

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^{elle} HAMMADI Chahrazad Nadia

Et

M^{elle} HALIM Mimouna

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

OPTION : BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PLANTES

THÈME

Synthèse des travaux antérieurs sur l'activité bio-insecticide
de différentes espèces végétales à l'égard de *Tuta absoluta*
dans la région de Mostaganem

DEVANT LE JURY :

Présidente :	Pr. BEKADA A.	Professeur	Université de Tissemsilt
Encadreur :	Dr. BOUALEM M.	M. C. A	Université de Mostaganem
Examineur :	Dr. BERGHEUL S.	M. C. B	Université de Mostaganem
Co-encadreur :	Melle. KRACHE F.	Doctorante	Université de Mostaganem

ANNÉE UNIVERSITAIRE : 2019/2020

REMERCEMENT

On remercie ALLAH tout puissant qui nous a donné la force et la volonté pour pouvoir finir ce mémoire de Master.

Ainsi que nos parents qui nous ont enseigné l'amour du travail et du devoir accompli, pour leurs sacrifices, leur affection et leur soutien moral, qu'ils trouvent ici notre gratitude reconnaissante.

*On tient à remercier profondément notre encadreur : **Melle Boualem Malika** et notre Co-encadreur : **Melle Krache Farial** pour la confiance qu'ils nous ont accordé, leurs encouragements, et leurs précieux conseils.*

*Nous exprimons notre gratitude envers **Monsieur Bekada Ahmed** d'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury.*

*On tient à remercier **Mme Berghul Saaida** d'avoir accepté de juger ce travail en tant qu'examinatrice.*

*On tient à remercier, tous ceux qui nous ont enseigné durant toutes nos études et en particulier les enseignants de l'université **Abdelhamid Ibn Badis (ITA)**.*

Enfin on remercie toutes les personnes de loin ou de près qui nous ont encouragé ou ont participé pour élaborer ce modeste travail.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère mère : HALIM. M

A été le premier à m'encourager à étudier jusqu'à présent je m'insufflé le goût du travail, de la précision et de l'ambition. Parce que vous m'avez toujours soutenu, avec vos conseils, votre patience et votre amour, je vous dédie ce travail pour que vous puissiez être fier de moi.

Mon père : HALIM Baghdad

En témoignage de son amour, conseil, soutien, disponibilité permanente et encouragement. Qui m'a toujours poussé à donner le meilleur de moi-même.

A mes frères :

Vous m'avez aidé pour réaliser ce travail, meilleurs vœux de succès dans vos études.

A mes oncles, tantes, cousins, cousines :

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

A mes amis (es) :

Fatima, Wahiba, Rania, Asma, Ikram, et à tous les autres, pour amitié dont j'avais besoin.

A ma meilleure amie :

Qui a malgré la courte période pendant laquelle j'ai fait ta connaissance, on est resté soudé, et t'avait rendu cette années universitaire merveilleuse, je ne peux pas trouver les mots juste et sincères pour toi, tu es pour moi ma sœur et une amie sur qui je peux compter.

*A toute ma promotion master biotechnologie et valorisation des plantes
(2019-2020).*

mimouna

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mon père : HAMMADI TOUATI

Qui a été le premier à m'encourager à aller si loin dans les études. Il m'a inculqué le goût du travail, de la rigueur et de l'ambition. Parce que tu m'avais toujours soutenu, j'ai voulu mener ce travail à terme pour que tu sois fier de moi.

Ma très chère mère : KAHLALA Y.

En témoignage de ton amour, patience, conseil, soutien, disponibilité permanente et encouragement. Qui m'a toujours poussé à donner le meilleur de moi-même. Avec toute ma tendresse.

A mes frères :

Fathi, Hayat, Abdelaziz, Abdelileh, vous m'avez aidé pour réaliser ce travail, meilleurs vœux de succès dans vos études.

A mes oncles, tantes, cousins, cousines :

Vous avez de près ou de loin contribué à ma formation.

A mes amis (es) :

Faiza, Bouchra, Imane, et à tous les autres, pour amitié dont j'avais besoin.

A ma meilleure amie :

A ma meilleure amie ; qui a malgré la courte période pendant laquelle j'ai fait ta connaissance, on est resté soudé, et t'avait rendu cette années universitaire merveilleuse, je ne peux pas trouver les mots juste et sincères pour toi, tu es pour moi ma soeur et une amie sur qui je peux compter.

A toute ma promotion master biotechnologie et valorisation des plantes

(2019-2020).

chahrazad nadia

Table de matière

Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	
Abstract	
ملخص	
Introduction générale.....	01

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : La plante hôte

I-1-Introduction.....	03
I-2- Origine et historique.....	03
I-3-Classification de la tomate.....	03
I-3-1-classification botanique.....	03
I-3-2-Classification génétique.....	04
I-4-Description et morphologie de la tomate.....	05
I-4-1-Racine.....	05
I-4-2-Tige.....	05
I-4-3-Feuille.....	06
I-4-4-Fleur.....	06
I-4-5-Fruit.....	07
I-4-6-Graines.....	07
I-5- Exigences de la tomate.....	08
I-5-1Exigences climatique.....	08
I-5-1-1-Température.....	08

I-5-1-2-Lumière.....	08
I-5-1-3-L'eau de humidité.....	08
I-5-2-Exigences Edaphiques.....	08
I-5-2-1-Sol.....	08
I-5-2-2-Température du sol.....	09
I-5-2-3-PH de sol.....	09
I-5-2-4-La salinité.....	09
I-5-3-Exigences nutritionnelles.....	10
I-5-3-1-Les exigences hydriques.....	10
I-5-3-2-Les éléments fertilisants.....	10
I-6-Superficies et production de la culture de la tomate.....	10
➤ Dans le monde.....	10
➤ En Algérie.....	11
➤ En Mostaganem.....	12
I-7-Cycle de développement de la tomate.....	13
I-7-1-Germination.....	13
I-7-2-Croissance.....	13
I-7-3-Floraison.....	13
I-7-4-La pollinisation.....	14
I-7-5-La fructification et la maturité de fruits.....	14
I-8- Maladies et ravageurs de la tomate.....	16
I-8-1-Les maladies.....	16
I-8-1-1-Les maladies cryptogames.....	16
I-8-1-1-1-L'Alternariose.....	16
I-8-1-1-2-Le mildiou.....	16
I-8-1-1-3-La fusariose de la tomate.....	16
I-8-1-1-4-La verticilliose (<i>Verticillium dahliae</i>).....	17
I-8-1-1-5-L'antracnose (<i>Collectotrichum coccodes</i>).....	17
I-8-1-1-6-Oidium.....	17
I-8-1-1-7-La pourriture grise (<i>Botrytis cinerea</i>).....	17
I-8-1-2-Maladies bactériennes.....	18

I-8-1-2-1-Le feu (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Vesicatoria</i>).....	18
I-8-1-2-2-Le Chancre bactérien.....	18
I-8-1-2-3-Flétrissement bactérien (<i>Ralstonia solanacearum</i>).....	18
I-8-1-3-Les maladies virales.....	18
I-8-1-3-1-Tomato mosaic virus (TMV).....	18
I-8-1-3-2-Pepperveinal Mottle Virus (PVMV).....	19
I-8-1-3-3-Tomato spotted Wilt Virus (TSWV).....	19
I-8-1-3-4-Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV).....	19
I-8-2-- Les ravageurs.....	19
I-8-2-1-Les Acariens (<i>Tetranychusspp</i>).....	20
I-8-2-2-Les nématodes (<i>Meloidogyne incognita</i>).....	20
I-8-2-3-Les insectes.....	20
I-8-2-3-1-Les Noctuelles.....	20
I-8-2-3-2-Les Pucerons.....	20
I-8-2-3-3-Les aleurodes.....	21
I-8-2-3-4-Les cicadelles.....	21
I-8-2-3-5-Les Thrips.....	21
I-8-2-3-6-Les vers gris.....	22
I-8-2-3-7-La mineuse de tomate.....	22

Chapitre II : La mineuse de la tomate

II-1-Introduction.....	23
II-2-Origine.....	23
II-3-Systématique.....	23
II-4-Liste des noms binominaux.....	24
II-5-Répartition géographique.....	24
➤ Dans le monde.....	24
➤ En Algérie.....	25
II-6-La morphologie et biologie de <i>tuta absoluta</i>	25
II-6-1-La morphologie.....	25

II-6-1-1-L'œuf.....	25
II-6-1-2-Larve.....	26
II-6-1-3-Nymphe (Chrysalide).....	27
II-6-1-4-Adulte.....	27
II-6-2-La Biologie.....	28
II-7-La plante hôte.....	30
II-8-Dégâts.....	30
II-8-1-Sur feuilles.....	30
II-8-2-Sur tige ou pédoncule.....	30
II-8-3-Sur le fruit.....	31
II-9-Moyens de lutte.....	32
II-9-1-Lutte culturale	32
➤ Avant la plantation.....	32
➤ Au cours de la production.....	33
II-9-2-Lutte biotechnique.....	33
II-9-3-Les techniques culturales.....	33
II-9-4-La lutte biologique.....	33
II-9-5-La lutte chimique.....	34
II-9-6-la lutte intégrée.....	35

Chapitre III : les extraits des plantes

III-1- Introduction.....	36
III-2-. Historique.....	36
III-3- Les plantes médicinales.....	36
III-4- Les méthodes d'extraction des métabolites secondaires.....	37
III-4-1-Définition.....	37
III-4-2- Les formes des extraits.....	37
III-4-2-1-Les extraits aqueux.....	37
• L'infusion.....	37
• Les décoctions.....	38

• Les macérations.....	38
III-4-2-2-Extrait par solvant éthanoïques ou hydro-alcooliques.....	38
• Teintures.....	38
• Teintures mères.....	38
• Alcoolatures.....	39
• Suspensions intégrales de plantes fraîches (SIPF).....	39
III-4-2-3-Extraits glycérinées.....	39
III-4-2-4-Autre formes galéniques des extraits.....	39
• Extraits secs pulvérulents.....	39
• La poudre de plante.....	39
III-5-Rôle d'extraction.....	40
III-6- Les métabolites secondaires des plantes médicinales.....	40
III-6-1-Les poly-phénols.....	41
III-6-2-Flavonoïdes.....	41
III-7- Domaines d'application des plantes médicinales.....	42
III-7-1-Utilisation en cosmétique et agriculture.....	42
III-7-2-Utilisation en alimentation.....	42
III-7-3-Utilisation en médecine.....	42

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I : Analyse de la méthodologie

I-1-Objectif du travail.....	43
I-2-Définition des différentes méthodes utilisées par les auteurs étudiés.....	45
I-2-1-Méthode d'extraction Soxhlet.....	45
• Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet.....	45
I-2-2-Extraction par macération.....	45

I-2-3-Extraction par sonication.....	45
--------------------------------------	----

Chapitre II : Analyse des résultats

II-1-Interprétation des résultats.....	47
II-1-1- <i>Mentha spicata</i>	47
II-1-2 <i>Urtica dioica</i>	48
II-1-3 <i>Curcubita pepo</i>	48
II-1-4 <i>Pelargonium zonale</i>	48
II-2-Discussion.....	50

Conclusion

Conclusion générale.....	52
Références bibliographique	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Exigences de la culture de tomate en température, luminosité et hygrométrie.....	09
Tableau 02 : Principaux pays producteurs de la tomate en 2016.....	10
Tableau 03 : Production de la tomate dans la Wilaya de Mostaganem.....	12
Tableau 04 : La durée du cycle de développement de <i>T. absoluta</i> en fonction de la température.....	28
Tableau 05 : Représente une méthodologie déférente.....	44
Tableau 06 : Résultats.....	48

Liste des figures

Figure 01 : Plante de tomate	04
Figure 02 : Système racinaire de la tomate.....	05
Figure 03 : Tige de la tomate	05
Figure 04 : Feuilles de la tomate	06
Figure 05 : Fleurs de la tomate	06
Figure 06 : Fruits de la tomate	07
Figure 07 : Graines de la tomate	07
Figure 08 : Cycle de développement de la tomate	15
Figure 09 : Répartition géographique de <i>T. absoluta</i>	25
Figure 10 : Œuf de <i>T. absoluta</i>	26
Figure 11 : Stades L4 de <i>T. absoluta</i>	26
Figure 12 : Chrysalide de <i>T. absoluta</i>	27
Figure 13 : Adulte de <i>T. absoluta</i>	28
Figure 14 : Cycle biologique de la mineuse <i>T. absoluta</i>	29
Figure 15 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur feuille.....	30
Figure 16 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur tige.....	31
Figure 17 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur fruit	31
Figure 18 : Effet bioinsecticide <i>in vivo</i> des extraits des plantes utilisées.....	49
Figure 19 : Effet bio-insecticide <i>in vitro</i> des extraits des plantes utilisées.....	49

Liste des abréviations

DL50 : Dose létale qui tue 50% de la population

DSA : Direction des Services Agricoles

R : Rendement

FAO: Food and Agriculture Organisation

EPPO: European and Mediterranean Plant Protection Organization

L1, L2, L3, L4 : Larves du 1er, 2ème, 3ème et 4ème stade

N : Nympe

Résumé

La tomate occupe une position distinguée dans le secteur agricole en Algérie. Depuis 2008, la mineuse *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) est considérée comme une menace pour la production de la culture de tomate. Cette étude vise la possibilité d'un contrôle complet de la propagation de *T. absoluta*. Des bio-insecticides permettant de lutter contre ces insectes ont été utilisés comme alternative aux traitements conventionnels qui ne se sont pas avérés efficaces. Cependant, nous regrettons notre incapacité à terminer ce travail en raison des difficultés que nous avons rencontrées, y compris de COVID 19, et nous avons donc apporté quelques modifications à notre étude. Une comparaison des résultats de certains travaux récents a été menée pour vérifier l'efficacité d'extraits de plantes (*Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica*, *Pelargonium zonale*) pour lutter contre *T. absoluta*. Pour atteindre cet objectif, les extraits de plantes susmentionnés ont été extraits pour évaluer leur efficacité à l'égard de *T. absoluta*. En comparant les résultats obtenus, on constate que l'extrait hydro-alcoolique de *P. zonale* a été le plus efficace par rapport aux autres extraits.

Mots-clés : La tomate, *Tuta absoluta*, Extraits végétaux, *Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica*, *Pelargonium zonale*.

Abstract

The tomato occupies a distinguished position in the agricultural sector in Algeria. Since 2008, the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) is considered a threat to the production of the tomato crop. This study aims at the possibility of a complete control of the spread of *T. absoluta*. Bio-insecticides to control these insects have been used as an alternative to conventional treatments which have not proven to be effective. However, we regret our inability to complete this work due to the difficulties we encountered, including COVID 19, and we have therefore made some modifications to our study. A comparison of the results of some recent work has been carried out to verify the efficacy of plant extracts (*Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica*, *Pelargonium zonale*) to control *T. absoluta*. To achieve this objective, the above-mentioned plant extracts were extracted to evaluate their efficacy against *T. absoluta*. By comparing the results obtained, it was found that the hydroalcoholic extract of *P. zonale* was the most effective compared to the other extracts.

Keywords : Tomato, *Tuta absoluta*, Plant extracts, *Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica*, *Pelargonium zonale*.

ملخص

تحتل الطماطم مكانة متميزة في القطاع الزراعي في الجزائر. منذ عام 2008، تعتبر حشرة الأوراق *Tuta* الكاملة على انتشار *T. Absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) تهديداً لإنتاج محصول الطماطم. تهدف هذه الدراسة إلى إمكانية السيطرة التقليدية على انتشار *T. Absoluta*. تم استخدام المبيدات الحشرية الحيوية لمكافحة هذه الحشرات كبديل للعلاجات التقليدية التي لم تثبت فعاليتها. ومع ذلك، فإننا نأسف لعدم قدرتنا على إكمال هذا العمل بسبب الصعوبات التي واجهناها، منها COVID 19، وبالتالي قمنا ببعض التغييرات على دراستنا. تم إجراء مقارنة بين نتائج بعض الأعمال الحديثة للتحقق من فاعلية المستخلصات النباتية (*Pelargonium zonale*، *Urtica dioica*، *Cucurbita pepo*، *Mentha spicata*) للتحكم في *T. Absoluta*. لتحقيق هذا الهدف، تم استخلاص المستخلصات العشبية المذكورة أعلاه لتقييم فعاليتها ضد *T. Absoluta*. بمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها، يمكن ملاحظة أن المستخلص المائي الكحولي من *P. zonale* كان الأكثر فاعلية مقارنة بالمستخلصات الأخرى.

الكلمات المفتاحية: الطماطم، حفارة أوراق الطماطم، مستخلص نباتي، نعناع سنبلبي، قرع بلدي، قرص ثنائي المسكن، لقلقى مخطط الورق.

Introduction

Introduction

La tomate, considérée comme fruit ou légume, est l'un des produits agricoles le plus consommé dans le monde. Elle constitue une source non négligeable de minéraux, vitamines et certains composés naturels secondaires ayant un potentiel antioxydant important (Zidani, 2009).

La production mondiale de tomate a battu son record pour atteindre 170 millions de tonnes (FAO, 2014).

En Algérie, elle occupe une place importante dans le maraichage, la superficie consacrée à cette culture est d'environ 1170 ha avec une production de 430000 qx (DSA, 2020).

Parmi les ravageurs de la tomate, un nouveau ravageur est observé ces dernières années, il cause des pertes considérables aussi bien sous serre qu'en plein champ, c'est la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Chougar, 2011). En effet, cet insecte invasif provoque des dommages qui peuvent aller jusqu'à la destruction totale de la production (Guenauoui et Ghlamallah, 2008).

T. absoluta Meyrick (1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) est un micro-lépidoptère qui attaque toutes la partie aérienne de la tomate (feuilles, fleurs, tiges et fruits). Il est originaire de l'Amérique latine. Son introduction a été signalée pour la première fois en Europe à partir de l'Espagne en 2006 (Urbaneja *et al.*, 2007). Par ailleurs, il a été signalé pour la première fois en Algérie en mars 2008 dans la région de Mostaganem (Guenauoui, 2008).

En raison des nombreux désordres écologiques causés par l'utilisation massive des pesticides de synthèse dans la protection des cultures, les bio-pesticides d'origine botanique constituent une bonne alternative pour remédier à ce mal en minimisant les risques et maintenant ainsi la biodiversité. Les plantes spontanées et aromatiques grâce à leurs molécules bioactives sont considérées comme des outils de choix dans les programmes de gestion de la résistance des bio-agresseurs (BABA-AISSA *et al.*, 2012).

Le but de ce travail est d'évaluer l'efficacité de quelques produits botanique vis-à-vis de la mineuse de tomate *T. absoluta*. Comme moyen respectueux de l'environnement et de la santé humaine pour la protection de la culture.

Les extraits végétaux ont été extraits à partir de différentes parties de la plante, quatre espèce végétale ont fait l'objet de cette synthèse à savoir: *Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica* et *Pelargonium zonale*.

Nous présentons ce travail en deux parties

- La première partie se compose de trois chapitres: le premier ayant trait à la généralité Sur la plante hôte de l'animal étudié, le deuxième chapitre sur le bio agresseur étudié, le troisième chapitre synthétisent les plantes utilisées comme traitement bio-insecticide.
- La deuxième partie: une partie pratique, subdivisée en deux chapitres: le premier présente le matériel et méthodes utilisées dans ces travaux et la deuxième comporte les résultats et discussion.

Partie théorique

Chapitre I

La tomate *Lycopersicon esculentum* Mill

I-1-Introduction

La tomate est une espèce de plantes herbacées de la famille des Solanacées. Cette culture est répandue dans le monde entier, 90% de la production mondiale est obtenue dans l'hémisphère nord (Bassin Méditerranéen, Californie et Chine). Il existe plus de 4000 variétés de tomate; certaines sont résistantes aux maladies et à d'autres facteurs (biotiques et abiotiques), d'autres sont différentes par les caractéristiques de leurs fruits, leur précocité et leur type de croissance (indéterminée ou déterminée) (Celma *et al.*, 2009).

Selon le même auteur, la tomate est une culture à cycle assez court, donne un haut rendement et elle présente de bonnes perspectives économiques. Elle est cultivée aussi bien pour la consommation fraîche que pour la transformation industrielle.

I-2- Origine et historique

La tomate *Lycopersicon esculentum* originaire d'Amérique du sud fut domestiquée au Mexique. En 1544, elle est introduite en Espagne, en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et au Moyen Orient (Shankara *et al.*, 2005).

En 1905, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région ouest (Oran), puis elle s'est étendue vers le centre (Latigui, 1984). Etymologiquement, le mot tomate est une déformation du mot. In ca Tomalt et le mot Lycopersicum qui signifie en latin "Pêche de loup", appellation peu alléchante à laquelle on a ajouté au XVIIIe siècle l'adjectif *esculentum* à cause des propriétés gustatives de ce légume-fruit (Naika *et al.*, 2005).

I-3-Classification de la tomate

La tomate est une plante herbacée annuelle à port buissonnant appartenant à la famille des Solanacées. Elle est classée selon des critères différents liés à l'aspect botanique, la composition génétique et le type de croissance (Gallais et Bannerot, 1992).

I-3-1-Classification botanique

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



Figure 01 : Plante de tomate (Merabet, 2016)

Selon Dupont et Guignard (2012) et Spichiger *et al.* (2004), la tomate appartient à la classification suivante :

- Règne..... Plantae
- Sous règne..... Trachenobionta
- DivisionMagnoliophyta
- ClasseMagnoliopsida
- Sous classeAsteridae
- OrdreSolanales
- Famille.....Solanaceae
- Genre..... *Lycopersicon*
- Espèce *Lycopersicon esculentum*

I-3-2-Classification génétique

La tomate cultivée « *L. esculentum* » est une espèce diploïde avec $2n=24$ chromosomes, chez laquelle, il existe de très nombreux mutants monogéniques dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (Gallai et Bannerot, 1992). Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate.

I-4-Description et morphologie de la tomate

I-4-1-Racine

Le système racinaire est puissant, très ramifié à tendance fasciculée. Il est très actif sur les 30 à 40 premiers centimètres. En sol profond, on peut trouver des racines jusqu'à 1 mètre de profondeur (Chaux et Foury, 1994).



Figure 02 : Système racinaire de la tomate (Bouiadjra, 2017)

I-4-2-Tige

La tige est pubescente, épaisse aux entre-nœuds. Sa consistance est herbacée en début de croissance, puis devient un peu ligneuse en vieillissant. Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent aussi par une inflorescence (Chaux et Foury, 1994).



Figure 03 : Tige de la tomate (Bouiadjra, 2017)

I-4-3-Feuilles

Ces feuilles sont alternées sur la tige, longues de 10 à 25 cm, sont composées, imparipennées et comprennent de 5 à 7 folioles aux lobes très découpés. Le bord du limbe est denté. Elles sont souvent reliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus (Raemaekers, 2001).



Figure 04 : Feuilles de la tomate (Keddar, 2018)

I-4-4-Fleurs

Les fleurs sont bisexuées. Le pistil est entouré d'un cône constitué d'étamines. La fleur comporte 5 sépales, 5 pétales, 5 à 7 étamines et 2 carpelles soudés formant un ovaire (Shankara *et al.*, 2005).



Figure 05 : Fleurs de la tomate (Keddar, 2018)

I-4-5-Fruits

C'est une baie charnue de 2 ou 3 loges, à graines très nombreuses, de taille, de forme et de couleur très variées. Le pédoncule du fruit présente une zone d'abscission, de sorte que le fruit mûr se détache en conservant une partie du pédoncule ainsi que le calice. Le fruit à maturité peut se présenter soit rond et régulier ou côtelés (Shankara *et al.*, 2005).



Figure 06 : Fruits de la tomate (Originale, 2020)

I-4-6-Graines

Dans chaque fruit, les graines sont petites, nombreuses (environ 300 à 350 graines/g). Elles sont de 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large, 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5g (Shankara *et al.*, 2005).



Figure 07 : Graines de la tomate (Originale, 2020)

I-5- Exigences de la tomate

I-5-1-Exigences climatique

I-5-1-1-Température

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La température est le facteur le plus déterminant pour la production de la tomate car la culture réagit fortement aux variations thermiques (Lambert, 2006). Les températures optimales pour la plupart des variétés sont de 18°C à 25°C. Pendant la nuit la fécondation s'arrête à des températures inférieures à 15°C. En dessous de 10°C et au-dessus de 38°C, les végétaux sont endommagés. La température agit également sur la qualité des fruits (Benton, 1999 ; Naika *et al.*, 2005).

I-5-1-2-Lumière

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité, et sa qualité, 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toutefois la photopériode ne doit pas dépasser les 18 heures par jour (Chtiwi, 2000 in Merdacié Atia, 2006).

I-5-1-3-L'eau et l'humidité

La plante est très sensible à l'hygrométrie ; elle ne tolère pas les sols engorgés, ni l'humidité élevée (plus de 80%) et une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65%, soit la meilleure pour la fécondation. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Il est essentiel de prévoir un apport d'eau suffisant pendant la fructification. Le stress causé par une carence d'eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits (Munro et Small, 1998).

I-5-2-Exigences Edaphiques

I-5-2-1-Sol

Laumonier (1979), atteste que la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention d'eau aérienne. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées, légères, meubles, riches en humus, s'échauffant rapidement et plus facilement. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20cm est favorable à une bonne croissance d'une culture saine (Naika *et al.*, 2005).

I-5-2-2-Température du sol

Les semis doivent être soumis à une température supérieure à 16°C. La plante croît lorsque la température du sol passe de 13°C à 30°C (Zuang, 1982). Cette dernière intervient sur la croissance des racines, ainsi que sur l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs.

Tableau 01 : Exigences de la culture de tomate en température, luminosité et hygrométrie (Laumonier, 1979)

	T° du sol	T° atmosphérique		Luminosité (Lux)	Hygrométrie Relative (%)
		Jour	Nuit		
Croissance	15-20 °C	18-20°C	15 °C	1000-12000	70-80
Floraison	20-25 °C	22-25 °C	13-17°C	Très élevé	65-80
Fructification	20-25 °C	25 °C	18 °C	5000/16h/Jour	60-70

I-5-2-3-PH de sol

La culture de la tomate tolère une large gamme de pH. Néanmoins sur des sols à pH basique, certains micro-éléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent peu disponibles pour la plante.

Selon Chauv et Foury (1994), ce taux de pH toléré varie de 4,5 à 8,5. Le meilleur équilibre nutritionnel est assuré à des pH compris entre 6 et 7.

I-5-2-4-Salinité

Il est généralement considéré qu'un excès de vigueur du plant de tomate en début de culture retarde la précocité de la production. La modulation de la concentration saline de la solution nutritive est un des moyens utilisés pour maîtriser le développement du jeune plant (Brun et Montarone, 1987).

I-5-3-Exigences nutritionnelles

I-5-3-1- Exigences hydriques

D'après Bentvelsen (1980), les besoins de la tomate en plein champ se situent entre 4000 et 5000 m³/ha. L'évolution des besoins en eau de la tomate est fonction de ses stades de développement et l'environnement.

I-5-3-2-Eléments fertilisants




Une production d'une tonne de tomate requiert environ 2.2 à 2.7 Kg d'Azote, 0.7 à 0.9 Kg de phosphore, 3 à 3.3 Kg de potasse et 0.5 à 1 Kg de magnésium (Naika *et al.*, 2005). La tomate nécessite des éléments fertilisants tels que l'azote (N), le phosphore (P), la potasse (K) ainsi que le magnésium (Mg).

I-6-Superficies et production de la culture de la tomate

❖ Dans le monde

La production mondiale de tomates a battu un record historique en 2016. La tomate est cultivée dans presque tous les pays du monde, plus de 177.000 millions de tonnes sont produites. La production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. A l'échelle mondiale, la tomate est classé 2ème culture légumière après la pomme de terre de par son volume de production. En effet, près de cinq millions d'hectares (4,782754 million ha) avec un rendement moyen de 3,7 kg/m² sont réservés annuellement à cette culture avec une production de plus de 177.042.000 millions de tonne (FAO STAT, 2016) (Tab.02).

Tableau 02 : Principaux pays producteurs de la tomate en 2016 (Anonyme N°1, 2020)

	Pays	Production (tonnes)	Production par personne (kg)	Superficie (en hectares)	Rendement (kg/h)
	Chine	56.423.811	40.48	1.003.992	56.199.5
	Inde	18.399.000	13.767	760.000	24.209.2
	États-Unis	13.038.410	39.78	144.410	90.287.4

	d'Amérique				
	Turquie	12.600.000	155.92	188.270	66.925.2
	Égypte	7.943.285	81.472	199.712	39.773.7
	Italie	6.437.572	106.518	103.940	61.935.3
	Iran	6.372.633	77.946	159.123	40.048.4
	Espagne	4.671.807	100.126	54.203	86.191.7
	Brésil	4.167.629	19.89	63.980	65.139.6
	Mexique	4.047.171	32.445	93.376	43.342.9
	Fédération de Russie	2.986.209	20.331	118.451	25.210.5
	Ouzbékistan	2.648.017	81.093	61.097	43.341
	Nigéria	2.243.228	11.364	574.441	3.905.1
	Ukraine	2.229.690	52.756	74.300	30.009.3
	Portugal	1.693.860	164.596	20.854	81.224.7
	Tunisie	1.303.000	113.836	22.190	58.720.1

❖ En Algérie

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. La campagne de récolte et de transformation de la tomate industrielle 2019-2020 bat son plein enregistrant des performances exceptionnelles avec une production globale de près de 13 millions de quintaux (qx) à ce jour, selon les données communiquées par le ministère de l'Agriculture et du développement rural.

« Les opérations de récolte qui ont débuté au mois de janvier au niveau des wilayas du sud et à la deuxième décennie du mois de juin dans les régions nord du pays, ont réalisé à ce jour plus de 12,7 millions de quintaux avec un rendement moyen de 743q/ha, soit un

accroissement de 77% comparativement aux quantités réalisées à la même période de l'année précédente où la production avait atteint 7,2 millions de qx », a indiqué le ministère dans un communiqué. A savoir que la superficie consacrée cette année à la culture de la tomate industrielle est estimée à 24.453 ha dont plus de 17.000 ha ont été récoltés (Anonyme N°2, 2020).

❖ En Mostaganem

Selon les statistiques de la direction des services agricoles (2019) de la wilaya de Mostaganem, la production de la tomate a présenté pendant les années (2003-2005) une certaine stabilité des superficies cultivées de l'ordre de 2123 à 2340 ha. D'autre part cette production a diminué durant l'an 2006 où il a enregistré 426260 qx pour une superficie de 2011 ha, pour reprendre en expansion durant les années (2008-2014) (Tab. 03), (DSA Mostaganem, 2019).

Tableau 03 : Production de la tomate dans la Wilaya de Mostaganem (DSA Mostaganem, 2019)

Année	Superficie (ha)	Rendement (qx/ha)	Production (qx)
2003	2123	239.4	508202
2004	2170	222.3	408330
2005	2340	197.4	462000
2006	2011	212	426260
2007	2026	240.7	487650
2008	1680	290	487200
2009	1957	258.1	505050
2010	2336	291.2	680143
2011	2298	288.4	662643
2012	2512	310.4	779695
2013	2427	335.1	83313
2014	2541	372.7	946996
2015	2611	359.7	939128
2016	1802,82	402.26	725220

2017	1669	576.64	962415
2018	1856	518.94	963160
2019	1170	850	430000

I-7-Cycle de développement de la tomate

Le cycle végétatif complet de la graine à la graine de la tomate varie selon les variétés. D'après Gallais et Bannerot (1992), le cycle végétatif dépend de l'époque et les conditions de culture; mais il s'étend généralement en moyenne de 3,5 à 4 mois du semis, jusqu'à la dernière récolte (7 à 8 semaines de la graine à la fleur et 7 à 9 semaines de la fleur au fruit). Le cycle comprend les étapes suivantes:

I-7-1-Germination

Les graines germent en 6 à 8 jours après le semis à la température optimale du sol (20 à 25°C) (Van Der Vossen *et al.*, 2004). Au-dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaires simples et opposées. Dans le sol, la racine possède un manchon de poils absorbants bien visible (Mémento de l'agronome, 2003).

I-7-2-Croissance

La croissance d'un végétal est définie par une augmentation irréversible d'une ou de plusieurs de ses dimensions. Cette augmentation se traduit par un changement quantitatif de la plante au cours du temps (Mazliak, 1982). Selon Laumonier (1976), la croissance de plant de tomate se déroule en 2 phases et en deux milieux différents:

- **En pépinière:** de la levée jusqu'au cinq feuilles, non encore photosynthétique, avec l'apparition des racines non fonctionnelles et des pré-feuilles;
- **En plein champ:** de l'apparition des feuilles photosynthétiques et des racines qui deviennent fonctionnelles, capables d'absorber de l'eau et des éléments nutritifs. Dans cette phase, la tige s'allonge au fur et à mesure qu'il y a formation des feuilles.

I-7-3-Floraison

Selon Shankara *et al.* (2005), c'est le développement des ébauches florales, par transformation du méristème apical, de l'état végétatif à l'état reproducteur. A un certain moment de la croissance de la plante qui dure environ un (01) mois, la tomate entre en

parallèle avec la mise à fleur, ces fleurs étant auparavant des boutons floraux. La floraison dépend de la photopériode, de la température et des besoins en éléments nutritifs de la plante.

I-7-4-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).

I-7-5-Fructification et la maturité des fruits

La fructification débute par la nouaison des fleurs de l'inflorescence du bas vers le haut. Les fruits mûrissent quand ils atteignent leurs tailles définitives et ils se colorent en jaune puis en rouge (Benton, 1999). Il existe une relation proportionnelle entre la production d'auxine, le développement des fruits et la quantité des graines (FAO, 1987). La lumière intense permet la synthèse active qui affecte la mise et la couleur des fruits, pour cela une température de 18°C la nuit et 27°C le jour est favorable (Ray et Costes, 1965; Shankara, 2005).

La durée du cycle végétatif complet de la tomate est de 4 à 5 mois environ pour les semis direct en pleine terre et de 5 à 6 mois pour les plants repiqués. En contre saison, le cycle végétatif s'allonge et il peut atteindre 7 mois (Mémento de l'agronome, 2003).

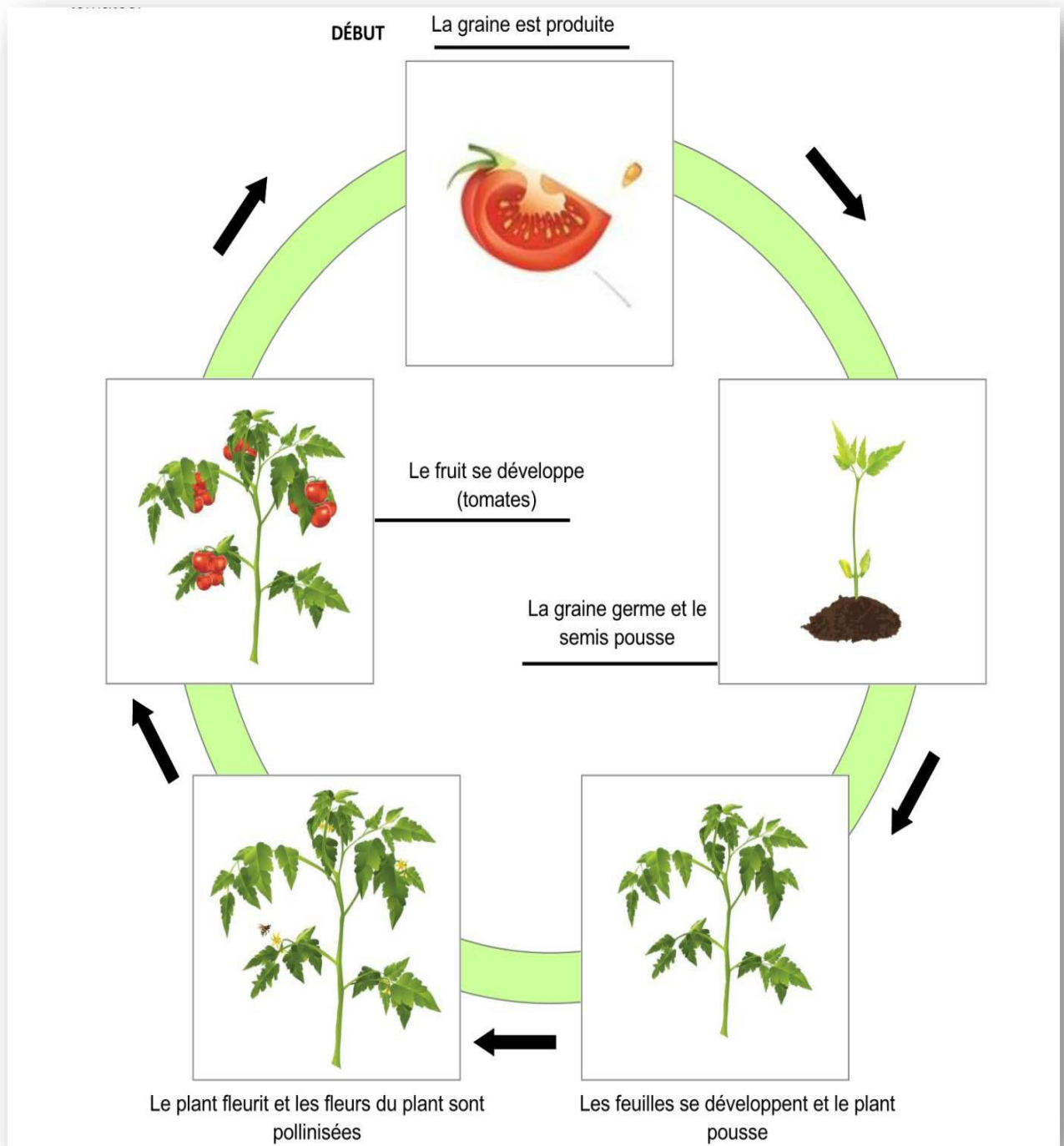


Figure 08 : Cycle de développement de la tomate (Labeled et Bentamra, 2018)

I-8- Maladies et ravageurs de la tomate

La tomate peut être sujette à diverses attaques de ravageurs (acariens, insectes et nématodes) et de maladies cryptogamiques, bactériennes ou virales. Elle peut être également concurrencée par des mauvaises herbes et agressée par des facteurs abiotiques dont l'importance varie selon le mode d'installation de la culture et des conditions climatiques (Chibane, 1999).

I-8-1- Maladies

La tomate peut être affectée par plusieurs agents cryptogamiques, bactériens, viraux ou physiologiques. Les principales maladies de cette culture sont présentées comme suit.

I-8-1-1-Maladies cryptogamiques

I-8-1-1-1-L'Alternariose

L'Alternariose de la tomate est une maladie cryptogamique provoquée par un champignon *Alternaria solani* Sorauer (1896), de la famille des Pleosporaceae sur la tomate. Ce champignon attaque également d'autres solanacées, dont la pomme de terre, le piment et l'aubergine (Naika *et al.*, 2005).

I-8-1-1-2-Mildiou

Le mildiou est une moisissure qui se trouve dans toutes les régions du monde, mais on la trouve plus fréquemment dans les régions montagneuses ou dans les basses terres, où les conditions climatiques sont fraîches et humides (Naika *et al.*, 2005).

I-8-1-1-3-Fusariose de la tomate

C'est une maladie vasculaire, l'une des maladies les plus dévastatrices de cette culture à travers le monde (Haas et Defago, 2005). Elle est causée par *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici* et *Fusarium oxysporum* fsp. *radicis-lycopersici*, champignons telluriques dotés d'une spécificité stricte d'hôtes. Ils sont capables d'envahir l'ensemble du système vasculaire de la plante provoquant ainsi son obstruction et par la suite l'affaiblissement de la plante, puis sa mort (Duval, 1991). La maladie provoque de grandes pertes, en particulier sur les variétés sensibles de tomates, lorsque la température du sol et de l'air sont assez élevée. Cela favorise l'apparition de la maladie (Sudhamoy, 2009).

I-8-1-1-4-Verticilliose (*Verticillium dahliae*)

La Verticilliose est causée par *Verticillium albo-atrum* et *Verticillium dahliae*. Tout comme la fusariose, cette maladie se manifeste en premier lieu au niveau des feuilles inférieures et progresse vers la partie supérieure de la plante. Contrairement à la fusariose, les symptômes de la verticilliose se manifestent sur l'ensemble de la surface des feuilles, des branches ou des plantes (Ruocco *et al.*, 2011).

I-8-1-1-5-L'antracnose (*Collectotrichum coccodes*)

L'Antracnose est une maladie causée par le champignon *Collectotrichum coccodes*, qui occasionne des pertes conséquentes dans de nombreuses zones de production. Ses dégâts se manifestent essentiellement sur les fruits mûres, produits en plein champ et parfois en post-récolte. Les symptômes qui apparaissent sur ces fruits mûrs sont sous forme de petites lésions brunes claires, qui évoluent en taches circulaires légèrement déprimées et humides, réparties au hasard. Ces lésions évoluées prennent une tache brunâtre et des ponctuations noires apparaissent, elles correspondent aux micro-sclérotés. La cuticule des fruits reste intacte, elle peut se couvrir de petites masses de spores muqueuses en conditions climatiques humides. Plusieurs taches présentes sur les fruits peuvent confluer et entraîner une large pourriture (Blancard, 2010).

I-8-1-1-6-Oïdium

Le champignon *Leveillula taurica* est responsable des taches jaunes sur le dessus des feuilles, des spores blanches et poudreuses se développent sur ces taches, tant sur le dessus que le dessous des feuilles. En cas d'infection grave, on constate une sénescence des feuilles et des baisses de rendement. L'agent pathogène n'infecte ni les fruits, ni les tiges. Le développement de la maladie est favorisé par une humidité relative comprise entre 50 et 70% et une température entre 20 et 25°C. La présence d'eau libre n'est pas nécessaire (El Akel *et al.*, 2001).

I-8-1-1-7-Pourriture grise (*Botrytis cinerea*)

Elle est considérée parmi les maladies les plus redoutables en culture sous serre, elle est causée par *Botrytis cinerea*, ce champignon peut attaquer toute les parties de la plante principalement les feuille, la tige et le fruit. La maladie se manifeste sous forme de taches beiges en anneaux centriques par fois en forme de flamme en plus des chancres de couleurs gris beige légèrement déprimés avec un duvet grisâtre constitué des fructifications conidiennes du champignon. Sur fruit, on observe une pourriture molle avec affaiblissement

des tissus qui débute généralement au niveau des sépales ou pétales desséchés. On peut aussi observer des anneaux blanchâtres appelés taches fantômes. Une humidité relative de 90% et une température de 17 à 23°C sont les facteurs qui favorisent cette maladie. *Botrytis* est un champignon de faiblesse, alors lors de l'effeuillage, ébourgeonnement ou du tuteurage, il y'a une propagation importante de l'infection (El Akel *et al.*, 2001).

I-8-1-2-Maladies bactériennes

I-8-1-2-1-Feu (*Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*)

Cette bactérie est présente dans le monde entier, mais elle est plus répandue dans les pays tropicaux et subtropicaux. Le pathogène est propagé par le biais de graines, d'insectes, de gouttes de pluie, de débris des plantes infectées et les mauvaises herbes appartenant à la famille des solanacées. Les pluies torrentielles et une humidité élevée favorisent le développement de la maladie (Naika *et al.*, 2005).

I-8-1-2-2-Chancre bactérien

L'agent de cette maladie est *Corynebacterium michiganense*. Il se caractérise principalement par un flétrissement accompagné de chancres longitudinaux sur tiges et pétioles. Il y a noircissement des vaisseaux, puis de la moelle (Blancard, 1988; ACTA, 1990). La semence infectée est probablement la plus grande source d'inoculum dans le cas des infections primaires (systémiques). Les bactéries peuvent être présentes à la surface des graines, mais aussi dans les couches profondes du tégument (Naika *et al.*, 2005).

I-8-1-2-3-Flétrissement bactérien (*Ralstonia solanacearum*)

La bactérie qui provoque cette maladie est surtout commune dans les basses terres des pays tropicaux, où les températures sont relativement élevées. Il s'agit d'une maladie transmise par le biais du sol. Selon Naika *et al.*, (2005), les premiers symptômes chez les plantes infectées sont le flétrissement des feuilles terminales, suivit après 2 à 3 jours d'un flétrissement soudain et permanent sans jaunissement. Il existe aujourd'hui de nombreuses variétés résistantes au *Fusarium oxysporum* f.sp. *Lycopersici*, ce pathogène ne représente donc plus un grand danger pour la culture de la tomate.

I-8-1-3-Maladies virales

I-8-1-3-1- Tomato mosaic virus (TMV)

Le symptôme dépendra de la variété, l'âge de la plante au moment de l'infestation, et l'état de l'environnement. Le virus provoque: marbrures et rugosité des feuilles et nanisme.

Des rendements réduits et roussissement des fruits (Benton, 2008). La transmission se fait par des pucerons (Trottin-Caudal, 2011).

I-8-1-3-2- Pepperveinal Mottle Virus (PVMV)

Le PVMV provoque des mosaïques surtout sur la tomate, les souches virulentes peuvent provoquer la nécrose des feuilles et des tiges. Dans la nature la transmission de PVMV est non persistante (un puceron contaminé ne pourra transmettre la maladie qu'à une seule plante) et est causée par au moins cinq espèces de puceron. *Aphis gossypii*, *A. crassivora*, *A. spiraecola*, *Myzus persicae* et *Toxoptera citricidus* (Naika *et al.*, 2005).

I-8-1-3-3-Tomato spotted Wilt Virus (TSWV)

Virus de la maladie bronzée de la tomate montre des symptômes très variés. Sur les feuilles, on peut observer un symptôme de mosaïque vert clair à vert foncé, des taches chlorotiques à nécrotiques, parfois en anneaux, apparaissant sur les faces supérieures puis inférieures, des plages rouge brun, plus nombreuses et confluentes à la base des folioles, qui deviennent légèrement enroulées (Marchaux *et al.*, 2008). Le principal agent de transmission de TSWV est le thrips. Neuf espèces de cet insecte ont été rapportées vecteurs de ce virus.

I-8-1-3-4-Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV)

Les plantes atteintes ont une croissance ralentie ou même bloquée leurs conférant un aspect chétif: réduction des entre nœuds, aspect buissonnant, folioles de petites taille qui jaunissent et deviennent incurvées (cuillère), et parfois filiforme. Les fruits sont petits et peu nombreux. Si l'infection est précoce la récolte est nulle (Trottin-Caudal, 2011). Ce virus est transmis par les aleurodes (Benton, 2008).

I-8-2- Ravageurs

La tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques des ravageurs. Les aleurodes, pucerons, mineuses, acariens, thrips, noctuelles et punaises constituent ses principaux ravageurs en serres. Ces dernières années, plusieurs ravageurs ont provoqué des dégâts importants en serres de tomate, dont *Tetranychus evansi*, mais également la mineuse *Tuta absoluta*, ravageur de quarantaine apparu en 2008 en Europe, qui peut provoquer 100% de pertes dans les serres touchées (Ferrero, 2009).

I-8-2-1- Acariens (*Tetranychus* spp.)

Les acariens pondent leurs œufs sur le côté inférieur des feuilles. Les larves et les adultes sucent la sève des plantes. Les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent, les acariens peuvent fabriquer des toiles en fils légers qui ressemblent aux toiles d'araignée. Les dommages qu'ils provoquent sont les plus importants pendant la saison sèche (Shankar *et al.*, 2005). Les acariens se développent et se multiplient très rapidement par temps chaud et sec (température supérieure à 22°C et humidité relative inférieure à 50%). Le développement de l'œuf à l'adulte dure environ 15 jours à 20°C, 9 jours à 25°C et moins de 7 jours dès que la température dépasse 30°C (Trottin- Caudal, 2011).

I-8-2-2-Nématodes (*Meloidogyne incognita*)

Des racines noueuses présentent un problème important. Ils provoquent des galles (des tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes. Les symptômes apparents de l'infestation par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la sénescence précoce et la chute de rendements. Il existe de nombreuses espèces de nématodes qui attaquent la tomate, l'espèce la plus importante appartient au genre *Meloidogyne* spp. (Csizinszky *et al.*, 2005).

I-8-2-3-Insectes**I-8-2-3-1- Noctuelles**

L'espèce *Helicoverpa armigera* (Hubner), constitue un problème supplémentaire pour la culture de la tomate qui peut dans certaines zones dépasser celui de *Tuta absoluta* (Guénaoui, com, pers). Les chenilles des lépidoptères endommagent le feuillage et pénètrent dans les fruits détériorant leur qualité. Les fruits deviennent invendables et impropres à la consommation (Mazoullier *et al.*, 2001).

I-8-2-3-2-Pucerons

Des dommages directs sont produits lorsqu'ils apparaissent en grands nombres sur la culture, ou ils préfèrent les feuilles et les tiges les plus tendres. En outre, des dommages indirects peuvent être provoqués par les pucerons, en transmettant différents virus, tels que le virus de mosaïque du concombre (CMV) (Shankara *et al.*, 2005; Pyron, 2006). Parmi les espèces de puceron considérées comme ravageurs redoutables relevés sur la tomate, on peut citer: *Aphis gossypii* (Glover), *Myzus persicae* (Sulzer) et *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)

qui provoquent des dégâts considérables, notamment en serre ou une culture peut être détruite en l'espace de trois semaines (Boll et al; 1994; Csizinszky *et al.*, 2005).

I-8-2-3-3-Aleurodes

Deux espèces d'aleurodes sont très abondantes en cultures de tomate: L'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) et l'aleurode du tabac (*Bemisia tabaci* Gennadius). Les larves et les adultes prélèvent une grande quantité de sève brute (Oriani *et al.*, 2011), le miellat excrété salit les plantes et favorise la formation de fumagine due à *Cladosporium* sp., qui entrave la photosynthèse et empêche la respiration des feuilles (Smith, 2009). En plus de leur action de spoliation de la sève, ces insectes peuvent transmettre des virus phytopathogènes redoutables tels que le virus de la maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV: *Tomato Yellow Leaf Curl Virus*) (Berlinger et Dahan, 1987; Jiang *et al.*, 2004), ou le virus de la chlorose de la tomate (TICV) (Fraval, 2009; Melouk *et al.*, 2013; Cavalierier *et al.*, 2014).

I-8-2-3-4-Cicadelles

Ce sont de petits insectes très actifs de couleur claire à vert jaunâtre, dont les ailes sont transplantées, elles sont brillantes. Les adultes ont environ 2,5 mm de long. Les larves se déplacent latéralement. Les adultes et les larves infestent le feuillage et sucent les feuilles, ils provoquent une décoloration des feuilles et peuvent transmettre des virus. La lutte généralement n'est pas nécessaire (N'Djamena, 1995).

I-8-2-3-5-Thrips

Les thrips sont des insectes polyphages qui peuvent s'attaquer à différentes familles botaniques (Morse et Hoddle, 2006). Ces ravageurs ont également la capacité de transmettre des phytovirus aux plantes visitées au moment de la prise de nourriture (Mailhot *et al.*, 2007). La gravité de la virose provoquée par le virus de la mosaïque bronzée de la tomate (TSWV: *Tomato Spotted Wilt Virus*) est bien connue puisque les pertes en culture de tomate ont été estimées à 09 millions de dollars américains dans le monde en 10 années seulement (Riley *et al.*, 2011). Le principal vecteur de cette maladie est le thrips californien (*Frankliniella occidentalis*) qui cause de plus en plus de dommages dans les cultures de tomate en Algérie depuis son introduction (Houamel, 2013; Riley *et al.*, 2011).

I-8-2-3-6-Vers gris

Ce sont les chenilles de papillons de nuit, de la famille des noctuidées, espèce: *Peridroma saucia*. Les femelles pondent dans le sol au niveau des tiges. Les larves sont gris brun et ne sortent que la nuit. Le jour, elles se cachent dans le sol à quelques centimètres sous la surface. Les dégâts occasionnés par le vers gris s'observent généralement au printemps, après la transplantation sur le collet des plantes. Mais ces derniers peuvent également s'attaquer aux feuilles, aux fruits ou aux racines. Ils attaquent aussi les cucurbitacées, le chou, le maïs...etc., on l'appelle aussi le vers gris panaché (Leboeuf, 2004).

I-8-2-3-7-Mineuse de tomate

Depuis 2008, c'est la mineuse de la tomate (*T. absoluta*) qui est le principal ravageur de cette culture dépassant les autres espèces au cours des premières années. Ce déprédateur constitue un grand obstacle pour la production de la tomate sous abri comme en plein champ. En effet, des pertes de 100% ont été signalées la première année de son introduction en Algérie (Guenaoui, 2008; Berkani et Badaoui, 2008).

Chapitre II

La mineuse de la tomate

II-1-Introduction

T. absoluta Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) est un insecte oligophage, appelé couramment mineuse de la tomate, s'attaquant exclusivement aux solanacées (Lietti, 2005).

Dans les bonnes conditions climatiques *T. absoluta* peut s'attaquer à la pomme de terre, le poivron, l'aubergine ainsi qu'à d'autres plantes spontanées comme *Solanum nigrum* L. (Guenauoui, 2008; Pereyra et Sanchez, 2006; Estay, 2000).

Les larves, à tous les stades causent des dégâts importants en creusant des mines et des galeries sur la partie aérienne de la plante (feuilles, fleurs, tiges et fruits) (Guenauoui et Ghelamallah, 2008).

II-2-Origine

T. absoluta est un microlépidoptère phytophage de la famille des Gelechiidae et originaire de l'Amérique latine (Barrientos *et al.*, 1998). Il a été introduit accidentellement dans plusieurs pays du Bassin méditerranéen dès l'année 2006 (Urbaneja *et al.*, 2007). Après un premier signalement en 2006, dans la province de Castellon (Espagne), plusieurs foyers sont repérés l'année suivante le long de la côte dans la province de Valence et aux Baléares. En 2008, on signale des dégâts au Maroc, en Algérie et en France (Fraval, 2009).

II-3-Systématique

La mineuse de la tomate *T. absoluta*, autrefois appelé *Phthorimaea absoluta*, est un Microlépidoptère de la famille des Gelechiidae découvert par Edward Meyrick en 1917. Comme la systématique a grandement évolué avec les avancées technologiques, la dénomination du genre prit plusieurs formes, d'abord modifiée en *Gnorimoschema absoluta* en 1962 par Clarke, puis en *Scrobipalpula* en 1964 et en *Scrobipalpuloides* en 1987 par Polvony. Le nom actuel de cette espèce est *Tuta absoluta* (Polvony, 1994).

La position systématique de *T. absoluta* est la suivante (Povolny, 1975) :

- Règne..... Animalia
- Embranchement..... Arthropoda
- Classe..... Insecta
- Ordre Lepidoptera
- Sous-ordre Microlepidoptera
- Super- famille.....Gelechioidea
- Famille Gelechiidae

- **Sous-famille** Gelechiinae
- **Genre** *Tuta*
- **Espèce**..... *Tuta absoluta* Meyrick

II-4-Liste des noms binominaux

D'après EPPO (2005) et CAB international (2007) :

- ✓ *Phthorimaea absoluta* (Meyrick, 1917);
- ✓ *Gnorimoschema absoluta* (Clarke, 1962);
- ✓ *Scrobipalpa absoluta* (Povolny, 1964);
- ✓ *Tuta absoluta* (Povolny, 1994).

II-5-Répartition géographique

- **Dans le monde**

La mineuse de la tomate, *T. absoluta* (Meyrick, 1917) est un important ravageur de la tomate originaire de l'Amérique du sud. Elle a été signalée dans plusieurs pays à l'image de l'Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Paraguay, Uruguay et Venezuela (Urbaneja *et al.*, 2007). En 1964, elle a été mentionnée en Argentine, par la suite, il s'ensuit sa propagation vers d'autres pays de l'Amérique latine.

En 2006, elle a été détectée en Espagne dans la province de Castello. En 2008, *T. absoluta* a été identifiée dans plusieurs autres pays Européens (sud de la France et de l'Italie) et Méditerranéens (Maroc, Algérie, et Tunisie). En 2009, elle a été observée en Grande-Bretagne, Pays Bas, Albanie, Suisse, Portugal, Malte, et au Nord de la France. Cet insecte se propage très rapidement (Anonyme N°3, 2008) et en 2010 en Turquie (Koudjil *et al.*, 2013).

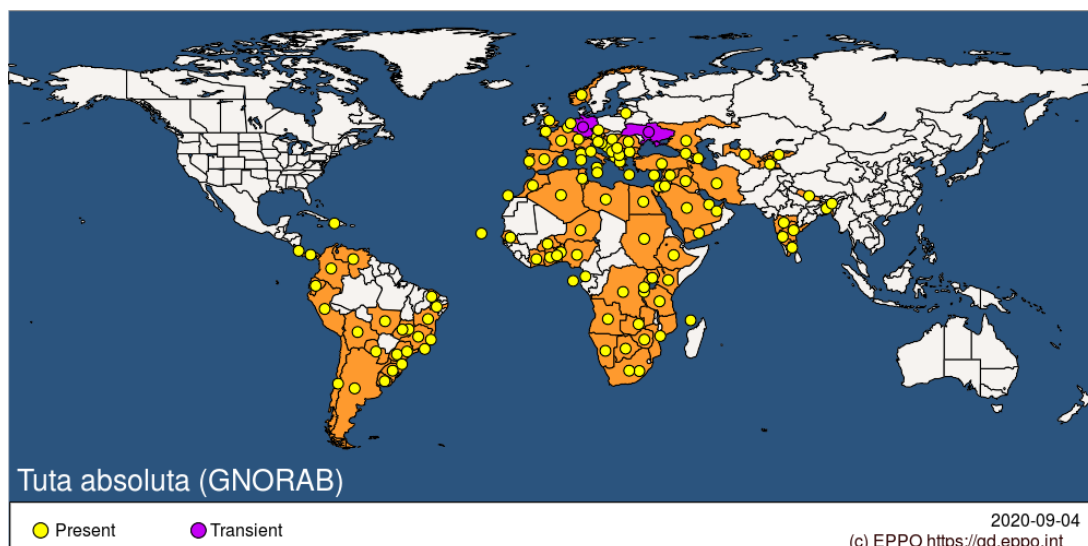


Figure 09 : Répartition géographique de *T. absoluta* (EPPO, 2020)

- **En Algérie**

Le premier signalement de *T. absoluta* en Algérie remonte au printemps 2008 dans le littoral de l'ouest, dans la région de Mostaganem (Berkani et Badaoui, 2008; Guenaoui, 2008). Depuis, il s'est propagé vers toutes les régions de production (INPV, 2008). Sa dispersion rapide d'Ouest en Est a alerté les autorités phytosanitaires qui ont déclaré cet insecte comme un ennemi majeur de la tomate.

II-6-Morphologie et biologie de *T. absoluta*

II-6-1- Morphologie

T. absoluta a un potentiel de reproduction élevé et un cycle de vie qui dure entre 24 et 76 jours en fonction des conditions environnementales.

Le cycle de développement de *T. absoluta* comporte quatre stades: un stade œuf, un stade larvaire lui-même divisé en 4 phases (L1, L2, L3 et L4), un stade nymphe et un stade adulte (Salama *et al.*, 2014).

II-6-1-1-Œuf

L'œuf, de forme ovale, mesure 0,36 mm de long et 0,22 mm de diamètre environ (Fig. 10). De couleur blanc-crème à la ponte, il devient jaune-orange en plein développement et plus foncé à l'approche de l'éclosion (Molla *et al.*, 2008). Selon Estay (2000), la ponte a lieu le plus souvent à la face inférieure des feuilles, rarement sur les tiges et les nervures et encore moins sur les fruits.



Figure 10 : Œuf de *T. absoluta* (Keddar, 2018)

II-6-1-2-Larve

La mineuse Sud-Américaine passe durant son cycle de développement par quatre stades larvaires successifs bien définis et différenciés en taille et en couleur (Vargas, 1970). Le premier stade larvaire est de couleur claire avec une tête sombre mesurant environ 0,6 à 0,9mm et atteint une taille de 1,6mm de long à la fin du premier stade larvaire (L1). Leur couleur change du vert clair au deuxième stade larvaire (L2) au vert foncé au troisième stade larvaire (L3), leur taille atteint 2,8mm au stade L2 et 4,7mm au stade L3. Au dernier stade larvaire L4, la larve atteint entre 7,3 et 8mm (Fig. 11); la face dorsale prend une couleur rose claire à rouge carmin. C'est la fin du développement larvaire et le début de la phase pré nymphe (Molla et *al.*, 2008; Silva, 2008).



Figure 11 : Stade L4 de *T. absoluta* (Keddar, 2018)

II-6-1-3-Nymphe (Chrysalide)

La nymphose se déroule dans le sol ou même sur les feuilles. Elle est de forme cylindrique et elle est verdâtre au début puis devient progressivement marron à l'approche de l'émergence, généralement protégée par un cocon blanc et soyeux (Fig. 12) (Arno et Gabarra, 2011).



Figure 12: Chrysalide de *T. absoluta* (Fredon, 2010)

II-6-1-4-Adulte

L'adulte mesure environ 10 mm d'envergure, il est gris argenté porte des taches noires sur les ailes antérieures (Fig. 13). Les antennes sont filiformes, présentant des anneaux caractéristiques de l'espèce. Les adultes sont actifs au moment du lever et du coucher du soleil et ils restent cachés dans les feuillages pendant le jour. La longévité des adultes est de 10 à 15 jours pour les femelles et de 6 à 7 jours seulement pour les mâles (Ghelamallah, 2008). Par ailleurs, Boualem *et al.* (2012) signalent une longévité des adultes variant entre de 7 à 18 jours, avec une moyenne de $12,5 \pm 3,6$ jours à $26 \pm 1,6^\circ\text{C}$ et une HR de $87 \pm 6,4\%$.



Figure 13: Adulte de *T. absoluta* (Bouchareb et Defous, 2019)

II-6-2-Biologie

Chaque femelle peut émettre entre 40 et 200 œufs au cours de sa vie. Son cycle de développement se présente en quatre stades larvaires et un état nymphal qui se fait généralement dans le sol (Barrientos *et al.*, 1998 citée par Ghelamallah, 2009).

Le cycle de développement de *T. absoluta* a été estimé par Boualem *et al.*, (2012) à $21,1 \pm 0,4$ jours à $26 \pm 1,6^\circ\text{C}$ et une HR de $87 \pm 6,4\%$ et $29,4 \pm 2$ jours à $23,4 \pm 2^\circ\text{C}$ et une HR de $75 \pm 3\%$. *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. Il peut y avoir de 10 à 12 générations par an (Mahdi *et al.*, 2011).

Tableau 04 : La durée du cycle de développement de *T. absoluta* en fonction de la température (Caudal *et al.*, 2010)

T (°C)	Œuf (J)	Larves(J)	Chrysalides (J)	Total (J)	Adulte (J)
15	10	36	21	67	23
20	07	23	12	42	17
22	6,1	13,3	10,1	29,5	/
25	04	15	07	27	13
27	3,2	9,7	8,2	21,1	/

30	/	11	06	20	09
----	---	----	----	----	----

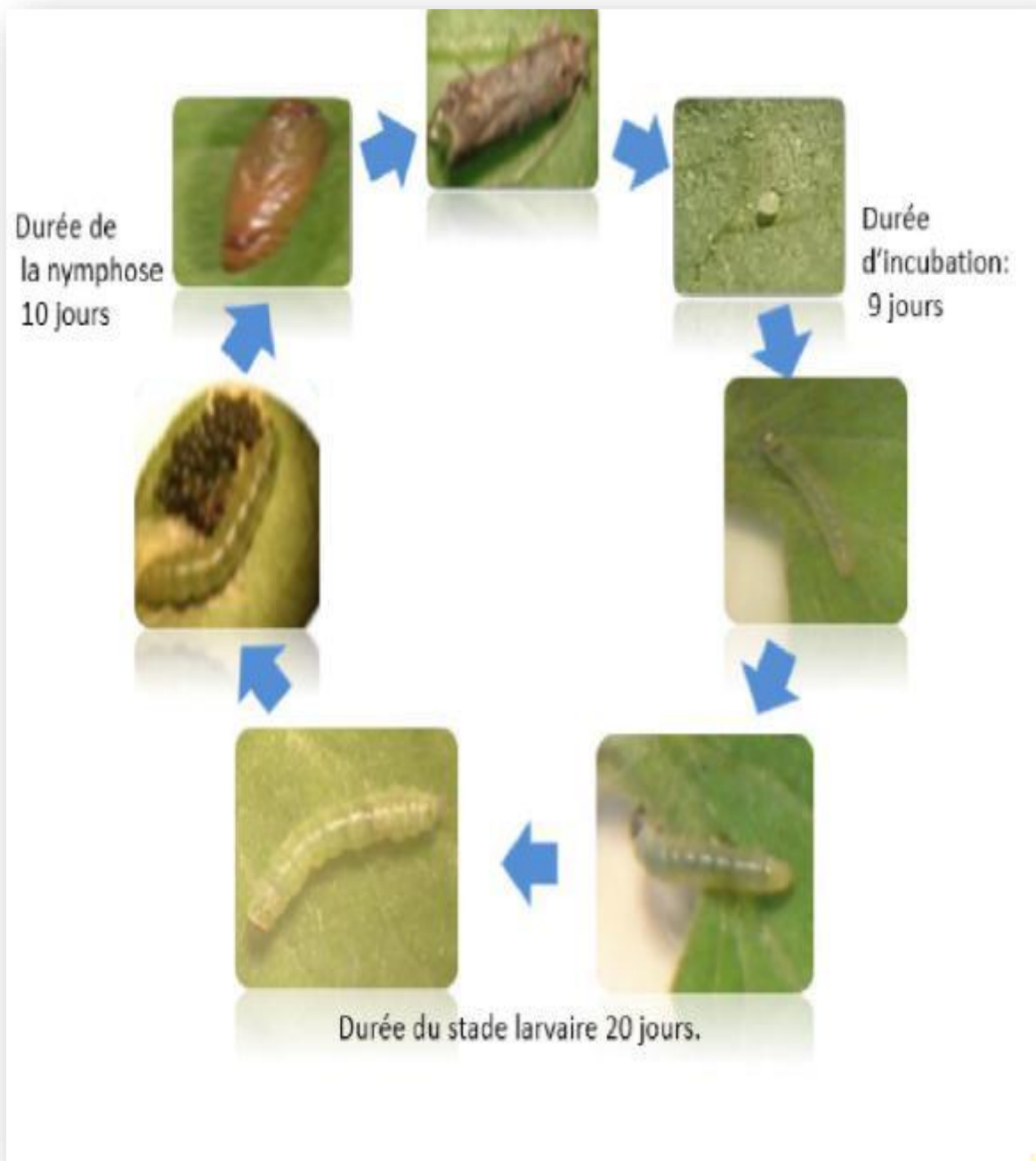


Figure 14: Cycle biologique de la mineuse *T. absoluta*, (Boumhiriz, 2017)

II-7-Plante hôte

Peyrera et Sanchez (2006), rappellent que les cultures de la famille des solanacées, comme la tomate, la pomme de terre et l'aubergine sont les plantes hôte de prédilection de la mineuse de la tomate. En revanche pour (Wang *et al.*, 2004), d'autres espèces de la même famille comme le poivron et le tabac ne sont pas favorables au développement de ce ravageur, comme la morelle de la caroline (*Solanum carolineuse* L.) peut servir d'hôte secondaire.

II-8-Dégâts

Ce ravageur produit des pertes par la réduction des rendements étant donné la destruction des feuilles et bourgeons, et par les dommages au niveau des fruits qui diminuent leur valeur commerciale (Biurrun, 2008).

II-8-1-Sur feuilles

L'attaque se caractérise par la présence de plages décolorées visibles sur les feuilles (Fig. 15), les larves se nourrissent uniquement du mésophylle, laissant l'épiderme intact. Les mines au niveau des feuilles sont irrégulières et se nécrosent (Ettaib *et al.*, 2013).



Figure 15 : Dégâts de *T. absoluta* sur feuille (Merabet, 2016)

II-8-2-Sur tige ou pédoncule

La larve pénètre à l'intérieur des tiges et forme des galeries et laisse ces déjections, de ce fait la larve perturbe le développement des plantes (Pereira *et al.*, 2008) .



Figure 16 : Dégâts de *T. absoluta* sur tige (Amazouz, 2008)

II-8-3-Sur fruits

Les chenilles s'attaquent aux fruits verts comme aux fruits mûrs. Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sorties à leur surface. Ces nécroses peuvent être profondes et rendent les fruits invendables et impropres à la consommation (Ramel et Oudard, 2008).



Figure 17 : Dégâts de *T. absoluta* sur fruits (Originale, 2020)

II-9-Moyens de lutte

La protection devra intégrer tous les moyens permettant un contrôle de cet insecte et une protection de la culture qui respectera aussi bien l'agriculteur, le consommateur et l'environnement par l'emploi raisonné et complémentaire des mesures culturales, prophylactiques, biologiques et phytopharmaceutiques (Anonyme N°4, 2009 in Chenouf, 2011).

II-9-1-Lutte culturale

Une gamme très large de procédés allant de la succession des cultures à l'implantation de cultures intermédiaires ou à l'association d'espèces différentes dans le même espace. Il ya également des modifications de dates et de densités de semis, l'ajustement des doses et des dates d'apport de fertilisants et bien d'autres pratiques utiles pour la lutte prophylactique contre les ravageurs .

La destruction des résidus des plantes des récoltes attaquées, par incinération et enfouissement, peut aider à la réduction des populations du ravageur et ainsi à la protection des prochaines cultures, recommande la rotation des cultures avec d'autres familles des solanacées car elle permet de réduire le taux d'infestation (Lietti, 2005).

➤ Avant la plantation

Une liste des précautions est à préconiser:

- Empêcher les papillons de pénétrer dans la serre en fermant toutes les ouvertures à l'aide de filets. Ceux utilisés pour lutter contre les pucerons (6 par 9 fils par cm²) sont assez fins pour prévenir les entrées de *Tuta absoluta*;
- Réparer tous les trous dans les parois et sur le toit;
- Installer une double porte à l'entrée de la serre. Les entrées ne doivent pas être dans le sens du vent dominant;
- Utiliser des plants sains, sans signe de présence de *T. absoluta* et installer des pièges contenant des phéromones sexuelles;
- Après arrachage de chaque culture infestée il faut respecter un délai de vide sanitaire d'environ 6 semaines avant l'installation d'une nouvelle plantation (Ramel et Oudard, 2008);
- La destruction des résidus de récolte infestés et l'élimination des chrysalides au niveau du sol sont nécessaires pour prévenir toute contamination par le ravageur à partir des anciennes cultures (Lietti et *al.*, 2005);

- D'autres options comme l'élimination des plantes hôtes adventices et l'assolement en intercalant la culture avec d'autres cultures qui ne sont des Solanacées peuvent constituer des moyens de contrôle de bio-agresseur (Dubon, 2010).
- **Au cours de la production**
- Réparation de toutes les ouvertures ou trous possibles au niveau des abris serres;
 - Entretien régulier du filet et ajout de silicone ou peinture sur les coutures;
 - Elimination des feuilles, tiges et fruits présentant des mines en utilisant des sacs en plastiques hermétiquement fermés. En pleine culture l'élimination des feuilles sénescents contaminées de la partie basale de la plante est une bonne pratique, car elle constitue un moyen de réduction des infestations pour les larves (Larrain, 1992).
 - Destruction des débris végétaux résultant de l'effeuillage, de l'ébourgeonnage et l'arrachage en fin de campagne;
 - Elimination du feuillage sénescents et les adventices à l'extérieur des serres;
 - L'introduction de la caisserie dans les serres doit être faite après lavage tout en respectant les règles d'hygiène fondamentales ;
 - Avant toute intervention il faut suivre les populations et mettre en place un système de surveillance permettant de déceler la présence de l'insecte (Akkal, 2019).

II-9-2-Lutte biotechnique

Il existe plusieurs moyens agro et biotechniques qui ont été employés pour combattre la mineuse de la tomate, comme les pièges à phéromones sexuelles qui attirent les mâles et les tuent (Filho *et al.*, 2000; Abbes et Chermiti, 2011; Delrio *et al.*, 2012), l'attraction des adultes par des sources lumineuses pour les éliminer (Kilic *et al.*, 2014).

Des recherches ont également été menées sur l'installation des effets répulsifs envers le prédateur (Medeiros *et al.*, 2009) ou attractifs des ennemis naturels de *T. absoluta* (Guenoui *et al.*, 2014).

II-9-3-Lutte biologique

La faune prédatrice et parasitoïde correspond à un facteur des plus utiles dans la régulation des populations des différents prédateurs des cultures. Dans le cas de *T. absoluta*, la reconnaissance et l'identification des différents entomophages inféodés à cette espèce s'avèrent indispensables dans le cadre de leur utilisation dans des programmes de lutte biologique (Boualem *et al.*, 2012).

Trois punaises prédatrices de *T. absoluta*, appartenant à la famille des Maridae, caractérisées par des régimes alimentaires divers, s'étendant de la phytophage stricte à la zoophagie ont été identifiées dans les travaux de Boualem *et al.* (2012), il s'agit de *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophus pygmaeus* "caliginosus" Wagner et *Dicyphus errans* Wolff.

N. tenuis correspond au prédateur dominant en Algérie, suivie par *M. pygmaeus* qui vient en seconde position du point de vue importance. En effet, Urbaneja *et al.* (2009); Molla *et al.* (2009) signalent également que *N. tenuis* et *M. pygmaeus* sont les prédateurs majeurs de *T. absoluta* observés en Espagne.

Le complexe parasitaire, autre que la faune prédatrice, se résume en sept espèces de parasitoïdes inféodées à *T. absoluta* sur tomate sous serre. Il s'agit de *Necremnus artynes* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), *Neochrysocharis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Sympiesis* sp. (Hymenoptera: Eulophidae), *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae), et d'*Hyposoter didymator* Thunberg (Hymenoptera : Ichneumonidae) et des Trichogrammes. *N. artynes* est le parasitoïde dominant avec une abondance de 90,3% (Boualem *et al.*, 2012) . cela se confirme avec les travaux de Molla *et al.* (2008) et Gabarra et Arno (2010) in Desneux *et al.* (2010) qui signalent que l'abondance de *N. artynes* a considérablement augmenté entre l'année 2008 et 2009 dans le bassin méditerranéen.

Néanmoins, l'activité de ces antagonistes reste limitée à cause des conditions climatiques difficiles notamment les grandes chaleurs estivales (Dehliz, 2016).

II-9-4- Lutte chimique

Les premiers insecticides d'origine chimique utilisés contre *T. absoluta* en Amérique du Sud étaient les organophosphorés est le Cartap, mais plus tard, en 1970, ils ont été remplacés par les pyréthroïdes (Desneux *et al.*, 2010). L'efficacité des organophosphorés a diminué après les années 1980 en raison de l'apparition d'une résistance de *T. absoluta* à ces produits au Brésil et au Chili. Toujours au Brésil, *T. absoluta* a montré une résistance au Cartap, à l'abamectine et au perméthrin (Siqueira *et al.*, 2000 et 2001).

Durant les années 1990, plusieurs insecticides ont été introduits, tels que l'Abamectine, l'Acylurée, le Spinosad, le Tebufonozide agissant comme dérégulateur de croissance des insectes nuisibles (Lietti *et al.*, 2005). Les traitements insecticides conventionnels outre qu'ils sont plus ou moins nocifs pour l'environnement et les applicateurs, les insecticides chimiques ne sont pas toujours efficaces. En effet, *T. absoluta* arrive à développer rapidement des résistances. De plus, les larves sont protégées dans les galeries situées au niveau des feuilles,

des tiges et des fruits, ce qui les protège d'insecticides traditionnels. Enfin, l'application de certains produits nuit à la faune auxiliaire et peut ainsi aggraver le problème. L'indoxacarbe est autorisé mais, pour limiter les risques de résistance, il est interdit de l'appliquer plus de 3 fois par cycle de culture, et déconseillé de dépasser deux traitements consécutifs (Tabone *et al.*, 2012).

En plus, il est nécessaire d'intégrer à l'usage des insecticides toutes les méthodes de lutte de *T. absoluta* disponibles tout en les combinant en une stratégie de lutte intégrée. On doit utiliser donc tous les moyens disponibles pour qu'ils soient efficaces pendant plusieurs années (Guenoui, 2008).

II-9-5-Lutte intégrée

Il est nécessaire de procéder à une lutte intégrée de façon à permettre la conservation des insectes auxiliaires dans les cultures. Différentes combinaisons sont possibles entre traitements, auxiliaires et autres moyens de lutte disponibles. Il est donc recommandé d'intégrer diverses méthodes de lutte (Elouissi, 2016).

- Piégeage massif, avant la plantation, pour capturer le maximum de mâles de *T. absoluta*;
- Traitement avec les pesticides sélectifs;
- Recommandation de réalisation des traitements en combinant les biopesticides avec les insecticides chimiques de synthèse pour réduire les méfaits;
- Lutte biologique (utilisation d'un ennemi naturel).

Chapitre III

Les extraits des plantes

III-1- Introduction

Depuis la nuit des temps, les hommes apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes. Aujourd'hui encore, les deux tiers de la pharmacopée ont recours à leurs propriétés curatives. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales. Si certaines pratiques médicales paraissent étranges et relèvent de la magie, d'autres au contraire semblent plus fondées, plus efficaces. Pourtant, toutes ont pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des hommes (Iserin *et al.*, 2001).

III-2- Historique

Les plantes nous relient au passé, au présent et à l'avenir. Nous les associons à d'appétissantes nourritures, aux parfums de la nature, aux médecines douces, à de paisibles jardins, à des savoirs utiles, à des histoires mystérieuse et à des pratiques sacrées. Chaque élément de cette tapisserie colorée avive les autres mais, sous les fils, la trame est verte. Car la plante est à l'origine de tout ce charme (Bremness, 2005).

Il y a environ 500 000 plantes sur terre ; 10 000 d'entre elles, environ, possèdent des propriétés médicinales. Cent des plus courantes, présentées dans l'ordre alphabétique de leurs noms latins, sont étudiées dans la partie consacrée aux principales plantes médicinales.

La plupart de ces plantes sont bien connues et traditionnellement utilisées dans le monde entier, comme la camomille allemande (*Chamomilla recutita*), ou le gingembre (*Zingiber officinale*) (Bremness, 2005).

III-3- Les plantes médicinales

- Généralités

On appelle plantes médicinales ou pharmaceutiques, toute plantes qui a été séchée ou traitée selon des méthodes, et employée dans la préparation des médicaments (Thurzova, 1978).

Par définition, celles qui possèdent une activité pharmacologique pouvant conduire à des emplois thérapeutique, et cela grâce à la présence d'un certain nombre de substances actives dont la plupart agissent sur l'organisme humain. Elles sont utilisées en pharmacie humaine et vétérinaire, en cosmétologie, ainsi que dans la confection de boissons, soit à l'état naturel, soit en préparation galénique, soit encore sous forme de principes actifs, comme matière pour l'obtention de médicaments (Naghibi, 2005; Babulka, 2007 in Mebarki, 2010).

Les plantes médicinales ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux.

D'après Elqaj *et al.* (2007) in Bitam (2012), environ 35000 espèces de plantes sont employées dans le monde à des fins médicinales, ce qui constitue le plus large éventail de biodiversité utilisé par les êtres humains. Les plantes médicinales continuent de répondre à un besoin important malgré l'influence croissante du système sanitaire moderne. En effet, dans plusieurs pays en voie de développement, une grande partie de la population fait confiance à des médecins traditionnels et à leurs collections de plantes médicinales pour les soigner (Benayad, 2008).

La production des médicaments nécessite de grandes quantités de plantes médicinales (matière première); donc la culture de ces dernières doit être à grande échelle. Aujourd'hui les préparations pharmaceutiques dans le monde utilisent environ 300 espèces de plantes médicinales et aromatiques. En plus les plantes sont utilisées généralement en tisanes, extraits et teintures (Frantisek, 1992).

III-4- Les méthodes d'extraction des métabolites secondaires

III-4-1-Définition

L'extraction est utilisée pour extraire sélectivement un ou plusieurs composés d'un mélange initial, sur la base de propriétés chimiques ou physiques. L'homme utilise des colorants, des parfums, des arômes, et des extraits de produits naturels depuis la haute Antiquité, par différentes techniques. L'extraction proprement dite, appelée hydro diffusion conduisant au relargage des composés de métabolite secondaire dans le milieu aqueux (Romdhane et Tizaoui, 2005; Kubátová *et al.*, 2002; Perineau, 1992).

III-4-2- Les formes des extraits

III-4-2-1-Les extraits aqueux

- **Infusion**

Une infusion se fait couramment avec les feuilles et les fleurs des plantes, mais dans certains cas, il est éventuel de faire également infuser des racines et des écorces. Le principe est simple: on verse de l'eau bouillante sur la plante, et on laisse infuser entre dix et vingt minutes. Une infusion peut se conserver au réfrigérateur pendant 48 heures maximum (Nogaret-Ehrhart, 2003).

- **Décoctions**

On place le matériel végétal dans de l'eau froide que l'on porte à ébullition et que l'on maintient en cet état environ 15 mn ou plus. On laisse ensuite reposer et on filtre après environ 15 mn pour récupérer le jus (Potel, 2002).

- **Macérations**

Elle consiste à mettre une plante ou partie de plante, dans de l'eau froide (macération aqueuse) ou une huile végétale (macération huileuse), pendant plusieurs heures, voir plusieurs jours, pour permettre au constituants actifs de bien diffuser. Elle convient pour l'extraction de plantes contenant du mucilage, comme les graines de lin ou les graines du plantain des sables, leur forte concentration en amidon ou pectine peut causer une gélatinisation s'ils se préparent dans de l'eau bouillante. Egaleme nt utilisée pour empêcher l'extraction de constituants indésirables qui se dissolvent dans l'eau chaude (Kraft et Hobbs, 2004).

Elle concerne aussi les plantes dont les substances actives risquent de disparaître ou de se dégrader sous l'effet de la chaleur par ébullition (Baba-Aissa, 2000).

III-4-2-2- Extrait par solvant éthanolique ou hydro-alcoolique

- **Teintures**

Ce sont des préparations alcooliques résultant d'un traitement extractif exercé par alcool éthylique sur les drogues sèches. On les prépare par macération (drogue+ solvant à froid); par lixiviation (passage plus ou moins rapide du solvant froid ou chaud à travers la poudre végétale).

Les teintures correspondent au 1/5e de leur poids de drogue sèche (sauf les teintures héroïques qui sont au 1/10e) (Odile, 2011).

- **Teintures mères**

La teinture-mère est un procédé consistant à utiliser une plante fraîche qu'on laisse macérer plusieurs jours dans un mélange d'alcool. La solution hydro-alcoolique va extraire les composants végétaux et ainsi se charger en principes actifs (ceux de la plante utilisée). Le liquide est ensuite filtré, ce qui donne une teinture-mère qui pourra servir telle quelle ou qui participera à la réalisation de remèdes thérapeutiques, notamment homéopathiques. Grâce à cette méthode d'extraction, la concentration en principes actifs est optimale (Dominique pradeau).

➤ **Alcoolatures**

Ce sont des préparations résultant de l'épuisement par l'alcool des drogues fraîches. Les proportions employées sont à parties égales en poids de plantes fraîches et d'alcool à titre élevé. Les plantes fraîches sont mises à macérer pendant huit jours avec l'alcool dans un récipient clos. Après une compression on passe à une filtration (Fouchet *et al.*, 2000).

➤ **Suspensions intégrales de plantes fraîches (SIPF)**

Ce sont des cryobroyats composés de drogue fraîche suspension dans une solution hydro alcoolique. Elles sont obtenues à partir de la totalité de la drogue fraîche par un procédé original qui permet le blocage des réactions enzymatiques évitant ainsi tout risque de modification, ou dégradation des principes actifs. Il est indispensable de les diluer afin de débloquent les réactions enzymatiques et de diminuer le titre alcoolique (Fouchet *et al.*, 2000).

III-4-2-3-Extraits glycinés

La plante fraîche est cryobroyée puis les principes actifs hydrosolubles isolés par extractions successives dans l'eau et l'alcool de degré croissant. L'alcool est évaporé sous vide puis le résidu sec est mis en suspension dans le glycérol (Bertrand, 2010).

III-4-2-4-Autres formes galéniques des extraits

Selon Cazau-Beyret (2013), plusieurs formes de préparations d'extraits peuvent être mises en œuvre pour l'obtention d'effet thérapeutique à partir d'une plante dont parmi:

➤ **Extraits secs pulvérulents**

Leur préparation se fait en trois phases: l'extraction des principes actifs (PA) par macération ou lixiviation dans l'eau ou l'alcool, la filtration et la concentration et enfin l'élimination du solvant par séchage.

➤ **La poudre de plante**

Obtenue par simple broyage de la plante sèche, elle conserve le totum de la plante. Des gélules peuvent être fabriquées avec cette poudre.

III-5-Rôle d'extraction

Les techniques d'extractions sont utilisées, la première une extraction soxhlet avec le méthanol comme solvant extractant et la deuxième une extraction par sonication avec l'éthanol et l'acétone comme solvants, ceci dans le but de tester et confirmer l'efficacité des extraits et de comparer entre les résultats de chaque méthodes obtenus et encourager l'utilisation des extraits naturels issus des techniques d'extraction dites vertes, que ce soit la technique d'extraction appliquée pour extraire les principes actifs à pouvoir bio pesticides, les extraits des plantes exercent un effet très appréciable. En perspective, il est très intéressant de poursuivre cette étude par d'autres recherches sur différentes échelles, effectuant une caractérisation chimique des extraits ayant présentés des résultats satisfaisants afin de déterminer le support moléculaire responsable de ses activités biologiques, approfondir les recherches sur l'aspect toxicologiques des plantes utilisées comme alternatif à la lutte chimique, et de tester et appliquer ces extraits en plein champ (Boumhiriz, 2017).

Les substances défensives des plantes ont servi d'insecticides contre les arthropodes ravageurs des cultures avant l'utilisation des produits de synthèse modernes. Les extraits de plantes sont utilisés comme répulsif ou comme insecticides. Le mode de préparation et la dilution des extraits d'une même plante ont une influence sur leur efficacité contre une espèce donnée, ils doivent donc être judicieusement choisis. L'utilisation optimale des extraits végétaux et atteinte dans un contexte agricole peu intensif, ou il n'est pas question d'éradiquer totalement les populations de ravageurs, mais seulement de les réduire. Il est particulièrement important de protéger les espèces auxiliaires indigènes qui se nourrissent des ravageurs, en plaçant des nichoirs, abris, etc., et en n'utilisant pas de substances agressives (Aubertot *et al.*, 2005).

Ces mesures, associées aux extraits végétaux, peuvent diminuer la pression des ravageurs jusqu'à ce qu'elle soit supportable par la plante cultivée. Toutefois, elles ne sont pas toujours suffisantes et doivent s'accompagner parfois de rotations des cultures mieux adaptées, de l'élimination des débris de culture et des plantes atteintes, de l'acclimatation ou de fréquents lâchers d'auxiliaires (Bernard *et al.*, 2009).

III-6- Métabolites secondaires des plantes médicinales

Les métabolites secondaires appartiennent à des groupes chimiques variés (alcaloïdes, terpéniques, composés phénoliques...) qui sont très inégalement répartis chez les végétaux mais dont le niveau d'accumulation peut quelquefois atteindre des valeurs élevées. La notion

de «métabolite secondaire» résultat initialement de trois groupes d'observations: d'abord une difficulté à attribuer à ces métabolites une fonction précise dans la physiologie même de la plante, ensuite une répartition très inégale selon les végétaux, quelquefois entre des espèces ou variétés à l'intérieur d'une même espèce, enfin une certaine «inertie biochimique» car ces substances sont rarement remobilisées dans la plante après qu'elles y ont été accumulées (Macheix *et al.*, 2005).

III-6-1-Poly-phénols

Les composés phénoliques ou les poly phénols (PP) constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ils correspondent à des produits du métabolisme secondaire des plantes, depuis les racines jusqu'aux fruits. Ce qui signifie qu'ils n'exercent pas de fonctions directes au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal, comme la croissance, ou la reproduction (Fleuriet, 1982; Yusuf, 2006).

Les poly phénols sont des produits de la condensation de molécules d'acétylcoenzyme A et de phénylalanine. Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules qui sont spécifiques d'une espèce de plante, d'un organe ou d'un tissu particulière (Nkhili, 2009).

Ils sont largement distribués et comportant au moins 9000 différentes structures connues (Bahorun, 1997). Ces corps jouent un rôle fondamental car ils sont des éléments importants de qualités sensorielles (couleur et caractères organoleptiques) et nutritionnelles des végétaux, tels que les légumes, les fruits, les céréales ou les fruits secs, ainsi que dans les boissons, le café, le cacao ou le thé. Une alimentation équilibrée fournit à l'Homme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïdes ou vitamine E (Scalbert *et al.*, 2005).

III-6-2-Flavonoïdes

L'ensemble des flavonoïdes sont de structure générale en C₁₅ (C₆-C₃-C₆), constituent une énorme classe de composés phénoliques naturels. Ils sont présents dans la plupart des tissus végétaux, souvent dans les vacuoles, ils peuvent se produire sous forme de monomères, de dimères et d'oligomères supérieurs (Macheix *et al.*, 2005).

Les flavonoïdes forment un ensemble de composés qui effectuent une large gamme de fonctions (Ex: protègent les plantes contre l'irradiation UV-B). Les flavonoïdes sont constitués de divers groupes de métabolites qui comprennent les chalcones, les auronnes, les

flavanones, les isoflavones, les flavones, les flavonols, les flavane-3,4-diols (leucoanthocyanidines), les flavane-3-ol et les anthocyanidines (Chira *et al.*, 2008).

III-7- Domaines d'application des plantes médicinales

En raison de leur importance économique, sociale, médicinale, écologique et culturelles, les plantes médicinales commencent, ces dernières années, à occuper une place de choix au niveau des différents secteurs, et notamment, celui de la recherche, de l'agriculture, de l'industrie, de la médecine et de l'environnement (Hamza, 2011).

III-7-1-Utilisation en cosmétique et agriculture

Les plantes médicinales sont utilisées pour soigner diverses maladies de la peau ainsi que dans la fabrication de produits de beauté, parfums et articles de toilette, produits d'hygiène...etc. Les huiles de quelques arbres comme l'arbre *Azadirachta indica*, qui se développe au subcontinent indien et dont la hauteur atteint 12 à 18 m, ont des utilisations dans l'agriculture dans le contrôle de divers insectes et nématodes (vers parasites) (Calvet, 2005; Bathily, 2002).

III-7-2-Utilisation en alimentation

Les plantes médicinales sont utilisées en tant que composants de compléments alimentaires, colorants, composés aromatiques et épices... etc. (Delaveau, 1987).

III-7-3-Utilisation en médecine

Les plantes médicinales constituent un patrimoine précieux pour l'humanité, elles sont des usines chimiques naturelles, produisant des substances actives biochimiques: alcaloïdes, huiles essentielles, flavonoïdes, tanins,... et les mettent à la disposition de l'homme qui peut en faire usage pour sa santé et satisfaire ses besoins vitaux (Schauenberg et Paris, 1997).

Malgré le progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement (Tabuti et Dhillion, 2003).

Partie expérimentale

Chapitre I

Analyse de la méthodologie

I-1- Objectif du travail

Depuis son introduction en 2008, *T. absoluta* (Meyrick) a causé des dégâts importants sur les cultures de tomates. La lutte chimique est une méthode rapide et simple pour empêcher le développement de ce ravageur. Cependant, l'utilisation massive de ces produits chimiques présente des risques potentiels pour la santé et l'environnement. C'est dans ce cadre, que différentes études ont été menées au laboratoire de recherche protection des végétaux par des étudiants spécialisés en sciences agronomiques "Master protection des cultures", et en sciences biologique "Master biotechnologie et valorisation des plantes", dans l'objectif de fournir des solutions alternatives basées sur l'utilisation des bio-insecticides d'origine végétale qui sont des produits naturels aux professionnels de l'agriculture.

Ce travail est une synthèse de travaux de quatre mémoires, sur l'effet bio-insecticide de différents produits botaniques *in vivo* et *in vitro* à l'égard de la mineuse de la tomate *T. absoluta* extraites à partir de différentes parties (feuilles et fleurs) de plantes (*Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica* et *Pelargonium zonale*).

Le but de ce travail consiste à évaluer le pouvoir insecticides des extraits sur *T. absoluta* dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales. Les expérimentations sont réalisées en fonction des objectifs suivants :

- Tester l'activité insecticide *in vivo* et *in vitro* des extraits obtenus par différentes méthodes d'extraction et différentes parties de plantes.
- Comparer les résultats obtenus et déterminer l'activité insecticide des produits naturels.

Chacun de ces travaux représente une méthodologie déférente à l'autre comme c'est reporté dans le tableau 05 :

	Ravageur	Stades larvaires	Espèce végétale	Provenance	Date de récolte	Parties utilisées	Plante sèche/ fraîche	Poids de plante (g)	Méthode d'extraction	Solvants d'extraction (ml)	Nature du test
Ikhlef Yassine Mohamed Mustafa	<i>Tuta absoluta</i>	L1	<i>Mentha spicata</i>	Oran	mars 2017	Feuilles	Fraîche	30 g	Soxhlet	35ml Méthanol	<i>In vivo</i>
		L2 L3 L4	<i>Urtica dioica</i>	Mazagran. Mostaganem	mars 2017	Feuilles	Sèche	30g	Macération	10ml Acétone	<i>In vivo</i>
Keddar Fayza	<i>Tuta absoluta</i>	L1 L2 L3 L4	<i>Pelargonium zonale</i>	Sidi Ali, Mostaganem	Mars 2017	Feuilles	Fraîche	100g	Macération	135ml de Méthanol et 15ml de Hcl, 135ml Acétate d'Éthyle	<i>In vitro</i>
Ayad Azdine Slimani Toufik	<i>Tuta absoluta</i>	L1 L2 L3 L4	<i>Mentha spicata</i>	Mazagran	Mars 2018	Feuilles	Fraîche	1000g	Macération	1350ml Méthanol, 150ml Hcl, 1350ml Ethanol, Acétone	<i>In vivo</i> et <i>In vitro</i>
Boumhiriz Rachid	<i>Tuta absoluta</i>	L1	<i>Mentha spicata</i>	Mazagran	Juillet 2017	feuilles	Fraîche	30 g	Soxhlet	300ml Méthanol	<i>In vitro</i>
		L2 L3 L4	<i>Cucurbita pepo</i>	Mazagran	Juillet 2017	Feuilles Fleurs	Fraîche	01g	Sonication	05ml Ethanol Acétone	

II-2-Définition des différentes méthodes utilisées par les auteurs étudiés

II-2-1-Méthode d'extraction Soxhlet

L'extracteur de Soxhlet est une pièce de verrerie permettant d'effectuer une extraction solide liquide avec une grande efficacité. L'appareil porte le nom de son inventeur : Franz Von Soxhlet; c'est une méthode simple et convenable qui nous permettra de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée (Penchev, 2010). L'extracteur Soxhlet est utilisé dans différents domaines, parmi ces derniers : l'extraction d'un composé soluble dans le solvant utilisé, le lavage d'un composé solide par solvant (à condition que ce composé soit totalement insoluble dans ce solvant). Il est utilisé aussi dans l'extraction des huiles végétales. Cette méthode d'extraction exige un pro-traitement pour le mélange obtenu par Soxhlet. En pratique on utilise un évaporateur rotatif pour séparer l'extrait et le solvant d'extraction (Penchev, 2010).

➤ Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet

Le Soxhlet est une méthode classique pour l'extraction solide-liquide. Les avantages du Soxhlet sont les suivants: l'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant, ce qui aide à déplacer l'équilibre de transfert vers le solvant et l'épuisement complet du soluté. Cette méthode est une macération continue à chaud et ne nécessite pas de filtration après extraction. Le Soxhlet est indépendant de la matrice végétale (Grigonis *et al.*, 2005). Le Soxhlet possède quelques désavantages comme, le temps d'extraction relativement long, la possibilité de dégradation des composés à cause des solvants (Grigonis *et al.*, 2005).

II-2-2-Extraction par macération

La macération est un procédé qui consiste à laisser séjourner une plante dans un solvant à froid pour en extraire les composés solubles (aromes, principes actifs). Elle peut se faire dans une solution alcoolique, de l'eau, une saumure, l'huile...etc. Cette dernière préserve les espèces chimiques fragiles.

II-2-3-Extraction par sonication

C'est l'acte d'appliquer de l'énergie sonore pour agiter les particules dans un échantillon, à diverses fins. Les fréquences ultrasonores sont généralement utilisées, ce qui conduit à ce que le procédé soit également appelé ultrasons ou ultra-sonication. Dans le laboratoire, il est habituellement appliqué à l'aide d'un bain à ultrasons ou d'une sonde à ultrasons, connue sous le nom de sonicateur.

Chapitre II

Analyse des résultats

II-Analyse des résultats

Tableau 06 : Résultats

	Poids sec d'extrait (g)	Rendement en (%)	Fortes concentrations	Faibles concentrations	Stades résistants	Stades sensibles	DL50 / DL90
Ikhlef Yassine Mohamed Mustafa	3,333g	11,11%	35%, 40%	5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%	L3 et L4	L1 et L2	/
Keddar Fayza	3,6g	3,6%	40% et 25%	5% ,10% ,15%, 20%, 30%,35%	L3et L4	L1et L2	DL50 à 32% DL90 à 57.71%.
Ayad Azdine Slimani Toufik	15g	1,50%	20%	5% ,10% et 15%	L3 et L4	L1et L2	DL50 a 4,23%
Boumhiriz Rachid	Feuilles des plantes : 11,37 Feuilles matures: 6,11 Feuilles jeunes: 3,5 Fleurs de la courge: 3 <i>M. spicata</i> : 7	4,66 2,35 2,53 1,29 15,21%	10%, 20%	5%, 15%	L3 et L4	L1 et L2	/

II-1-Interprétation des résultats

Plusieurs substances d'origine végétale ont été testées sur la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Les plantes utilisées pour cette synthèse d'études sont : *Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica*, *Pelargonium zonale*. L'étude a concerné certaines parties de la plante dont les feuilles et fleurs, comme pour la réalisation de ces travaux, différentes techniques d'extraction furent utilisées convenablement pour chaque type. Il faut noter que les espèces végétales sont prélevées chacune d'une région différente.

II-1-1 *Mentha spicata*

Ikhlef et Mohamed (2017) et Boumhiriz (2017) ont étudié la menthe « *M. spicata* » dont les travaux sont résumés comme suite : l'efficacité de l'extrait hydro-alcoolique de *M. spicata* récoltés de la région de Mostaganem a montré une activité larvicide intéressante. En effet, une sensibilité des stades larvaires de cette mineuse (*T. absoluta*) vis-à-vis de ces deux traitements a été enregistrée, essentiellement pour les stades L1 et L2. Le rendement d'extraction de *M. spicata* obtenu lors de leur étude était respectivement de l'ordre de 11,11% et 15,21%.

D'autres travaux effectués par Ayad et Slimani (2018), *in vivo* et *in vitro* sur les larves de *T. absoluta* pour tester l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de *M. spicata* sur leur population ont révélé les résultats suivants. Ces derniers ont obtenu un rendement de 1,5% de l'extrait hydro alcoolique de *M. spicata*. Le test *in vitro* a fait ressortir que la concentration 20% a été la plus efficace, avec des taux de mortalité les plus élevés enregistrés sur la durée du test comparativement aux autres concentrations (5%; 10%; 15%).

Ces résultats montrent que *M. spicata* nécessite une dose moyenne de 4,23% pour tuer 50% des individus traités; ce qui signifie que l'extrait de *M. spicata* est une alternative pour traiter les larves de *T. absoluta*.

Les résultats obtenus des tests *in vivo* et *in vitro* ont montré une grande efficacité sur les larves de *T. absoluta*, ce qui a permis de noter que l'insecte présentait une sensibilité à l'extrait hydro-alcoolique de la menthe et que celui-ci variée d'un stade à l'autre, les tests *in vitro* ont démontré que L1 et L2 sont les plus sensibles à toutes les concentrations, le test *in vivo* a montré une efficacité mieux que celle d'*in vitro* et il a confirmé que la concentration 20% est efficace. *M. spicata* s'est avérée efficace contre *T. absoluta* pour les travaux de Ayad et Slimani (2018).

II-1-2 *Urtica dioica*

Le test *in vivo* a montré que l'extrait de purin d'ortie était très efficace, car il a enregistré un taux de mortalité de 45%, cela reste supérieur au résultat obtenu avec l'extrait de la menthe, qui avait enregistré un taux de 39% sur les populations larvaire de *T. absoluta*. Mais nous pouvons dire que l'extrait de la menthe et le purin d'ortie ont prouvé leur efficacité autant que produit biocide à l'égard de *T. absoluta*, car les taux étaient assez voisin. D'après les résultats, les stades larvaires les plus sensibles à ces extraits sont les stades L1 et L2.

II-1-3 *Curcubita pepo*

L'étude *in vitro* de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge *C. pepo* sur les larves de la mineuse de la tomate a révélé que l'extrait pouvaient tuer efficacement cet insecte dans ses différents stades larvaires L1; L2; L3; L4.

L'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge *C. pepo* (fraiche) a été obtenu par la méthode de sonication. Après l'extraction le rendement de matière récupérée a enregistré un rendement des feuilles de la courge de 2,35%. Le test *in vitro* a montré des variations sur l'évolution des larves en fonction du temps et la concentration. D'après les données recueillies pour ce travail, on note que la dose 10% est la plus efficace car le bloc traité par cette dose a montré un taux de mortalité le plus élevé pendant les 05 jours du test par rapport aux autres blocs traités par 5%; 15% et 20%.

II-1-4 *Pelargonium zonale*

Keddar (2017) a réalisé une étude sur un test *in vitro* de l'effet de l'extrait polyphénolique de *Pelargonium zonale* à l'égard des larves de *T. absoluta*. Elle a effectué une extraction hydro-alcoolique des feuilles fraîches de la *P. zonale* par la méthode de macération. Après le processus d'extraction, elle a obtenu un rendement exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ, Le rendement de l'extrait phénolique des feuilles fraîches de *P. zonale* a été de 3.6%. L'étude *in vitro* de l'extrait hydro-alcoolique de *P. zonale* sur les larves de *T. absoluta* a révélé que cet extrait peut tuer efficacement cet insecte dans ses différents stades larvaires L1; L2; L3; L4.

Les résultats obtenus lors de cette ont fait ressortir que l'activité insecticide de l'extrait hydro-alcoolique du *P. zonale* reste faible pour les stades larvaires L3 et L4 et efficace sur les larves L1 et L2, même à une concentration faible de 5% et 10%. Il a été constaté également,

que la plante étudiée montre une DL50 qui dépasse les 32% et une DL90 dépassant les 57.71%. De ce fait, nous pouvons dire que *P. zonale* présente un effet insecticide contre les larves de *T. absoluta*.

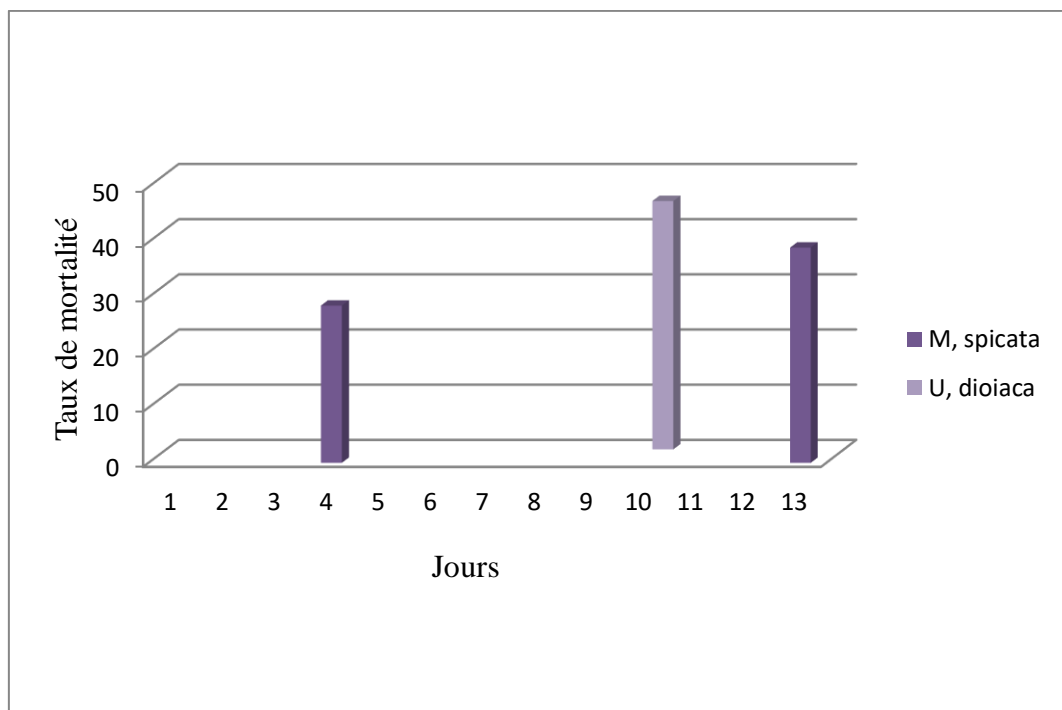


Figure 18: Effet bio-insecticide *in vivo* des extraits des plantes utilisées.

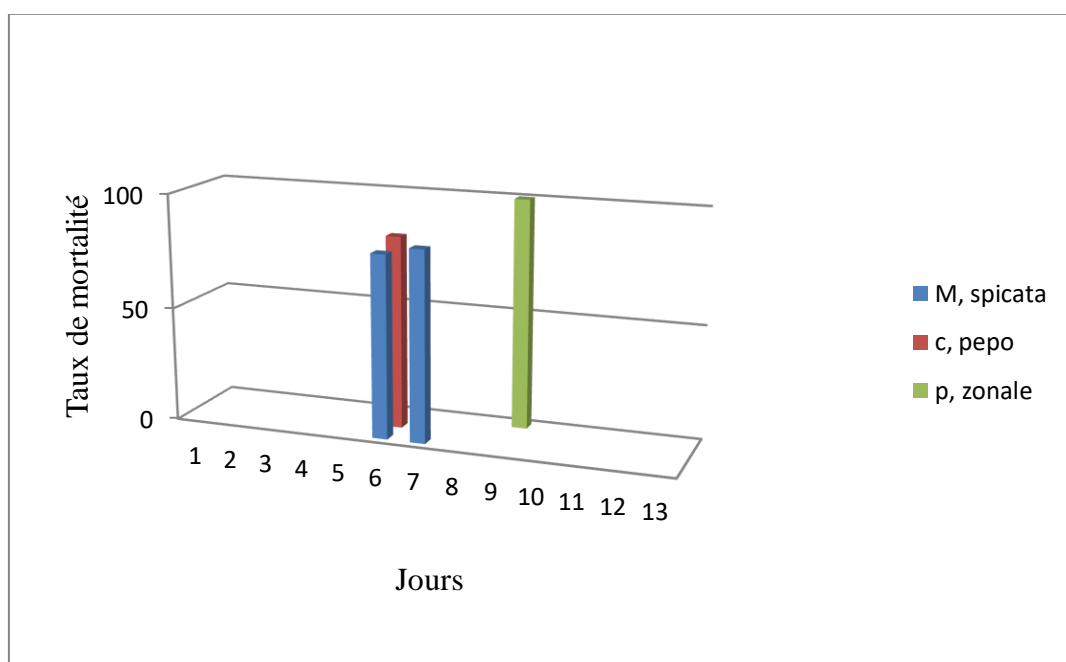


Figure 19 : Effet bio-insecticide *in vitro* des extraits des plantes utilisées

La mortalité de *T. absoluta* notifiée après exposition aux différents types de traitements (extrait hydro-méthanolique de *M. spicata*, du purin d'ortie, de *P. zonale* et de *C. pepo*) a permis de faire ressortir des résultats assez intéressants.

En effet, une mortalité des larves de *T. absoluta* de l'ordre de 28.33%, 39%, 80% et 83.33% a été enregistrée dans les jours (3, 6, 5 et 12), résultante du traitement à l'extrait de menthe. Une mortalité de 45% a été enregistrée sous l'effet du purin d'ortie au neuvième jour. Un taux de mortalité de 84% a été enregistré pour l'extrait de *C. pepo* au cinquième jour. Pour l'extrait de *P. zonale*, il s'est avéré bien plus efficace, car un taux de mortalité de 100% a été enregistré sur les larves de *T. absoluta* au huitième jour (Fig. 18 et 19).

Il était clair de tous ces tests que tous les extraits utilisés contre *T. absoluta* ont une grande efficacité et peuvent également être utilisés comme insecticides avec l'ajout de certaines substances pour augmenter leur efficacité.

II-2 Discussion

Le contrôle chimique est une stratégie efficace utilisée de manière intensive dans la vie quotidienne (Pavela, 2009). Cependant, l'utilisation généralisée des insecticides synthétiques a eu de nombreuses conséquences négatives (Pavela, 2008), ce qui a accru l'attention portée aux produits naturels (Pirali-Kheirabadi et Silva, 2010). L'utilisation des plantes comme insecticides peut minimiser les dangers des pesticides synthétiques (Ghnimi *et al.*, 2014).

Pour contrer la mineuse de *T. absoluta*, il faut cibler leur différent stade larvaire par des dose efficace pour aboutir à les tuer. Les résultats traités dans ce document, expliquent l'effet de l'activité bio-insecticide des quatre traitements à base de plante sur les larves de *T. absoluta*. Ikhlef et Mohamed (2017) ont étudié l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de *M. spicata in vivo* sur les larves de *T. absoluta*. Leur résultats ont permis d'enregistrer un taux de mortalité de 39% après 12 jours du traitement. Par ailleurs, Boumhiriz (2017) a étudié l'effet de l'extrait hydro-méthanolique des feuilles de *M. spicata in vitro* sur cette mineuse, un taux de mortalité de 80% a été enregistré. Ceci ce rapproche des résultats obtenus par Ayad et Slimani (2018). lors de leur étude, puisqu'ils ont pu observer un taux de mortalité de l'ordre de 83,33%.

Les résultats obtenus montrent un effet significatif de l'extrait de la menthe à induire des mortalités importantes sur les larves de l'insecte étudié. Cet effet toxique pourrait dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilités des

insectes. Comparativement au témoin, l'extrait hydro alcoolique de la menthe montre un effet insecticide important, le calcul de DL50 a permis de le confirmer (Ayad et Slimani, 2018).

P. zonale semble être une plante intéressante car elle a montré une toxicité contre les larves de *T. absoluta* dans un temps court et avec une concentration faible pour les stades L1 et L2, avec un taux de mortalité de l'ordre de 100%.

La mortalité de *T. absoluta* notifiée après exposition au quatre traitement (extrait hydro-méthanolique et poly-phénolique des quatre espèces) pourrait expliquer que l'extrait de *P. zonale* soit le plus intéressant. Il est également conseillé de poursuivre cette étude avec d'autre recherche et il serait judicieux de faire des investigations pour déterminer le mode d'action de ces extraits contre *T. absoluta* ainsi que la détermination de leur composition biochimique.

Conclusion

Conclusion

La mineuse de la tomate *T. absoluta* est considérée comme l'un des principaux ravageurs de la tomate en Amérique du Sud. Apparue depuis 2006 dans les pays du bassin Méditerranéen (Espagne), elle fut signalée pour la première fois en Algérie au printemps 2008 où elle continue, à ce jour, ses dégâts sur les cultures de tomate sous abris et de plein champ.

Ces dernières années, face à une législation restrictive sur l'utilisation des pesticides de synthèse, les recherches et les résultats obtenus par les chercheurs démontrent que les plantes médicinales aromatiques sont très attentives à l'usage agricole dans le cadre de la protection de l'environnement et des cultures contre les ravageurs, ainsi que pour préserver les exigences des consommateurs.

Les plantes synthétisent plusieurs substances de métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes: répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrinien, appareil digestif et appareil reproducteur, etc.).

Ces travaux démontrent que la stratégie de lutte contre les ravageurs est complémentaire et intégrée, mais aussi des mesures biologiques et biotechnologiques pour lutter contre ces insectes et en protéger les cultures agricoles, ainsi que protéger le consommateur et l'environnement, nous avons également synthétisés des travaux menés par des étudiants en sciences agronomiques et sciences biologiques, ces derniers ont testé plusieurs extraits de plantes (*Mentha spicata*, *Cucurbita pepo*, *Urtica dioica*, *Pelargonium zonale*) sur les larves de la tomate.

D'après les résultats obtenus, il a été constaté que ces extraits ont une grande efficacité et que la mortalité des larves en fonction de plantes utilisée a montré un résultat significatif. Il en ressort également que, les stades L1 et L2 soient les plus sensibles, montrant les taux de mortalité les plus élevés par rapport aux autres stades biologiques.

Les tests de l'extrait de la menthe *in vitro* et *in vivo* a fait résulter que l'insecte étudié a montré une sensibilité vis-à-vis de l'extrait hydro-alcoolique de la menthe. Selon les résultats, on constate que la sensibilité des larves de *T. absoluta* se diffère d'un stade à un autre ainsi que les concentrations.

A travers cette étude et d'après les résultats obtenus; on peut conclure que le purin de l'ortie a présenté un effet insecticide remarquable comparativement à l'extrait hydro-alcoolique à l'encontre du mineuse le la tomate.

Le test de l'activité « *in vitro* » a fait ressortir que les larves étudiées ont présenté une sensibilité importante vis-à-vis de l'extrait hydro-éthanolique de la courge, et ces quatre doses appliquées, la dose 10% a donné le résultat le plus marqué, suivi par la dose 5, 15, 20%.

Concernant l'effet insecticide de cette plante (*P. zonale*) sur *T. absoluta*, l'extrait hydro-alcoolique présente une activité insecticide faible pour les stades larvaires avancé et efficace sur les L1et L2 même à une concentration faible de 5%. Ces tests démontrent l'efficacité de *P. zonale* contre la mineuse de tomate, et sont très encourageants quant à la possibilité d'utiliser ces composés en leur ajoutant certains adjuvants pour mieux les fixer sur l'insecte et la plante et d'en faire un moyen de lutte biologique contre *T. absoluta*, afin d'éviter tout traitement par les insecticides conventionnels à effets néfastes pour l'homme et l'environnement.

Au cours de cette étude et des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les extraits des plantes utilisées ont montré une activité insecticide remarquable sur la larve de *T. absoluta*.

Références Bibliographiques

Référence

A

- **Amazouz S., 2008 in Badaoui M., 2008.** Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate, koppert biological systeme, Maroc, 18p.
- **Anonyme N°1, 2020.** <https://www.atlasbig.com/fr-ch/pays-par-production-de-tomates>.
- **Anonyme N°2, 2020.** <https://www.algerie-eco.com/2020/08/06/tomate-industrielle-une-production-de-pres-de-13-millions-de-quintaux-jusquen-aout/>.
- **Anonyme N°3 (2008).** Nouveau déprédateur de la tomate : Etas des lieux et programme d'action Note de l'institut National de protection des Végétaux, Ministère de l'Agriculture, Algérie, Juillet 2008, 11 pages.
- **Anonyme N°4, 2009** - Un nouveau bio-destructeur de la culture de tomate en Algérie, la Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). *Green Algérie*, ISSN N°1112-5063-N°28, p.p, 28-31.
- **Arno J. and Gabarra R., 2011-** Side effects of selected insecticides on the *Tuta* AttiAccademiaNazionale. Italiana di Entomologia, Anno LX, 103-109.

B

- **Baba-Aissa Moussaoui K., Moussaoui K., Zebib B., Merah O. et Babulka, P.** Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales de la médecine traditionnelle à la phytothérapie moderne : Hongrie (139p).
- **Babulka, P.** Plantes médicinales du traitement des pathologies rhumatismales de la médecine traditionnelle à la phytothérapie moderne : Hongrie (139p).
- **Bachir B .R, 2017.** Etude *In vitro* et *In vivo* du pouvoir pathogène de *Fusarium oxysporum* sur variétés fixes et hybrides de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*). Mémoire de fin d'étude, p07.
- **Bahorun, T. (1997).** Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne .une source d'approvisionnement potentielle. Food and Agricultural Research council Mauritas. p83-94.
- **Baspinar H. E. M. Yildirim and Senel M., 2014-** The effect of removing injured leaves and azadirachtin spray on fruits combination on the control of tomato moth, *Tutaabsoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Turkiye V. BitkiKorumaKongresi, 3-5 Subat 2014, Antalya, 49p.

- **Bathily D., (2002).** Etude de deux plantes à activité antioxydante au Mali : *Lansea velutina* A. Rich. (Anacardiaceae), *Psorospermum guineense* Hochr (Hypericaceae). Thèse de pharmacie, FMPOS, Bamako. n° 5, 73 p.
- **Benton J. (2008).** Tomato plant culture: In the field, Greenhouse, and home garden, deuxième édition. Edition: Taylor et Francis Group. New York. 399p.
- **Benton J.J. (1999):** Tomato plant culture: in the Field, greenhouse and Home garden: ISBN 0-8493-2025-9. By CRC presse LLC. 183p.
- **Berkani A. & Badaoui M.I., 2008.** La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae). *Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie*, 16 p.
- **Bertrand B. (2010)** –Les secrets de l'Ortie.- 7^{ème} édition. Editions de Terran (Collection Le Compagnon Végétal ; N : 01) : 12 p.
- **BitkiKorumaKongresi, 3-5 Şubat 2014**, Antalya, Abstract book, 03p.
- **Biurrun. (2008).** *Tuta absoluta la polilla del tomate*, ed. i.t.a.Agricola, p.16-18.
- **Boualam M., Allaoui H., Hamadi R., Medjahed M. 2012. EPPO bulletin, 2012-** Wiley Online Library Biology and complexe of natural enemies of *Tuta absoluta* in Mostaganem (Algeria) p268-274.
- **Bouchareb M et Defous N, 2019.** Essai de lutte intégrée à l'égard des populations de *Tuta absoluta* sur tomate sous serre dans la région de Mostaganem. Mémoire De Fin D'étude, p23.
- **Boumhiriz R, 2017.** Etude «in vitro » de l'efficacité de l'extrait hydro éthanoïque des feuilles matures de la courge *Cucurbita pepo*, et de l'extrait hydro-méthanoïque des feuilles de la menthe *Mentha spicata* sur les larves de *T. absoluta*. Mémoire de fin d'études, p54-89-90.
- **Bremness L., 2005.** Plantes aromatiques et médicinales. Edition Larousse, Paris, p 246.

C

- **Calvet R. (2005).** Les pesticides dans le sol, Ed Masson. France Agricole ,123P.
- **Cazau-BeyretN. (2013)-**prise en charges des douleurs articulaires par aromathérapie et phyttothérapie : 195 p.
- **Cazau-BeyretN. (2013)-**prise en charges des douleurs articulaires par aromathérapie et phyttothérapie : 195 p.
- **Celma A.R., Cuadros F., Lopez-Rodriguez F. (2009):** Characterization of industrial tomato by-products from infrared drying process. Food bioproducts proc., 87;282-291.

- **Chaux C et Foury C. L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tom 3.légumineuses potagères, légumes fruit. *Tec et Doc Lavoisier*, Paris, 563 p.
- **Chaux C.L. et Foury C.L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses Potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p. cherry tomatoes. *Scientia Agraria*, Curitiba, 10 (3): 327-330.
- **Chibane A., 1999-** Tomate sous serre. Fiche Technique. Bulletin mensuel d'information et de liaison du P.N.T.T.A. N° 57, juin 1999, Edit M.A.D.R.P.M/D.E.R.D. Maroc, 4 p.
- **Chira K., Suh J.-H., Saucier C., Teissédre P-L.(2008).** Université VictorSegalen, Bordeaux-Ii, Faculté D'oenologie – Umr 1219 – Isvv, Laboratoire De Chimie Appliquée, 351, Cours De La Libération, F-33405 Talence Cedex, France.
control the tomato leafminer, *Tuta absoluta*: perspectives and limitations.
critères de sélection. Ed. INRA, Paris. 382 p.

D

- **Dehliz A. and Guénaoui Y., 2015-** Natural enemies of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Oued Righ region, an arid area of Algeria. *Academic Journal of Entomology* 8 (2): 72-79.
- **Dehliz A., 2016-** Etude des potentialités des entomophages autochtones en vue de lutter contre le nouveau ravageur de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lep. : Gelechiidae) dans la région du sud-est algérien, Thèse Doctorat, 08-09p.
- **Delaveau G. (1987).** Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur, P31.
- **Delrio G., Cocco A. And Deliperi S., 2012-** Use of sex pheromones to control the tomato le afminer, *Tuta absoluta*: perspectives and limitations. *AttiAccademiaNazionale. Italiana di Entomologia*, Anno LX, 103-109.
- **Desneux n., wadjnberg e., whyckhuys k.a.g., burgio g., arpaia s. Narvaez-yasquez c.a., lez-cabrera j.g., ruescas d.c., tabone e. Frandon j., pizzol j., poncet c., cabellot t. Et urbaneja a., 2010.** Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta* : Ecology, geographic and prospects for biological control. *J. Pest-Sci*, 83, 197-215.
- **Djazouli Z., 2012-** Toxicité de deux bio-insecticides formulés sur les larves de *Tuta* Doctorat 27-28.

- **Dubon, 2010** : Tout reste à tester sur *Tuta absoluta*. Réussir fruits et légumes, n°291.

E

- **El Akel M., Chouibani M. et Kaack H. (2001)**. Protection intégrée en culture de tomate *Integrated Pest Management Review*.1 :15-29.
- **EPPO (2020)**. <https://gd.eppo.int/taxon/GNORAB/distribution> 2020-09-04.
- **Ettaib R., Belkhadi M S. & Aoun F. (2013)**. Evaluation des degats provoqués par les différents stades larvares de *Tuta absoluta* (Lepidoptera :Gelechiidae). Revue des Régions Arides- Numéro Spécial - n° 35 (3/2014) - Actes du 4ème Meeting International "Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion des Ressources et Applications Biotechnologiques en Aridoculture et Cultures Sahariennes : perspectives pour un développement durable des zones arides, 17-19/12/2013p 1727-1728.

F

- **FAOSTAT., 2016**. Basedes données des statistiques de l'organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **Ferrerom., 2009-** Le système tritrophique tomate-tetranyques tisserands-*Phytoseiulus longipes*. Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse Doctorat, 228 p.
- **Filho M. M., Vilela E. F., Jham G. N., Attygalle A., Svatos A. And Meinwald J., 2000-** Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. J. Braz. Chem. Sco., 11 (6): 621-628.
- **Fouché JG, Marquet A, Hambuckers. (2000)** - Les plantess au médicament observation du monde des plantes .Sart-Tiliman.Foundation, ISBN 9085730449, 9789085730446, 104pages.
- **Frantisek, S., 1992**. Plantes medicinales : Ed Grund Paris (5p).
- **Fraval A., 2009-** Les aleurodes. Insecte 31, N° 155 (4), 05 p.

G

- **Gallais A. & Bannerot H. (1992)**. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.
- **Ghanim N.M. and S.B. Abdel Ghani., 2014-**Controlling *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) by aqueous plant extracts. Life Science Journal, 11(3): 299-307.

- **Guenaoui Y. Et Ghelamallah A., 2008.** *T. absoluta* Meyrick (Lepidoptera :Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie premières données sur sa biologie en fonction de la température. AFPP-8 eme conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture ,Montpellier SupAgro,France,22-23 Octobre 2008. ISBN 2-905550-17-1 p .645- 651.
- **Guenaoui Y., Labdaoui M Et Hamou K., 2014-** Influence de la biodiversité végétale aux abords de la culture de tomate sur les entomophages de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). AFPP, Dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture, Montpellier (France). 22 et 23 octobre 2014.
- **Guénaoui, 2008.** Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Première observation de *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem. PHYtoma, La Défense des Végétaux N°617 :18-19.

H

- **Haas. D. and Defago, G. 2005.** Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. Nat. Rev. Microbiol. 3(4), p. 307-319.
- **Hamza., (2011).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Maerua angolensis* DC. (Capparidaceae). Thèse de pharmacie, FMPOS, Bamako. P61.
- **Han P., Lavoit A.V., Le Bot J., Amiens-Deneux E. And Desneux N., Houamel S., 2013-** Etude bioécologique des thrips inféodés aux cultures sous serre dans la région d'El Ghrous (Biskra). Mémoire de Magister en sciences agronomiques de l'université de Biskra, 68p.
- <https://lanationarabe.com/2020/07/08/mostaganem-production-previsionnelle-de-110-000-qx-de-tomate-industrielle/> .

I

- **Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Delesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. et Botrel A. 2001.** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Ed Larousse. p10-12.
- **Ikhlef Y., Mohamed M, 2017.** Effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de la menthe et le purin de l'ortie *in vivo* sur la mineuse de tomate *Tuta absoluta*. Mémoire De fin D'études.

K

- **Keddar F, 2018.** Etude de l'activité insecticide d'extrait hydro-alcoolique de *Pelargonium zonale* sur les larves de *Tuta absoluta*. Mémoire de fin d'étude, p04.
- **Kiliç T., Uysal D., Güvenand B., Kaya E., 2014-** Mass trapping studies against Tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Türkiye V.BitkiKorumaKongresi, 3-5 Şubat 2014, Antalya, Abstract book, 03p.
- **koudjil., Boukabcha F. & Harichane H., 2013.** Perte en rendement et déprédation par la mineuse, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) sur la culture de tomate, dans la wilaya deChlef (Algérie). Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, N° 12/ Janvier 2015, Pages 73à 85.

L

- **Labeled L W, bentamra Z, 2018.** Etude technique du palissage des cultures protégées : Cas de la tomate. Mémoire de fin d'étude, p10.
- **Lambert L. (2006).** Lute 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.
- **Larrain P., 1992.** Plagas en cultivos bajo plástico. *IPA La Platina 73, p. 41-52.*
- **Latigui A., 1984.**Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach.
- **Laumonier M. (1979).** Culture légumière et maraichères 3ème Ed, TIII, paris, 246p.
- **Laumonier R., 1979.** Culture légumière et maraichère, J.B Ballière Eds. Paris, Tome II : p276. Tome III, édition J.B Bablière, paris, p112, 279.
- **Leite G.L.D. (2003).** Intensity of *T.absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae)and *Liriomyza spp.* (Diptera: Agromyzidae) attacks on *Lycopersicon esculentum* Mill.Leaves.Ciênc.Agrotec, Lavras, V.28, n.1, p.42-48.
- **Lietti M.M.M., Botto e. et Alzogaray R.A., 2005.** Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), Neotropical entomology 34(1):113-119.
- **Lopes M. T.R., 2001-** Effect of *Lycopersicon spp.* Genotypes on biology and oviposition of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae). NeotropicalEntomol. 30 (2): 283-288.

M

- **Macheix JJ, Fleuriet A and Jay-Allemand C.** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2005, p. 4-5.
- **Mahdi K, Doumandji-Mitiche B, Ababsia A & Doumandji S(2011)** Les ennemis naturels de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) en Algérie : perspectives de lutte biologique : AFPP –Quatrième conférence internationale sur les méthodes alternatives en protection des cultures. LILLE -8,9 et 10 mars 2011.
- **Mailhot D., Marois J. and Wright D., 2007-** Arthropod management and applied ecology: Species of thrips associated with cotton flowers. *Journal of Cotton Science*, 11:186-198.
- **Marchaux G., Gogmalons P., Gebre K. et Coord. (2008).** Virus des solanacées : du génome. Edition: Quae. Paris. 896p.
- **Mazliak A.(1982).**Croissance et développement(Physiologie végétale).Paris.465 p.
- **Mazollier C, E .Oudard et E. Béliard, 2001.** Les lépidoptères ravageurs en légumes biologique. Fiche 01, TECHNITAB, FLASHMEN GAP, 04p.
- **Mebarki, N., 2010.** Extraction de l'huile essentielle thymus fontanesii et application à la formation d'une forme médicale antimicrobienne. Mém mag : Université Mentouri de Constantine. Algérie (119p).
- **Medeiros M., Sujii R. And Morais H. C., 2009-** Effect of plan diversification on abundance of the South American pinworm and predators in two cropping systems. *Horticultura Brasileira*, 27: 300-306 mite of date palm *Oligonychus afrasiaticus* Meg. *Journal of Medicinal Plants Studies* 2015; 3(6): 113-117,113p.
- **Meinwald J., 2000-** Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. *J. Braz. Chem.Sco.*, 11 (6): 621-628.
- **Mémento de l'agronome 2003.**
- **Merabet B, 2016.** Activités insecticides et antifongiques des huiles essentielles et hydrolats de *Chrysanthemum coronarium* et *Achillea compacta* sur les pathogènes de la tomate *Solanum esculentum*, Mémoire de fin d'étude, p04.14.
- **Molla O., Monton H., Beitia F. Et Urbanija A. (2008).** La pollilla del tomate, Una nueva plaga invasora, *Tuta absoluta* (Meyrick) Eds.Agrotécnicas, SL.CIF, B80194590 Terallia, 69.5pages.

- **Morse J. G. and Hoddle M. S., 2006-** Invasion biology of thrips. *Annu. Rev. Entomol.*, 51 : 67-89.
- **Munro D B. Et Small E. (1998).** Les légumes du Canada .NRC Research Press.
- **Munron B. Small E., 1997.** Les légumes du canada.Ed.Val.Morin,Québec, Canada.436p.

N

- **Naghibi, N; Niaz, A et Syed Wadood, A., 2005.** Antispasmodic activity of teucriumstocksianumboiss. Department of pharmacy: university of Malakand, Pakistan (174p).
- **Naika S., De Jeud 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.
- **Naika S., De Jeude J.V.L., De Gofau M., Hilmi M., Van Dam B., Florijn A. (2005):** La NeotropicalEntomol. 30 (2): 283-288. *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). *J Pest Sci.*, 84(4): 513-520.
- **Nkhili Z. (2009).** Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions Fer et du Cuivre, oxydation et pouvoir antioxydant, Thèse Doct. Universté Caid Ayyad- Faculté des Sciences Semlalia.
- **Nogaret-Ehrhart A.S. (2003)-**La phytothérapie Se soigner par les plantes. Edition Eyrolles: 19-36 p.

O

- **OEPP, 2005 – *Tuta absoluta*,** Fiches informatives sur les organismes de quarantaine. *O.E.P.P Bulletin* (35): 434-435.

P

- **Pereira S.J., Becker W.F., Wamsler A.F., Mueller S. et Romano F., 2008.** Incidence of adult males of tomato moth in conventional and integrated tomato production systems in Caçador, SC : *Agropec. Catarin.*, v.21, n.1 : 66-73.
- **Pesson P. Et Louveaux J., 1984.** Pollinisation et production végétales. Ed. INRA. 663p.
- **Peyrera P.C., Et Sanchez N., 2006.** Effect of two plants on developmental and population parameters of the tomao leaf Miner, *Tuta absolluta* (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neoptical Entomology*, vol. 35 (5), 671-676.

- **Potel A M. (2002)**- Les plantes médicinales au Sénégal (commune de Nguékokh, zone de la petite Côte) Extraits du rapport du stage, sciences naturelles, effectué à Nguékokh ; 22p.
- **Povolny D. (1994)**. On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (*Lepidoptera*:;Prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse Doctorat, 228 p.*Protection*, 6 (2): 133-148.
- **Povolny D., 1994**. -On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (*Lepidoptera*: *Gelechiidae*) mining Solanaceae. *Acta Universalis Agriculturae*, (23), p. 379-393.

R

- **Raemaekers R., 2001**. Agriculture en Afrique tropicale. Direction générale de la coopération internationale. Quae, France. 679 p.
- **Ramel J.M. et Oudard E., 2008**. *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) éléments de reconnaissance, 2p. pdf.
- **Riley D. G., Joseph S. V., Srinivasan R. and Diffie S., 2011**-Thrips vectors of tospoviruses. *J. Integ.PestMngmt*, 1 (2), 10.
- **Romdhane M., Tizaoui C. 2005**. The kinetic modeling of a steam distillation unit for the extraction of aniseed (*Pimpinella anisum*) essential oil. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 80: 759-766.
- **Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B., Jurgen K., Philippe N., 2011**. Lutte biologique N°02 tomate, Maladies touchant en priorité les cultures en plein champ et sous abris. 10p.

S

- **Salama H; M., Fouda, I. A., Ismail, I., and Shehata, I., 2014**. Life Table Parameters and Fluctuations in the Population Density of the Moth *Tuta absoluta* (Meyrick)- (*Lepidoptera*: Gelechiidae). *Current Science International* 3(3): 252-259, 2014, ISSN: 2077-4435.
- **Schauenberg, P et Paris, F., 1997**. Guide des plantes médicinales: Ed. Delachaux et Niestlé, Paris (396 P).*Sco*.11 (6): 621-628.
- **Shankara N., Dejeude. J. L., Degoffau M., Hilmi M.et Van Da B., 2005**- La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Digigrafi, Wageningen, Pays-Bas, 105 p.
- **Shankara, Naika, Van, Lidit, De Jeudi, Mardja, Martin, 2005**: La culture de la tomate production, transformation et commercialisation, 6, 18,19 ;p20.

- **Silva S.S., 2008.** Reproductive biology factors influencing the behavioral management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae); dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em entomologia Agrícola, da universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em *entomologia Agrícola*, 12(3), p.369–370.
- **Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C. Et Picanço M.C., 2000.** Insecticid resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera :Gelechiidae) *Agricultural and Forest Entomology*, 2, 147-153.

T

- **Tabone E., Thi Khanh H., Bodendorfer J. Et Rey F., 2012.** Contre *Tuta absoluta*, vive la protection intégrée. *Phytoma*, La Défense des Végétaux N° 650 janvier, FREDON Corse, p.p. 45-47.
- **Tabuti J.R.S; Lye K.A et Dhillion S.S., 2003.** Traditional herbal drugs of bulamogi, Uganda: plants use and administration, *J ethnopharmacol*: (19-44p).
- **Tenture mere: Dominique pradeau;** " l'analyse pratique du médicament " Editions Médicales Internationales.
- **Thomazini A. P. B. W., Vendramim J. D., Brunherotto R. And Thurzova, L., 1978.** Les plantes __ santé qui poussent autour de nous. Ed : Elsevier Séquoia Bruxelles (4,268p).
- **Trottin Caudal Y. Chabrière C. & Terrentroy A. 2010 -** *Tuta absoluta*, Biologie du ravageur et stratégies de protection: Situation actuelle et perspectives. *Journée Portes ouvertes, Carquefou, 23 septembre 2010.*
- **Trottin-Caudal Y. (2011).** Maitrise de la protection intégrée Tomate sous serre et abris.

U

- **Urbaneja A., Vercher R., Navarro V., Garcia Marif. E J. L. et Porcuna., 2007-**La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma España* 194:16-23.

V

- **Van Der Plank J.E., 1968-**Résistance des plantes aux maladies. Ed. Academic Press Inc, New York, London, 223 p.

W

- **Wang K.G., Ferguson A et Shipp J.L., 1998.** Incidence of tomato pinworm *Keiferia Lycopersicollor walsingham*(Lepidoptera Gélichidiidae) on greenhouse tomato in southern ontarion and its control using mating description .Pp 122- 136.

Y

- **Yusuf, Y. (2006).** Trends Food Sci. Tech. p17, 64-71.
- **Ayad A., Slimani T, 2018.** Etude *in vivo* et *in vitro* de l'efficacité de l'extrait de *Mentha spicata* sur les larves de *Tuta absoluta* sur tomate sous serre. Mémoire De fin D'études.

Z

- **Zarins I., Daugavietis M. & Halimona J., 2009** - Biological activity of plant extracts and their application as ecologically harmless biopesticide. Scientific works of the lithuanian institute of horticulture and lithuanian university of agriculture. sodininkystè ir daržininkyst, 28(3).
- **Zidani S., 2009-** Valorisation des pelures de tomates séchées en vue de leur incorporation Zoologie et d'Ichtyologie Marrakech, 2012 152 p.
- **Zuang A. (1982).** La fertilisation des cultures légumières. Ed I: N.V.U.F.L.E.C, Paris393p.