture des pièges englués jaunes a été faite au niveau de laboratoire avec une loupe binoculaire grossissement 0.8

#### 2.4.2.2 Observation de feuilles de la tomate

L'observation des feuilles a été faite également au niveau du laboratoire avec une loupe binoculaire grossissement (0.8) (fig. 17) sur les deux faces foliaires. Les longueur et largeur de chaque foliole ont été mesurées avec un double décimètre afin d'évaluer la surface foliaire.



**Figure 17 : Loupe binoculaire**



**Figure 18 : Observation du feuillage de Tomate  
(Personnel, 2020)**



**Figure 19 : Puceron momifié vu à la loupe binoculaire sur feuille de tomate  
grossissement 0.8 (personnel; 2020)**



**Figure20 : Larve mineuse**

**Figure21 : Acarien rouge**

**Observés à la loupe binoculaire sur feuille de tomate (personnel, 2020)**

## **2.5. Exploitation des résultats**

### **3.5.1. Exploitation des résultats par des indices écologiques**

En premier lieu les richesses totales et moyennes sont prises en considération ainsi que les abondances relatives des différentes catégories taxonomiques de bioagresseurs et auxiliaires observés durant la période d'échantillonnage. Pour rappel, le suivi de ces catégories sous serre a concerné des observations directes sur les feuilles de tomate ainsi que les captures par piégeage à l'aide des plaques jaunes engluées.

En second lieu, des indices écologiques de structure sont utilisés tel l'indice de diversité de Shannon (H).

#### **2.5.1.1. Utilisation de la richesse totale**

La richesse spécifique d'un peuplement (S) est le nombre des espèces qui le constituent (**Barbault, 2003**). Dans le cadre de la présente étude la richesse totale est calculée pour l'entomofaune associée capturée dans les pièges jaunes.

### 3.5.1.2. Emploi de l'abondance relative (A.R%)

L'abondance relative est égale à :

$$AR \% = n_i / N \times 100$$

$n_i$  est le nombre d'individus de l'espèce  $i$ .

$N$  est le nombre total des individus de toutes espèces confondues.

### 2.5.1.3. Indice de diversité Shannon-Weaver

Selon **Blondel et al. (1973)**, l'indice de la diversité de Shannon-Weaver est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité. Cet indice est calculé selon la formule suivante:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

$H'$ : Indice de diversité de Shannon-Weaver exprimé en bits

$p_i$ : Probabilité de rencontrer l'espèce  $i$  obtenue par l'équation suivante :  $p_i = n_i / N$

$n_i$ : Nombre des individus de l'espèce  $i$

$N$ : Nombre total des individus de toutes les espèces échantillonnées soit dans les pots pièges ou dans les assiettes jaunes.

### 2.5.1.4. Indice d'équitabilité

Selon **Weesie et Belemsobgo (1997)**, l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition correspond au rapport de la diversité observée ( $H'$ ) à la diversité maximale ( $H'_{max}$ ).

$$E = H' / H'_{max}$$

$E$ : Indice d'équitabilité

$H'$ : Indice de diversité de Shannon-Weaver en bits

$H'_{max}$ : Diversité maximale en bits, donnée par la formule suivante :

$H' \text{ max.} = \text{Log } 2 S$

S: Richesse totale exprimée en nombre d'espèces.

### 2.5.2. Exploitation des résultats par des méthodes statistiques

L'analyse des données a été faite à l'aide du logiciel Past version 7.1. Les variables étudiées ont d'abord été soumises à une analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA). L'objectif de L'Anova est de savoir si les traitements appliqués produisent des effets significatifs ou non sur les variables numériques mesurés. Les analyses de la variance ont été complétées par la comparaison des moyennes si le test de L'ANOVA est significatif, l'étude est complétée par le test de la plus petite différence significative (LSD) de Student.

Les moyennes d'abondance des taxons rencontrés sur le feuillage ou sur les plaques jaunes ont été évaluées. Un nombre de 7 feuilles a été prélevé de chaque bloc (témoin, bloc compost, bloc Algamar et bloc engrais chimique). Le nombre moyen de taxons observés par feuille ainsi que les surfaces foliaires moyennes ont été calculées sur excel. Lorsque les moyennes ne sont pas significativement différentes au seuil 5 %, elles sont suivies de la même lettre alphabétique sur les graphiques.

Pour évaluer l'effet des traitements en fertilisants testés sur la disponibilité et l'abondance des ravageurs et auxiliaires rencontrés, nous avons utilisé une analyse en composantes principales (ACP). L'ACP est une analyse factorielle, en ce sens qu'elle produit des facteurs (ou axes principaux) qui sont des combinaisons linéaires des variables initiales, hiérarchisées et indépendantes les unes des autres. On appelle parfois ces facteurs des « dimensions latentes », du fait qu'ils sont « l'expression de processus généraux dirigeant la répartition de plusieurs phénomènes qui se retrouvent ainsi corrélés entre eux » (**Béguin et Pumain, 2000**). L'Analyse en Composantes Principales utilise une matrice indiquant le degré de similarité entre les variables pour calculer des matrices permettant la projection des variables dans un plan spatial. Il est commun d'utiliser comme indice de similarité le coefficient de corrélation de Pearson, ou la covariance. La

représentation des variables dans l'espace des  $k$  facteurs permet d'interpréter visuellement les corrélations entre les variables d'une part, et entre les variables et les facteurs d'autre part ([www.xlstat.com](http://www.xlstat.com)). Dans notre cas, les variables sont les données des différentes abondances et les facteurs les fertilisants utilisés et le témoin sans aucun traitement. Le traitement des données est réalisé grâce aux logiciels Excel et PAST (vers. 9.1).

## **Chapitre 3: Résultats et discussion**

### 3.1. Analyse des données d'observations personnelles

Les résultats des observations et des captures de l'entomofaune de la tomate variété « Alexandra » cultivée sous serre, au niveau de la station expérimentale du département des Biotechnologies (Université de Blida1), ont été obtenus à travers un seul relevé à l'aide des pièges englués jaunes réalisé le 11.03.2020, et deux relevés des observations directes du feuillage effectués le 02 03/2020 et le 09/03/2020. Les différentes données d'observations sont exploités à l'aide des indices écologiques de composition et de structure et par une analyse en composantes principales (ACP).

#### 3.1.1. Inventaire global de l'entomofaune de la tomate sous serre

Les principaux taxons inventoriés durant la période d'étude allant du 02.03.2020 au 11.03.2020 sont indiqués dans le tableau 2.

**Tableau 2: Inventaire global des arthropodes rencontrés durant la période du 2 mars au 11 mars 2020, (ind : famille indéterminée)**

Classe	Ordre	Famille
Insecta	Thysanoptera	Thripidae
	Hemiptera	Aleyrodidae
		Aphididae
	Coleoptera	Coleoptera ind.
		Coccinellidae
Lepidoptera	Gelechiidae	
Arachnida	Acari	Tetranychidae
	Araneae	Areneae F.ind.

Les arthropodes rencontrés sur le feuillage et capturés par piégeage entre le 2 mars et le 11 mars, sont représentés par deux classes. La classe des insectes et la classe des Arachnida. La classe des Insecta est dominante et compte 4 ordres Thysanoptera, Hemiptera, Coleoptera et Lepidoptera (tab. 2). Les familles les plus représentées sont les Thripidae, les Aphidae et les Gelichiidae avec l'espèce *Tuta absoluta*. La classe des Arachnida compte des prédateurs Araneae et une seule famille les Tetranychidae.

### 3.1.2. Abondances relatives sur le feuillage et à travers les captures par piégeage

#### 3.1.2.1. Abondances relatives globales sur le feuillage

Le nombre total d'individus observés sur les feuilles prélevées au niveau de la serre durant la durée de l'échantillonnage entre le 02.03. et le 09.03.2020 est de l'ordre de 348 individus répartis entre 4 espèces appartenant à 4 ordres. L'ordre des hémiptères (pucerons) domine avec une abondance relative de 75.75% suivi par l'ordre des lépidoptères avec 10% et des hémiptères (aleurodes) avec 2%. Les arachnides sont également faiblement représentés 3.25%.

#### 3.1.2.2. Abondances relatives spécifiques dans les blocs de traitements

Les données d'abondances relatives des principales espèces rencontrées sur le feuillage selon les apports en fertilisants sont consignées dans le tableau 3 et sont représentées dans la figure

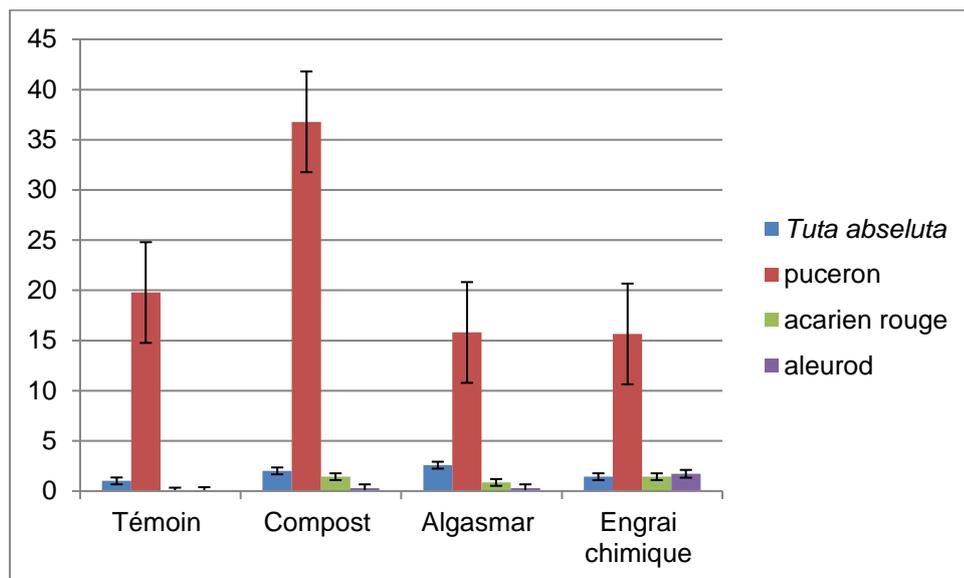
**Tableau 3: Valeurs des abondances relatives des arthropodes observés sur le feuillage de tomate sous serre sous l'effet des fertilisants.**

Traitement/ Espèce	Témoin		Compost			Algamar	Engrais chimique	
	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%
<i>Tuta absoluta</i>	6	1,01	7	2,01	9	2,58	5	1,43
Pucerons	69	19,78	128	36,78	55	15,8	51	15,65
Acarien rouge	0	0	5	1,43	3	0,86	5	1,43
Aleurodes	0	0	1	0,28	1	0,28	6	1,72

Toutes les abondances relatives des taxons rencontrés dépassent celles du témoin. L'abondance relative la plus élevée concerne celle des pucerons quelque soit le traitement en fertilisant réalisé. Les valeurs d'abondance relative des autres taxons sont très faibles et sont comprises dans un intervalle qui varie de 0,28% chez les

aleurodes sous l'apport de compost à 2,58% chez la mineuse de la tomate sous l'effet de l'apport en engrais chimique.

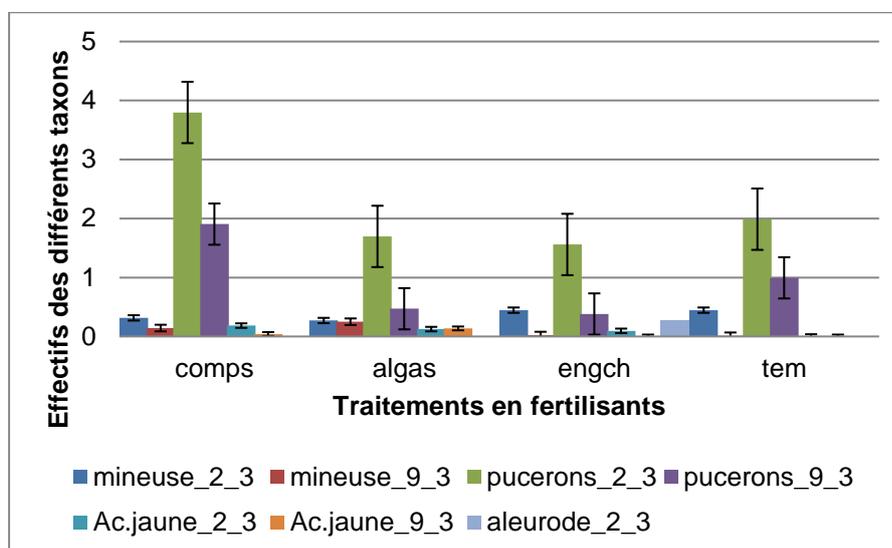
En comparant avec le témoin, l'apport du compost en particulier induit une augmentation des pucerons, alors que des abondances similaires sont notées pour les apports de l'extrait liquide d'algue et l'engrais chimique, d'après nos observations (Tab. 3 et figure 22).



**Figure22 : Abondances relatives des espèces obtenues sur les feuilles de tomate par rapport aux traitements réalisés.**

Si on se réfère à la figure 23, on peut constater que les effectifs moyens sont très faibles ne dépassant pas 0,5 individu par foliole, sauf pour les pucerons dont l'effectif moyen a atteint 4 individus par feuille. En comparaison avec le témoin, le compost a favorisé une augmentation des colonies de pucerons sur le feuillage contrairement à l'Algasmars et l'engrais NPK qui ont entraîné une réduction des densités aphidiennes comme pour les autres phytophages (mineuse et acarien jaune) dans l'intervalle temporel compris entre le 2 mars et le 9 mars 2020. Les aleurodes présentent un effectif moyen négligeable de l'ordre de 0,27 individu observé sur le feuillage des plants de tomate avec l'apport de l'engrais conventionnel.

Au sein d'un même traitement, en plus du témoin, les densités diminuent d'un phytophage à un autre et de la 1<sup>e</sup> date d'observation (2 mars) à la 2<sup>e</sup> date d'observation (9 mars) (fig. 23).



**Figure 23. Effet des traitements en fertilisants sur les abondances des phytophages sur le feuillage (période du 2 au 9 mars 2020).**

### 3.1.2.3. Abondances relatives globales observées à travers les captures par piégeage

Durant la période du 04 mars au 11 mars 2020, le nombre total d'individus capturés par les pièges englués dans la serre de tomate a été de 83 individus répartis en 6 ordres, 8 familles et 8 espèces (tab.4).

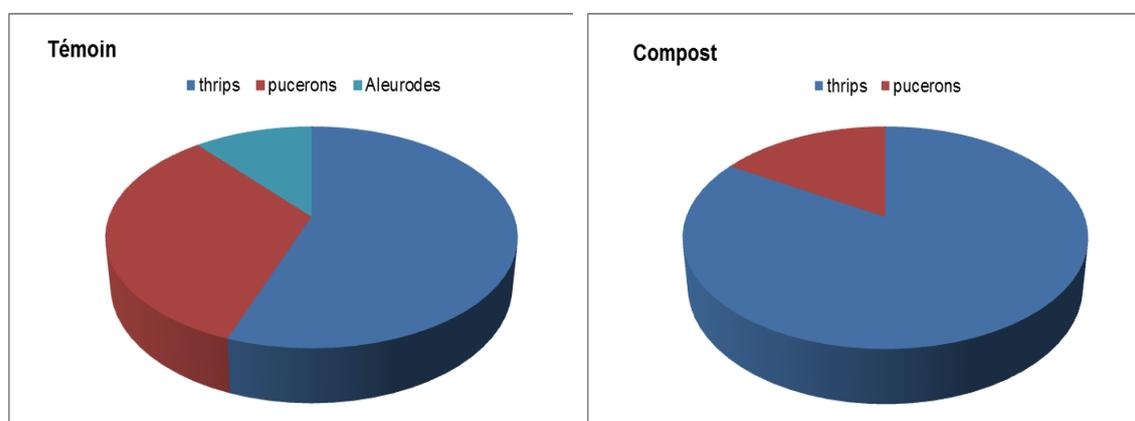
**Tableau 4 : Abondances relatives des arthropodes capturés dans la serre de Tomate en fonction des traitements appliqués.**

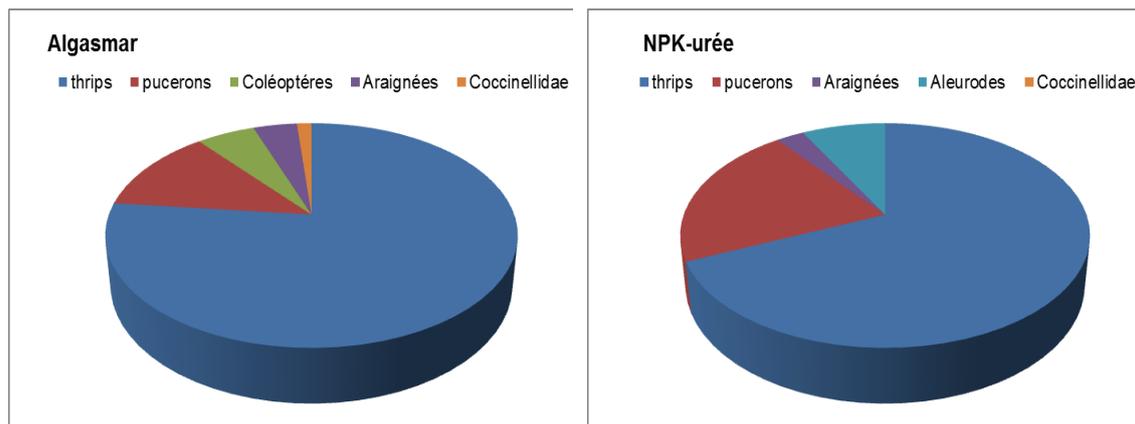
Traitement/ ordre	Témoin		Compost		Algamar		Engrais chimique	
	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%	Ni	AR%
Thysanoptera	20	10,52	41	21,57	56	29,47	26	13,68
Homoptera	16	8,42	8	4,21	9	4,73	8	4,21
Coleoptera	0	0	0	0	5	2,63	0	0
Araneae	0	0	0	0	3	1,57	1	0,5

L'ordre le plus important est celui des Thysanoptera avec 56 individus (29,47%) sous l'effet du traitement avec l'Algasmar. Les Homoptera présentent un effectif de 16 individus soit une abondance relative de 8,42% au niveau du bloc témoin. L'ordre des Coleoptera suit avec une abondance relative de 2,63 % et les Araignées avec 3 individus (1,57 %) au niveau du traitement à base d'extrait d'algues.

#### 3.1.2.4. Abondances des taxons rencontrés sous serre par piégeage selon la fertilisation réalisée (du 2 au 11 mars 2020)

Les seules captures de l'entomofaune identifiées par l'intermédiaire des pièges jaunes à la date du 11 mars ont mis en évidence la présence d'une communauté mixte comprenant des phytophages tels que les thrips, les pucerons et les aleurodes ainsi qu'un groupe de prédateurs polyphages dont les araignées et des coleoptères coccinellidae. L'apport de compost, de l'Algasmar ainsi que de l'engrais conventionnel montre la favorisation des thrips et une diminution des pucerons par rapport au témoin. L'Algasmar et le NPK urée ont favorisé la disponibilité des araignées (fig. 24).



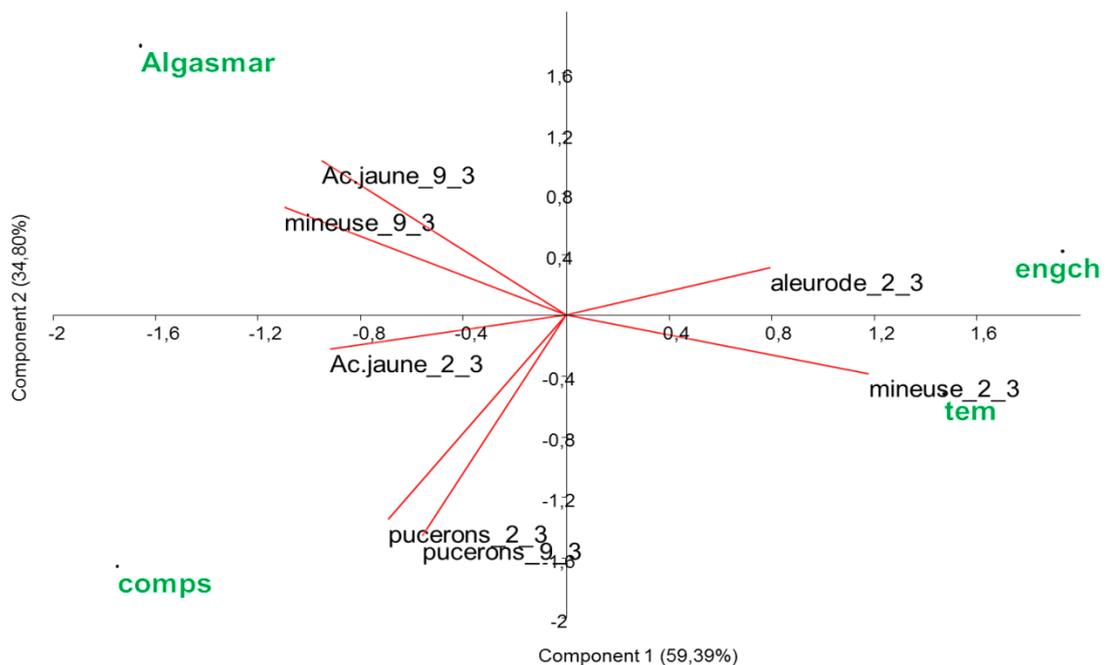


**Figure 24. Variation des abondances des taxons rencontrés à travers les captures par pièges englués selon la fertilisation réalisée (du 2 au 11 mars 2020)**

### **3.1.3. Analyse de la répartition de l'entomofaune de la tomate sur le feuillage sous serre**

Nous avons analysé à travers une analyse en composantes principales, la corrélation entre les fertilisants utilisés en comparaison avec le témoin non traité et la variabilité des abondances moyennes de tous les taxons rencontrés sur le feuillage.

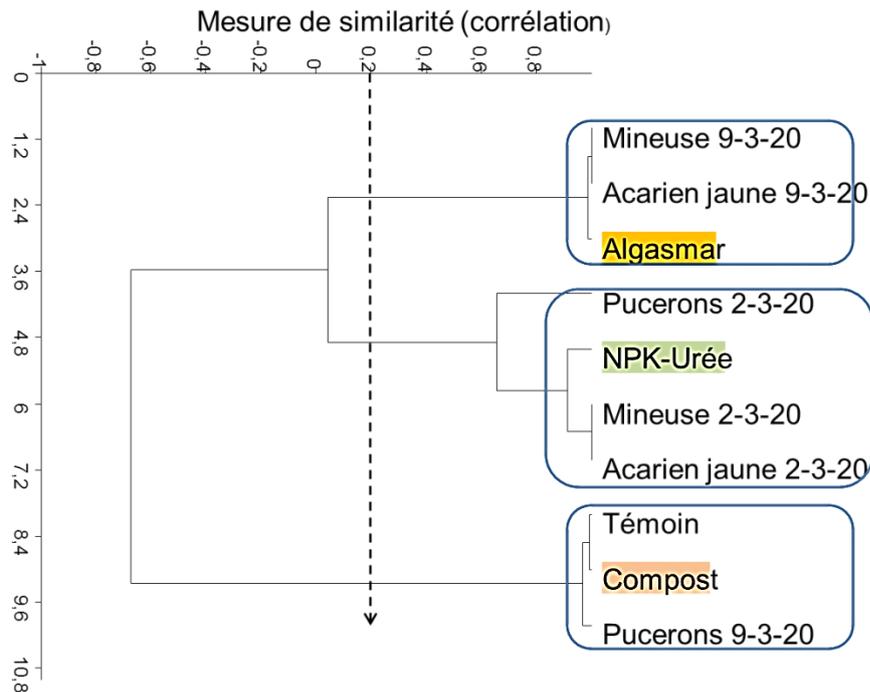
L'analyse en composantes principales montre une répartition différente des abondances en fonction du fertilisant utilisé. A la date du 9 mars, le nombre d'acariens jaunes et de larves de la mineuse de la tomate est corrélé avec l'apport du fertilisant Algasmar, du côté positif de l'axe F2 de l'ACP. Du côté opposé de l'ACP2, les densités des pucerons sont corrélées plus à l'apport de compost. Les faibles projections des vecteurs des variables d'abondance de la mineuse, acarien jaune et aleurode sont corrélées à l'apport de l'engrais conventionnel (NPK) et au témoin non traité.



**Figure 25. Projection des variables des traitements en fertilisants et des abondances moyennes des insectes rencontrés sur le feuillage de la tomate, sur le plan F1x2 de l'ACP.**

Une classification hiérarchique (Past vers. 9.1) a été réalisée en prenant comme mesure de similitude la corrélation entre les variables d'abondance et les facteurs traitements. Le dendrogramme de la CAH sur la base d'une distance de corrélation de 0,2, révèle 3 groupes (fig. 26).

Le 1<sup>er</sup> groupe (Algasmar-abondances) est représenté par les abondances de l'acarien jaune et de la mineuse au 9 mars 2020 qui sont restées similaires à celles observées au 2 mars. Le 2<sup>e</sup> groupe concerne l'effet de l'engrais NPK sur les pucerons, la mineuse et l'acarien jaune qui ont manifesté une disponibilité plus apparente sur le feuillage à la date du 2 mars. Le 3<sup>e</sup> groupe met en relation l'effet négatif du compost sur les pucerons au 9 mars 2020 en comparaison avec le témoin où on constate une diminution de la présence des pucerons sur le feuillage de tomate.



**Figure 26. Dendrogramme représentant les groupes des variables corrélées (abondances taxonomiques-fertilisants).**

### 3.2. Analyse des résultats des travaux de littérature

Plusieurs études ont mis en évidence les effets des pratiques culturales sur les ravageurs de la tomate, dans le cadre d'une meilleure maîtrise des stratégies de gestion durable des bioagresseurs.

Les travaux consultés sur les pratiques culturales mises en œuvre sur les cultures de tomate révèlent une diversité de modes de conduites des cultures adoptés par les producteurs. Généralement, les plantations précoces de tomate sous chapelle nécessitent souvent de nombreux traitements contre les bioagresseurs et un entretien fréquent des plants.

#### 3.2.1. Influence des pratiques culturales sur les ravageurs et les auxiliaires

Différents modes de conduite des pratiques culturales influencent les ravageurs et leurs auxiliaires.

L'étude menée par Diatte et *al* (2016) et portant sur l'influence des pratiques culturales sur les attaques de deux ravageurs de la tomate de 2012 à 2014 dans les

Niayes au Sénégal, montre que le type de préparation du sol influe sur les infestations de *T. absoluta* et que les attaques de *H. armigera* varient en fonction du type d'irrigation.

Son et *al.* (2018), ont étudié l'effet de la diversification des plantes sur l'abondance des ravageurs et le rendement des tomates dans deux systèmes de culture au Burkina Faso. Les essais de lutte antiparasitaire intégrée fondés sur la culture de tomates en association avec le basilic, l'ail ou l'oignon ont été comparés aux pratiques habituelles des producteurs en plein champs. Selon ces auteurs, l'association tomate-oignon assurait à la fois la meilleure protection des fruits et le rendement le plus élevé (3kg /m<sup>2</sup>) par rapport aux pratiques paysannes et autres pratiques de lutte intégrée.

La dynamique de la macrofaune du sol en culture d'oignon a été étudiée huit semaines après le repiquage des plants, sous l'influence des différentes pratiques agricoles appliquées. Les traitements avec apport de fumure organique ont connu une macrofaune plus abondante en comparaison à ceux avec fumure minérale. A l'intérieur des traitements, les groupes de faune du sol ont réagi différemment face aux traitements appliqués, selon (Yonli et *al.*, 2016).

Pour Aviron et *al.*, (2013) , les abondances des punaises mirides du genre *Macrolophus* sp et *Dicyphus* sp. varient en serre de tomate selon la conduite des cultures, et les caractéristiques du paysage. Le pool de ravageurs aériens détectés selon ces auteurs est essentiellement composé d'aleurodes (adultes et puparium), de *Tuta absoluta* puis, dans une moindre mesure, de pucerons et d'acariens tétranyques. Ces ravageurs sont des proies potentielles des punaises mirides.

Durant notre suivi très court sur l'étude de la dynamique des abondances des ravageurs et auxiliaires sous serre, nous avons observé d'une part plus de pucerons, et de thrips, et des dégâts dus à la mineuse de la tomate d'autre part, que des aleurodes et des acariens tetranychidae. Une très faible proportion de parasitoïdes notamment des pucerons momifiés a été notée sous serre, alors qu'aucun traitement phytosanitaire n'avait été réalisé. Les araignées, prédateurs polyphages ont été capturées avec un très faible nombre également.

### 3.2.2. Effet des fertilisants organiques sur la production de la tomate

La tomate apprécie les sols humifères, très riches en nutriments et se réchauffant rapidement. Très gourmande, elle requiert une fertilisation soutenue, avant sa mise en place et tout au long de sa culture.

On parle d'arrière effet lorsque la mise en culture sur une parcelle a reçu un amendement organique lors de la culture précédente. Dans ce contexte, Diallo et al., (2018) rapportent que l'arrière-effet des matières organiques et la fertilisation minérale ont stimulé significativement le nombre de feuilles, le diamètre au collet, la surface foliaire et la croissance en hauteur de la tomate (de la variété F1 Mongol). Une différence significative a été observée entre l'apport d'engrais minéral et les autres traitements (sans fertilisant, engrais minéral, litière de la Fabaceae *Faidherbia albida*, litière de la Casuarinaceae *Casuarina equisetifolia*, mélange à 50 % des litières de *F. albida* et *C. equisetifolia*, et compost). Les doses de 5 t/ha ont été appliquées à la dose recommandée de 1200 kg/ha.

D'après nos observations au 2 et 9 mars 2020, en comparaison avec les plants non fertilisés, l'engrais NPK et l'apport du compost semblent induire un meilleur développement foliaire par rapport à l'extrait liquide d'algues Algamar. Les valeurs des surfaces foliaires sont comprises dans l'intervalle 29,27 cm<sup>2</sup> et 37,28 cm<sup>2</sup>, mais la différence n'est pas significative, ( $p= 0,98$ , One way Anova)

**Diaité et al., (2020)** ont étudié l'effet de l'application de différents fertilisants organiques (fumier de vache, litières de la Zygophyllaceae *Balanites aegyptiaca* (dattier du désert), la Capparaceae *Boscia senegalensis* et l'Anacardiaceae *Sclerocarya birrea*) sur les paramètres de croissance et de rendement de la tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en conditions semi-contrôlées. Après 60 jours de croissance, les résultats obtenus par ces auteurs ont montré que les effets sur la croissance de la tomate varient en fonction de la dose et de la qualité de la matière organique apportée. Les litières de *B. senegalensis* appliquées seules ou en combinaison avec le fumier et la litière *B. aegyptiaca* utilisée seule ont amélioré significativement la hauteur, la surface foliaire, la biomasse sèche aérienne et la

couleur du feuillage de la tomate aux doses de 0,5% et 0,8%. Les meilleurs effets ont été induits par la plus forte dose (0,8%) de *B. senegalensis*. Le fumier n'a montré aucun effet sur les paramètres de croissance de la tomate par rapport au témoin sans fertilisant.

### 3.2.2.1. Revue de l'effet du compost sur la croissance végétative et le rendement des cultures maraichères en général et de la tomate en particulier

Les composts constituent de bons engrais qui permettent une augmentation des récoltes des plantes cultivées, et améliorent les propriétés physicochimiques du sol. Différentes études portant sur la valorisation agronomique du compost et de ses extraits sur la culture de la tomate ont été entreprises.

Comme alternative à l'utilisation abusive de l'engrais minéral, Ngom *et al.*, (2017) ont évalué la valeur agronomique du compost fabriqué à base des feuilles de neem et d'anacarde, de fiente de volaille et de la cendre de bois. Le compost obtenu présente un rapport C/N de 15,49 et des teneurs en N-P-K de 9,1, 14,8 et 7,3 mg/kg, respectivement. La dose de 30 t/ha a induit les meilleurs rendements pour la tomate et l'oignon. Tandis que les doses de 20 t/ha pour le poivron et de 10 t/ha pour le chou et la pomme de terre ont permis d'obtenir les meilleurs rendements.

Les performances du compost obtenu à partir de *Casuarina equisetifolia* ont été évaluées sur des cultures maraichères (laitue, oignon et navet) à 3 doses respectives 10 tonnes, 20 tonnes et 30 tonnes à l'hectare, et comparées avec un témoin (**Touré *et al.*, 2018**). La qualité du compost obtenu a été appréciable avec un pH variable entre 6,63 et 7,76, un rapport carbone/azote compris entre 18,89 et 22,69 et des teneurs en phosphore comprises entre 0,11 et 0,24 %. A partir de la dose de 20 t/ha, les rendements obtenus avec le compost ont été tous significativement supérieurs aux témoins pour toutes les spéculations.

L'étude menée par **Mouria *et al.*, (2010)** portant sur la valorisation agronomique du compost et de ses extraits sur la culture de la tomate, a montré que le compost d'ordures ménagères et de ses extraits aqueux appliqués en fertigation ou en pulvérisation foliaire a eu un effet considérable sur les paramètres de rendement qui ont augmenté à des taux fluctuant entre zéro et 22 par rapport au témoin. La

variabilité de la durée d'extraction, du mode d'application et de la concentration des extraits de compost influence en particulier le rendement commercialisable qui a augmenté de plus de 160% dans le cas de la fertigation.

### 3.2.2.2. Eléments de synthèse sur l'effet des extraits d'algues sur la croissance végétative et le rendement des cultures maraichères

**Groga et al.**, (2018) ont comparé la qualité fertilisante de l'algue verte (*Azolla caroliniana*), du compost et du NPK sur la croissance végétative et le rendement la tomate dans la zone de Daloa (Côte d'Ivoire). Les données sont collectées. Les traitements sur le cycle végétatif de la culture ont été comparés suivants les paramètres végétatifs et le rendement. Hormis les traitements à base de NPK avaient reçus 200 kg/ha pour NPK et 100 kg/ha pour l'urée, les traitements sont fertilisés à la même dose de fumier (30 t/ha). Les résultats indiquent le rendement a été important avec l'*Azolla caroliniana* (26,13 ± 0,86 t/ha de tomate) pour une densité de 37500 plants/ha, ce qui permet d'accroître la productivité de la culture de tomate.

Au Maroc, les extraits liquides d'algues (ELAs) produits à partir de *Cystoseira gibraltaria*, *Bifurcaria bifurcata* et *Fucus spiralis* ont été testés en tant que biostimulants sur la germination et la croissance de la tomate (*Solanum lycopersicum*) et du poivron (*Capsicum annuum*) in-vitro aux concentrations (0,5, 1 et 2%), (Baroud et al. 2017). Les graines traitées avec les ELAs des trois algues à de faibles concentrations (0.5%) ont montré une germination légèrement élevée, alors qu'elle est moins importante pour les plus fortes est retardée par rapport au témoin sauf pour l'algue *Fucus spiralis* qui favorise la germination à la concentration 2 % pour les deux cultures tomate et poivron. Des résultats similaires ont été obtenus pour la longueur des racines.

Lorsque l'extrait micronisé de l'algue *Lithothamnium* sp est appliqué en pulvérisation foliaire, l'enracinement, la croissance et le rendement sont améliorés et les concentrations d'acides aminés, de sucres et de protéines des plants de tomates augmentent. Ainsi, les résultats ont présenté une nouvelle utilisation de *Lithothamnium* sp. par laquelle les dépôts d'algues calcaires ont fourni un acide

humique hautement actif pour une utilisation comme biostimulant végétal (**Amatucci et al., (2020)**).

**Abidi et al.** (2016), affirment l'effet bénéfique du bio fertilisant Algasmar sur les paramètres de qualités technologiques et nutritionnels de deux variétés de tomate .La tomate maraichère (Saint-Pierre ) et industrielle (Rio grande ). Ces mêmes auteurs ont mis en évidence en 2017 l'effet d'un biofertilisant à base d'extraits d'algues marines brunes appliqués aux doses 25%, 50%, 75%, 100% sur la culture de tomate par application foliaire, radiculaire et foliaire-radiculaire. Ces auteurs ont obtenu des taux de Brix de l'ordre de 5,70% et 5,93% avec les doses de 100% (3mL/L) et de 75% (2,5mL/L) appliquées au niveau foliaire-radiculaire

Les algues Phaeophyceae (algues brunes) donnent de meilleurs résultats que les Chlorophyceae (vert) et les Rhodophyceae (rouge) selon **Sasireka et al., (2016)**,

### **3.2.3. Effet des extraits d'algues et du compost sur les bioagresseurs de cultures**

Les extraits de plantes et les biostimulateurs à base de plantes peuvent avoir des utilisations potentielles pour la lutte contre les maladies et les parasites dans la culture de la pomme de terre et de la tomate en Afrique. D'après **Mulugeta et al., (2020)**, il existe plusieurs exemples d'utilisation réussie de plantes pour la lutte contre les agents pathogènes et les parasites qui sont pertinents pour les différentes conditions climatiques africaines. Or, la plupart de ces études ont été menées in vitro et manquent souvent de vérification sur le terrain. Les extraits de plantes sont peu étudiés et utilisés en Afrique par rapport à l'Amérique du Nord et à l'Europe. Le manque de connaissances sur la composition et les ingrédients actifs des extraits, les préoccupations environnementales, les incertitudes concernant la stabilité et la formulation, l'absence de législation et le soutien limité des gouvernements, entravent le développement des extraits de plantes et des biostimulateurs à base de plantes pour une utilisation dans l'agriculture africaine durable.

Des études, in vitro et in vivo, ont été effectuées pour déterminer l'effet suppressif de cinq extraits de compost, formés de diverses combinaisons de fumiers d'animaux

composté [fumier de volailles (FV), fumier ovin (FO), fumier bovin (FB) et fumier d'équidés (FE)], sur le nématode à galles, *Meloidogyne incognita*, et l'effet sur la croissance de la tomate (Kerkeni et al., 2007). In vitro, l'incubation de masses d'œufs dans les extraits de compost dilués à 10% a montré une activité nématocide vis-à-vis des œufs de *M. incognita*.

Le compost à base de (50% FB + 25% FO + 25% FV) et le compost à base de (40% FB + 40% FO + 20% FV reste de cultures légumières) ont eu un effet significatif sur la diminution du pourcentage d'éclosion des juvéniles du nématode. In vivo, des plants de tomate, cultivés dans des pots sur de la perlite stérilisée, ont été inoculés avec 750 œufs de *M. incognita* et irrigués tous les 10 jours par les extraits des différents composts. Les extraits de composts (25%FB + 25%FO + 25%FV + 23,5% FE +1,5% phosphate naturel) ont eu un effet significatif sur la réduction de l'indice de galles ainsi que sur le pourcentage des racines infestées par plant. Le taux de multiplication du nématode a été significativement réduit par rapport au témoin non traité. Par ailleurs, l'irrigation des plants de tomate avec les extraits de compost a amélioré la croissance des plants de tomate.

**Chaichi et Djazouli (2017)** ont étudié l'effet du thé de vermicompost et d'algues marines sur la capacité de réduction des infestations du puceron noir de la fève *Aphis fabae*. L'apport des différents biofertilisants a engendré selon ces auteurs différents états d'expression phytochimique chez la fève et ont produit différents niveaux d'installation des populations d'*Aphis fabae*, ayant eu pour conséquence une amélioration du fonctionnement physiologique de *Vicia faba* et une réduction de la sévérité des attaques d'*Aphis fabae*.

Dans le travail de Mohamadi et al., (2016), les effets du vermicompost (20, 40 et 60 %) et de l'engrais humique (2, 4 et 6 g/kg de sol) ont été étudiés sur les traits de vie de *T. absoluta* sur des plants de tomates, dans une chambre de croissance. Les taux de reproduction, étaient inférieurs à ceux du témoin. Les valeurs les plus faibles de ce paramètre ont été obtenues avec 2 g/kg d'engrais humique et 40% de lombricompost, ce qui a permis de réduire les populations de *T. absoluta* dans les cultures de tomates. L'application de lombricompost solide à 60% dans le milieu de culture de la tomate a induit un plus petit nombre d'œufs par feuille et une plus

grande mortalité aux stades larvaires de la mineuse de la tomate (**Peimani Foroushani et al ., 2017**).

Le mélange d'extraits de la Fabaceae *Sophora flavescens* Aiton et d'algues brunes (« Boundary »), a été testé pour le contrôle de la mineuse de feuilles *Tuta absoluta* (Meyrick) sur la tomate et de l'araignée rouge *Tetranychus urticae* Koch sur l'aubergine (**Sannino et al , 2015**). Ce mélange a été testé pour étudier les effets secondaires sur le prédateur d'aleurodes *Macrolophus pygmaeus* (Kambur) sur la tomate et sur les prédateurs de thrips *Orius laevigatus* (Fieber) et *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot sur poivron, dans des serres froides du sud de l'Italie. Les taux de contrôle de *T. absoluta* étaient modérés (40 à 70 %) au niveau des récoltes d'automne, mais très élevés et comparables à ceux du benzoate d'émamectine dans les cultures de printemps (96 à 100 %). Au taux d'application testé et à la densité de population des prédateurs, « Boundary » était sans danger pour *O. laevigatus* et *A. swirskii*.

Le travail de thèse de **Royer (2013)** a porté sur l'étude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources d'azote chez la tomate avec ou sans bioagresseurs

Ce travail a pour objectif d'étudier le compromis entre croissance et défense (métabolisme primaire vs. secondaire) dans les tissus de la plante saine ou attaquée par différents bioagresseurs, dont *Tuta absoluta* sous différentes conditions de disponibilité en ressources. Les ratios C/N des tissus, les concentrations en glucides simples et en amidon ainsi que les concentrations en composés de défense (acide chlorogénique , rutine, kaempferol-rutinoside et tomatine) dans différents organes de tomate en culture hydroponique en serre ou phytotron ont été mesurés. Les résultats de **Royer (2013)** ont montré que les variations des ratios C/N total sont positivement corrélées à celles des composés de défense quelle que soit leur composition en azote et carbone. De plus, une faible disponibilité en azote altère le développement de *T. absoluta* mais favorise le développement de *Botrytis cinerea*. Ainsi, le ratio C/N selon Royer (2013) est un indicateur fiable du compromis croissance/défense dans le cas d'une plante saine. Dans le cas d'une plante

attaquée, la répartition des ressources entre les différents métabolites varie en fonction du bioagresseur.

## Conclusion générale

---

### Conclusion générale

A l'issue de ce travail préliminaire, les résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

Du point de vue de la disponibilité des ravageurs sous l'effet des fertilisants utilisés en comparaison avec le témoin non traité, les pucerons sont les plus abondants par rapport aux autres ravageurs rencontrés sous serre sur la tomate de la variété Alexandra F1, comme la mineuse de la tomate, les thrips et les aleurodes. L'apport du compost semble avoir un effet sur l'augmentation des pucerons.

Les densités observées au niveau des plants avec les apports en extrait d'algue Algamar mais aussi avec l'engrais conventionnel sont très faibles et semblent avoir diminué sur un intervalle de 7 jours, d'après nos observations.

Notre étude est certes incomplète à ce stade, en raison entre autres de la situation sanitaire due à la pandémie du Covid-19 où les mesures sanitaires, de confinement et de déplacement ne nous ont pas permis de mener ce travail selon nos objectifs.

Divers travaux mettent en exergue, les effets bénéfiques des fertilisants biologiques à base de composts et d'extraits d'algues. La discussion analytique, encore préliminaire montrent globalement que ces ressources naturelles stimulent de meilleures croissances et une augmentation des rendements des cultures maraichères en général et de la tomate en particulier. Cependant, si secondairement, ces substances biologiques jouent le rôle d'éliciteurs de métabolites de défense de la plante contre les bioagresseurs, il reste que les réponses des espèces varient d'un bioagresseur à un autre.

Comme perspectives à ce travail, il est pertinent de poursuivre les objectifs assignés en testant différentes combinaisons de fertilisation biologique en plus de traitements phytosanitaires à base de produits sélectifs, notamment pour évaluer la potentialité de leur utilisation en protection intégrée de la tomate en particulier.

## **Références Bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

1	Anonyme., 1995 -Guide pratique de la culture de tomate sous serres. Ed, Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industriel (I.T.C.M.I.), Staoueli, Algérie, 20p.
2	ANONYME., 1999 –Fiche technique : Tomate sous serre, Ed IAVH II, Rabat (Moroco), n°57,4p.
3	Anonyme 2010, ministère d’agriculture et de développement durable
4	Anonyme., 2013- lutte biologique contre les ravageurs et maladie, Ed.fredon lorraine, 44p.
5	ABIDI L., SNOUSSI S.A. BRADEA M.S., 2016. Effet d’un biofertilisant sur la qualité technologique et nutritionnelle de deux variétés de tomate cultivées sous serre. Rev.Agribiologia, vol 6(1), pp : 101-105.
6	AUBERTOT JN, CARPENTIER A, GRIL JJ, et <i>al.</i> Pesticides, agriculture et environnement : réduire l’utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Expertise collective INRA-Cemagref, 2005.
7	AVIRON, S. et LEFÈVRE, A. 2013Hétérogénéité de la colonisation des tomates sous abri par les auxiliaires indigènes: rôle de la conduite des cultures et de leur environnement paysager. <a href="http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volume-32-Novembre-2013">http://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volume-32-Novembre-2013</a> , 351-363
8	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.
9	BENTON J.J., 1999: Tomate plante culture: In the field, Greenhouse and Home garden. By CRC press LLC. P183.

## Références bibliographiques

10	BENARD C., 2009. Effects of low Nitrogen supply on tomato ( <i>solanum lycopersicum</i> ) Fruit yield and quality with special Emphasis on sugars, Acid ascorbate, Carotenoids and phenolic compounds. <i>Journal of agricultural and food chemistry</i> 57(10): 4112-4123
11	BAI and Lindhout, 2007 Bai Y. et Lindhout P., 2007. Domestication and breeding of tomatoes : What have we gained and what can we gained in the Future? <i>Ann. Bot.</i> 100: 1085-1094.
12	BEGUIN M., PUMAIN D., 2000 (2e ed.), <i>La représentation des données géographiques, statistique et cartographie</i> , Paris, Armand Colin.
13	Brun-Zaoui., 2010. Bureau d'étude Agro-challenge (brunzaoui@menara.ma), Fertilisation tomate, raisonnement de la fertilisation. <i>Agriculture du Maghreb</i> 47:138-140.
14	BLANCHARD K. et LIMACHE H., 2005 - <i>Les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN)</i> . Ed ENSAR, 9p.
15	BOOTH, E., 1965. The manorial value of seaweed. <i>Botanica Marina.</i> , 8: 138-143.
16	BOKIL, K.K., V.C. MEHTA AND D.S. DATAR, 1974. Other groups of algae, seaweed liquid fertilizer can be applied to various crop plant in order to enrich the nutrient content of the soil and intern to increase the growth and yield of cultivable plants.
17	BLANCARD D.1988- <i>maladies de la tomate (observer, identifier, lutter)</i> , Ed. INRA, Paris ,211p.
18	Calvert A., 1965 Calvert S., 1965 – Flower initiation and development in the tomato. Ed. N.A.A.S. <i>quartly. Rev.</i> ,70 , pp. 79 – 88.
19	CORBINEAU F. et CORE A., 2006 <i>Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules</i> . Ed .Tec et Doc. Lavoisier. 226p.
20	CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994. <i>Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses Potagères, légumes fruit</i> .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
21	CHAUX C. et FOURY C., 1994 - <i>Production légumière</i> . Ed Tech et Doc Lavoisier, T. 3,

## Références bibliographiques

	Paris,.563 p.
22	Chibane A., 1999 – Tomate sous serre, Bulletin : transfert de technologie en agriculture, n°57. Ed. P.N.T.T.A. Rabat, 4p.
23	Charles Kambale Valimunzigha 2006 Étude du comportement physiologique et agronomique de la tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en réponse à un stress hydrique précoce. Presses univ. de Louvain, 196 pages
24	CHAUX C., 1972-Production légumière, Ed.J.B, Baillière, Paris, 414p.
25	CHAUX C et FOURY C., 1994- production légumière, Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris, 563p.
26	Cindy Adolphe et al, 2007. Lutte biologique, biodiversité et écologie en protection des plantes. les dossiers d'Agropolis, 60 p
27	Chen J, The combined use of chemical and organic fertilizer for crop growth and soil fertility,International Workshop on Sustained Management of the SoilRhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use,Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University, Taiwan 2006,2p
28	CROUCH, I.J. and VAN STADEN J., 1993. Evidence for the presence of growth regulator in commercial seaweed product. Plant Growth Regulators, 13: 21-29.
29	CROUCH, I.J. and VAN STADEN J., 1993. Evidence for the presence of growth regulator in commercial seaweed product. Plant Growth Regulators, 13: 21-29.
30	CHAICHI Wissem et DJAZOULI Zahr-Eddine,2017. IMPACT DU THÉ DE VERMICOMPOST SUR LA QUALITÉ PHYTOCHIMIQUE DE LA FÈVE ET SUR LA RÉDUCTION DES POPULATIONS DU PUCERON NOIR DE LA FÈVE APHIS FABAE. Revue Agrobiologia (2017) 7(1): 247-262
31	DEMOULAIN G., LEYMERGIE C., 2009. Les algues, le trésor de la mer. Haute école de santé (heds), Filière Nutrition et diététique PP. 1-7

## Références bibliographiques

32	Deblay S et Charonnat C. Fertilisation et amendement ,EdEducagri, 2006, 42 p
33	Desvals, L et Prunedu, M. 2005- la protection biologique intégrée, La punaise prédatrice d'aleurodes (Nesidiocoris tenuis).Ed.Mc graw,8p
34	DOMINIQUE B, LATERROT H, MARCHOUX G, CANDRSSE T, 2009: les maladies de la tomate: identifier, connaitre, maitriser. éd: Quae, 690p.
35	Diatité B., 1, 2 Mariama Dalanda Diallo 1 Touroumgaye Goalbaye 3 Siré Diédhiou 4 Abdourahmane Diallo 2 Ramata Talla 5 Aliou Diop 5 Aliou Guissé, 2020 Effet de l'application de différentes doses de fertilisants organiques sur la croissance et le rendement de la tomate (Solanum lycopersicum)  Journal of Animal & Plant Sciences (J.Anim.Plant Sci. ISSN 2071-7024) Vol.44 (1) : 7553-7566 <a href="https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v44-1.2">https://doi.org/10.35759/JAnmPISci.v44-1.2</a>
36	Diatte, M., Brévault, T., Sall-Sy, D., & Diarra, K. (2016). Des pratiques culturelles influent sur les attaques de deux ravageurs de la tomate dans les Niayes au Sénégal. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 10(2), 681-693
37	DIALLO Mariama Dalanda, BALDÉ Maimouna , DIAITÉ Bakary , GOALBAYE Touroumgaye , DIOP Aliou et GUISSÉ Aliou ,2018 -ARRIÈRE-EFFET DE DIFFÉRENTS APPORTS DE FERTILISANTS SUR LES PARAMÈTRES DE CROISSANCE ET DE RENDEMENT DE LA TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L.). Revue Agrobiologia 8(2): 1078-1085
38	FAO, 2010 FAO, 2010. Actualité agricole en Méditerranée Ed. Ciheam, 33p.
39	FAO, 2014 Bases de données statistiques de l'organisation mondiale de l'agriculture, 30p.
40	GALLAIS A. et BANNEROT H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p

## Références bibliographiques

41	Guenauoui (Y.), Ghelamellah (A.), 2008 -- <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick) (Lepidoptera) (Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie premiers données sur sa biologie en fonction de la température. AFPP-8ème Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier SupAgro, France, 22-23 octobre 2008. ISBN 2-905550-17-1.
42	Gallais et Bannerot 1992 Gallais A. et Bannerot H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées objectifs et critères de sélection. Ed. INRA. Paris, 768p.
43	Gerst J.J. 1992. Les bâches aérées tiré de : Les plastiques en agriculture, Co-édition CPA et PHM- Revue horticole, France. P 359-378
44	GROGA Noel , DIOMANDE Massé, BEUGRE Grah Avit Maxwell , OUATTARA Yaya , AKAFFOU Doffou Selastique, 2018. J. Appl. Biosci. 2018 Étude de la qualité de la symbiose ( <i>Anabaena azollae</i> , <i>Azolla caroliniana</i> ), du compost et du NPK sur la croissance végétative et le rendement de la tomate à Daloa (Côte d'Ivoire) 13004 Journal of Applied Biosciences 129: 13004 -13014
45	HURTADO, AQ, YUNQUE, DA, TIBUBOS, K, CRITCHLEY., 2009. Use of Acadian marine plant extract powder from <i>Ascophyllum nodosum</i> in tissue culture of <i>Kappaphycus</i> varieties. J Appl Phycol 21 : pp. 633-639.
46	Huat J., 2008- Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de tomate de plein champ à Mayotte. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur à l'institut des Sciences et Industries du Vivants et de l'Environnement (Agro Paris Tech) Spécialité : Agronomie. 256p.
47	HEINZ, K. M., PARRELLA M. P ET NEWMAN. J. P., 1992 - Time-Efficient Use of Yellow Sticky Traps in Monitoring Insect Populations. J. Econ. Entomol., 85.pp (2263 – 2269).
48	ITCMI, 1995 - Guide pratique de la culture de tomate sous serres. Institut technique des cultures maraîchères et Industriels (ITCMI), Staoueli, 20 p.

## Références bibliographiques

49	Joussement, M Intérêt et limites de fertilisation organique en pépinière hors sol. Ed Astredhol, 2012,3p
50	Judd et al.,2002 Judd W S. et Cambell CS., A.K E., P S 2002. Botanique systématique une perspective phylogénétique, Paris. De Boeck Université. 467p.
51	KOLEV, 1976: Les cultures maraichères en Algérie. Légumes-Fruits Tome 1, pp 2-35.
52	Kitabala Misonga Alain <sup>1</sup> *Tshala Upite Joseph <sup>1</sup> , Kalenda Miji Arsene <sup>2</sup> , Tshijika Ikatalo Marcel <sup>3</sup> , Mufind Kayakez Michel ,2016.Journal of Applied Biosciences 102:9669 – 9679J. Appl. Biosci.
53	Kitabala et al. 2016 : Kitabala et al. J. Appl. Biosci. 2016 Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba, Congo
54	Kaufmann. S., S. Dorey Et B. Fritig, 2001 : Les stratégies de défense. Pour la Science, p. 116–121
55	LAUMONNIER R., 1979- Culture légumière et maraîchère, Tome II, Ed. J.B Ballière, Paris, 276p
56	Laummonier R. 1979. Cultures légumières et maraîchères.Tome III. Ed. Bailliére, Paris. 279p
57	Leboeuf J., Shorti R., Tan C., Verhallel A., 2008 – Etablissement d'un calendrier d'irrigation pour les tomates – Introduction. Spécialiste de culture des légumes, MAAARO, Ridgetown Bureau régional du Nord de l'Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales. Note technique. 12p.
58	Leboeuf J., Shorti R., Tan C., Verhallel A., 2008 – Etablissement d'un calendrier d'irrigation pour les tomates – Introduction. Spécialiste de culture des légumes, MAAARO, Ridgetown Bureau régional du Nord de l'Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales. Note technique. 12p.
59	Lacroix M., 1998 – Système racinaire de la tomate sous serre, champignons

## Références bibliographiques

	phytopathogènes et environnement. Agronome –phytopathologiste, laboratoire de diagnostique et phytoprotection. Direction de l'innovation scientifique et technologie. Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation. Québec. 17p
60	Lambert L., 2006 – Lutte anti insectes appliquée aux tomates de serre, MAPAQ ; (Qc). Profil de la culture des tomates de serre au Canada Programme de réduction des risques liés aux pesticides centre pour la lutte antiparasitaire. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Aout 2006.
61	Laumonier R., 1979. Culture légumière et maraîchère, J.B Ballière Eds. Paris, Tome II : p276. Tome III, édition J.B Bablière, paris, p112, 279.
62	Luigi Sannino* and Filippo Piro.2015 .Effect of a plant fortifier (Boundary) on pests and predators of greenhouse vegetable crops. Taylor & Francis Natural Product Research .7 p
63	MADR, 2014 MADR., 2014 : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques maraîchères. 3ièmeEd. INRA, Paris. Maroc. Ed. AM 257p.
64	Mouria et al. (2010 Mouria, B., Ouazzani-Touhami, A., & Douira, A. (2010). Valorisation agronomique du compost et de ses extraits sur la culture de la tomate. Rev. Ivoir. Sci. Technol, 16, 165-190.
65	Munro et Small,1997. Munro D B., Small E. 1997. Les legumes du Canada. NRC Research Press, 30p.
66	MESSIAEN C.M., BLANCARD D., ROUXEL F. et LAFON R., 1991- les maladies des plantes maraîchères. Ed. INRA, Paris, 551p.
67	.Machi S et al, Biofertilizer Manual.Forum for Nuclear Cooperation in Asia ,Published byJapan Atomic Industrial Forum, 2006,3p
68	MOHANTY D., ADHIKARY S. P., and CHATTOPADHYAY G. N., 2013. seaweed liquid fertilizer (slf) and its role in agriculture productivity. International quarterly journal of environmental sciences. The Ecoscan: Special issue, vol III: 147-155.

## Références bibliographiques

69	Miege J. in Encyclopédie Universalis, 1998
70	. Mohamadi, , J. Razmjou , B. Naseri <sup>1</sup> , and M. Hassan 2016 Population Growth Parameters of <i>Tuta absoluta</i> (Lepidoptera: Gelechiidae) on Tomato Plant Using Organic Substrate and Biofertilizers . <i>Journal of Insect Science</i> (2016) 17(2): 36; 1–7
71	NORRIE, J., KEATHLEY., JP., 2006. Benefits of <i>Ascophyllum nodosum</i> marine-plant extract applications to “Thompson seedless’ grape production. <i>Acta Horti</i> 727 : pp. 243-247
72	NELSON W.R. and VAN STADEN J., 1984. THE EFFECT OF SEAWEED CONCENTRATE ON WHEAT CULMS. <i>J. PLAN PHYSIOL.</i> , 1156: pp: 4333-437
73	-Naika S., de Jeude J.V.L., de Jeffau M., Hilmi M. et Vandam B., 2005. La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. ED. Wageningen, Pays-Bas. 105p
74	PEREZ R. et al. (1992) La culture des algues marines dans le monde. Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer. Ifremer.  Peimani Foroushani Abbas, Poorjavad Nafiseh .Eeffects of different application methods of vermicompost on tomato leaf miner, <i>Tuta absoluta</i> (Lep., Gelechiidae) population Journal: IRANIAN JOURNAL OF PLANT PROTECTION SCIENCE (IRANIAN JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES) SPRING-SUMMER 2017 , Volume 48 , Number 1 ; Page(s) 59 To 67.
75	PERON J.Y., 2006-Réfèrences production légumière, Ed Lavoisier, 2iem édition, 613p.
76	Pierre Nyabyenda 2007. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique: Cultures industrielles et d'exportation, cultures fruitières, cultures maraîchères. Presses Agronomiques de Gembloux, 238 pages
77	Polese J.M. ,2007. La culture de la tomate. Ed Artémis. 95p.
78	Polese, 2007 Polese J. M., 2007. La culture de la tomate. Ed ARTEMIS, 95p.

## Références bibliographiques

79	PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984. Pollinisation et production végétales. Ed. INRA. 663p. <a href="http://www.itcmidz.org/index_htm_files/TOMATE.pdf">http://www.itcmidz.org/index_htm_files/TOMATE.pdf</a>
80	PYRON J.-y, 2006: Références production légumières, éd: Lavoisier (synthèse agricole), Paris, 613p
81	Roose,1996--They were estimated at 192 points. of. observation on lines crossing the microplots. Soil. samples were collected near
82	ROYER,2013 Étude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs Thèse doctorat .l'Université de Lorraine En Sciences Agronomiques.195 p
83	Roussel O et al Evaluation du déficit en matière organique des sols français et des besoins potentiels en amendements organiques, Etude et gestion des sols, Volume 8,2001, 81p
84	Schiffer B., 2003 – Itinéraire technique tomate cerise, programme initiative pesticides. Gembloux, P31 Faculté universitaire des sciences agronomiques UG/PIP COLEACP, Rue du Trone, 98B – 1050 Bruxelles (Belgique), 32p
85	Sasikala, E.Indumathi, S.Radhika, R.Sasireka 2016 Effect of Seaweed Extract (Sargassum tenerrimum) on Seed Germination and growth of Tomato Plant (Solanum lycopersicum)
86	Saïd BAROUD*, Saida TAHAROUCHE, Abelhakim HATIMI 2017 Laboratoire de Biotechnologies végétales, Université Ibn Zohr, Faculté des Sciences, B.P 8106, Agadir, Maroc. * Pour correspondance: Email: saidbaroud@gmail.com.
87	Sikandar Hayat, Husain Ahmad , Muhammad Ali, Kashif Hayat , Muhammad Ali Khan and Zihui Cheng ,2018 Aqueous Garlic Extract as a Plant Biostimulant Enhances Physiology, Improves Crop Quality and Metabolite Abundance, and Primes the Defense Responses of Receiver Plants . Appl. Sci., 8, 1505.25p
88	SHANKARA N. Joep van Lidt de Jeude. Marja de Goffau .Martin Hilmi Barbara van Damal., 2005- La culture de la tomate production, transformation et commercialisation,

## Références bibliographiques

	Ed. PROTA, p.105.
89	Sujanya S. and Chandra S. Effect of part replacement of chemical fertilizers with organic and bio-organic agents in ground nut, <i>Arachis hypogea</i> Journal of Algal Biomass Utilization.India 2011, 2 (4): 38– 41
90	Shehata et al,Interactive Effect of Mineral Nitrogen and Biofertilization on the Growth, Chemical Composition and Yield of Celeriac Plant ISSN 1450-216X Vol.47 No.2 (2010), pp.248-255
91	Schmidt R et al, Questions and answers about biostimulants,the department of crop and soil environmental science, Virginia Tech, Blacksburg, 2003, 91p
92	SON et al .(2018 ) CORREA, Philippe. Potentiel de la lutte physique en maraîchage au Sénégal et impact sur la régulation naturelle. 2018. Thèse de doctorat. UCAD. RICOLES Agronomie Africaine 28 (2) : 73 -83 (2016)
93	Thakore, Y., 2006- The biopesticide market for global agricultural use. Ed.Industrial Biotechnology. 2(3):294-208.
94	Thiman .K.V.C., Nonard P., 1956 : Les facteurs de la croissance cellulaire végétale : les auxines, in Les facteurs de croissance cellulaire. Exp. Brasilia, v.22, n.2, p243- 248.
95	Valantin-Morison M. 2012. How to enhance biocontrol of insects from the field scale up to agricultural landscape in order to propose integrated management strategies on winter oilseed rape? Oilseeds and fats crops and lipids OCL, 19 3 (2012) 169-183.
96	Vincent, c et panneton, B., 2001, les méthodes de lutte biologiques comme alternatives aux pesticides. Revue en sciences de l'environnement,centre de recherche et de développement en horticulture et agro-alimentaire canada. V.2, n°2, 1-9.
97	Verolet J-F., 2001 - la culture de laTomate en agriculture biologique. Ed. A.D.A.B 9p.
98	variées : débris des végétaux, crevasses du sol, structure des abris. Le développement de <i>Tetranychus urticae</i> est favorisé par les températures élevées et par la faible

## Références bibliographiques

---

	hygrométrie qui règne par fois dans les abris (Kestali, 2011).
99	William G . Hopkins Physiologie végétale, De Boeck Supérieur, 2003 - 532 pages
100	Weill A et Duval j , Guide de gestion globale de la ferme maraichère biologique et diversifiée. Ed Equiterre, 2009, 4p
101	YONLI, A. GARANE , S. BIRBA , A. SAWADOGOet J. NIKIEMA 2016 - ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA MACROFAUNE DU SOL EN CULTURE D'OGNON SOUS USAGE DE DIVERSES PRATIQUES AG
102	Yilangai, Rahila. M. Manu, S. A. Pineau, W. Mailumo, S. S. Okeke-Agulu, K. I. (2014), The Effect of Biochar and Crop Veil on Growth and Yield of Tomato ( <i>Lycopersicum esculentus</i> Mill) in Jos, North central Nigeria Current Agriculture Research Journal, Vol. 2(1), 37-42