

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département Ecologie et environnement



MÉMOIRE

Présenté par

BEN HALIMA Rachida

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Ecologie Animale

Thème :

**Évaluation de l'effet des huiles essentielles de *Thymus capitatus*
L et *Thymus vulgaris L* contre les bio-agresseurs de la tomate**

Soutenu le **02 Juillet 2023**..., devant le jury composé de :

Présidente	Dr Gourari Bariza	MAA	Université ABB Tlemcen
Encadrante	Dr Tabti Leila	MCA	Université ABB Tlemcen
Examinatrice	Dr Kassemi Naima	MCB	Université ABB Tlemcen

Année universitaire 2022/2023

Dédicaces

Je dédie ce fruit de mes efforts

A mon cher père

A ma chère maman

A mes frères Ayman et Zeno

A mes sœurs Fatima Zahraa et Ahlam

A mes neveux et Abderahman en particulier

A mon cher instituteur, M. Said Mouhadjer

A mes professeurs du lycée Saim zakia et Bouanany safia

A tous mes collègues de ma promotion

A mes amies et sœurs en Dieu Amel, Aicha, Hanane, Soulaf, Ikram, et à Ahlam en particulier

A tous ceux qui m'ont soutenu par des prières, des conseils et des paroles aimables, et à tous ceux qui sont proches de mon cœur.

Rachida

Remerciements

En tant que prédicateur de cet acte humble, je remercie ALLAH le tout puissant, qui m'a soutenu avec succès et compromis tout au long de ma carrière académique, et m'a donné la force et le courage d'atteindre où je suis aujourd'hui.

J'aimerais remercier mon encadrante, Mme TABTI Leila, pour ses orientations, sa confiance, sa patience et sa compréhension constante tout au long de ces mois. D'autre part, je lui réitère mes remerciements pour sa noblesse, sa dignité et son humanité exprimées lorsque j'étais hospitalisée.

Je tiens également à remercier sincèrement les membres du jury, Mme KASSEMI Naima et Mme GOURARI Barisa de l'intérêt qu'ils ont manifesté pour mon travail et de leur accord pour l'examiner et l'enrichir par leurs propositions.

Je remercie aussi l'ensemble des travailleurs du laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturels et laboratoire LASNABIO à leur tête l'ingénieur Mme MEHIAOUI Kheira pour leurs aides.

A tous mes professeurs d'université qui ont contribué à enrichir mes connaissances durant mon cursus universitaire : Mme YADI Baya et Mme KASSEMI Naima et Mr BELYAGOUBI Larbi.

Enfin, je remercie tous mes proches et amis qui m'ont aidé à réaliser ce mémoire.

Table des matières

<i>Dédicaces</i>	I
<i>Remerciements</i>	II
<i>Sommaire</i>	III
<i>Liste des abréviations</i>	VIII
<i>Liste des figures</i>	IX
<i>Liste des tableaux</i>	X
<i>Introduction Générale</i>	1
<i>Chapitre I : Synthèse bibliographique</i>	4
<i>Partie I : Présentation de la plante hôte</i>	5
1. Origine et l'histoire de la tomate	6
2. Classification de la tomate	6
3. Morphologie de la tomate	7
3.1. Racine :	7
3.2. Tige :	7
3.3. Feuille :	7
3.4. Fleur :	7
3.5. Fruit :	8
3.6. Graine :	8
4. Cycle biologique.....	9
4.1. Phase de germination	10
4.2. Phase de croissance	10
4.3. Phase de floraison de la tomate.....	10
4.4. Phase de fructification et maturation de la tomate	10

Table des matières

4.5. Phase de récolte.....	10
5. Exigences édapho-climatiques.....	10
5.1. Exigences climatiques.....	10
5.1.1. Température.....	11
5.1.2. Humidité relative.....	11
5.1.3. Lumière.....	11
5.2. Exigences édaphiques.....	12
5.2.1. Sol.....	12
5.2.2. pH de sol.....	12
6. Exigences nutritionnels de la tomate.....	12
6.1. Exigences hydriques.....	12
6.2. Exigences en éléments nutritifs.....	12
7. Importance économique et production de la tomate.....	13
7.1. Dans le monde.....	13
7.2. En Afrique.....	13
7.3. En Algérie.....	13
<i>Partie II : Pathologies et ravageurs de la tomate</i>	14
1. Généralités.....	15
1.1. Pathologies non parasitaires.....	15
1.2. Ravageurs de la tomate.....	15
1.2.1. Nématodes phytoparasites (Meloïdogyne incognita) :.....	15
1.2.2. Insectes.....	15
1.2.2.1. Papillons et noctuelles (Lipidoptères) ;.....	16
1.2.2.2. Pucerons (Aphidae).....	16
1.2.2.3. Thrips (Thripidae).....	16
1.2.2.4. Acariens (Tetranychus urticae, T. turkestanii, T. cinnabarinus).....	16
1.3. Maladies bactériennes.....	17
1.3.1. Le chancre bactérien (cancer) :.....	17
1.3.2. Feu bactérien (Xanthomonas axonopodis) :.....	17
1.4. Maladies fongiques.....	18
1.4.1. Alternariose de la tomate :.....	18
1.4.2. Mildiou (Phytophthora infestans) :.....	18

Table des matières

1.4.3.	Oïdium ou le blanc (<i>Leveillulataurica</i>) :.....	18
1.4.4.	Pourriture grise (<i>Botrytis cinerea</i>) :	19
1.4.5.	Anthraxose (<i>Colletotrichumcoccodes</i>) :	19
<i>Partie III : Ravageur de la tomate Tuta absoluta.....</i>		20
1.	Généralités	21
2.	Classification	21
3.	Morphologie de l'insecte	21
3.1.	Les adultes :	21
3.2.	Les œufs :	22
3.3.	Les larves :	22
3.4.	Chrysalides :	22
4.	Origine et aire de répartition	23
5.	Cycle biologique.....	23
6.	Symptômes et dégâts	24
6.1.	Sur les feuilles :	25
6.2.	Sur les fruits :	25
6.3.	Sur les tiges :	26
<i>Partie IV : Les huiles essentielles.....</i>		27
1.	Définition	28
2.	Distribution et localisation des huiles essentielles	28
3.	Propriétés des huiles essentielles	28
3.1.	Propriétés physico-chimiques	28
3.2.	Activité antifongique.....	29
3.3.	Activité antibactérienne	29
4.	Méthodes et appareils d'extraction des huiles essentielles	29
4.1.	Hydrodistillation (HP).....	29
<i>Partie V : Les plantes aromatiques étudiées</i>		31
1.	Thymus vulgaire	32
1.1.	Définition	32
1.2.	Origine et distribution	32
1.3.	Description botanique	32

Table des matières

1.4. Classification.....	33
1.5. Domaine d'utilisation.....	33
2. Thymus capitatus	33
2.1. Définition	33
2.2. Origine et distribution	34
2.3. Description botanique	34
2.4. Classification.....	34
2.5. Domaine d'utilisation.....	35
<i>Chapitre II : Zone d'étude.....</i>	36
<i>Partie I : Présentation de la région d'étude.....</i>	37
1. Situation géographique de la wilaya de Tlemcen	38
2. Situation géographique de la région Fellaoucene.....	38
3. Etude climatique de la région.....	39
3.1. Choix de la station météorologique	39
3.2. Facteurs climatiques.....	39
3.2.1. Régime pluviométrique	39
3.2.2. Température.....	39
4. Synthèse climatique.....	40
4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953)	40
4.2. Quotient pluviométrique d'Emberger	42
<i>Chapitre III : Matériel et méthodes</i>	44
1. Matériel végétal	45
2. Matériel du laboratoire.....	45
3. Extraction des huiles essentielles.....	46
3.1. Extraction des huiles essentielles par Hydrodistillation	46
3.2. Conservation des huiles essentielles	46
3.3. Calcul du rendement	47
4. Test du pouvoir insecticide	47
4.1. Echantillonnage.....	47
4.2. Essais biologiques	47
4.3. Estimation de la toxicité des traitements.....	48

Table des matières

5. Test de pouvoir fongique	48
5.1. Préparation du milieu de culture PDA	48
5.2. Isolement des moisissures	49
5.3. Evaluation du potentiel antifongique	49
5.3.1. Aromatogramme	49
5.3.2. Principe de fonctionnement	50
5.4. Détermination de la CMI	51
<i>Chapitre IV : Résultats et discussion</i>	52
1. Rendement HEs	53
2. Identification macroscopique des espèces fongiques.....	53
2.1. Identification microscopiques	54
3. Activités biologiques.....	54
3.1. Evaluation de l'activité antifongique	54
3.2. Evaluation de l'activité insecticide	57
3.2.1. Effet insecticide de <i>T. vulgaris</i> L.....	57
3.2.2. Effet insecticide de <i>T.capitatus</i> L	61
<i>Discussion</i>	65
<i>Conclusion Générale</i>	68
<i>Références bibliographiques</i>	71
Résumé.....	86

Liste des abréviations

% : pourcentage

°C : Degré Celsius

CMI : Concentration minimale inhibitrice

DMSO : Diméthylsulfoxyde

g : gramme

H : Heure

HE : Huile essentielle

K : Kelvin

Km² : kilomètres carrés

L : litre

M : La moyenne mensuelle de mois le plus chaud

m : La moyenne mensuelle de mois plus froid

m₁ : Masse de l'huile essentielle en %

m₁ : Masse de la matière végétale en gramme

mm : Millimètre

P : Précipitation

PDA : Potato Dextrose Agar

PR : Populations résiduelles

Q2 : Quotient pluviométrique d'Emberger

R : Rendement

T : Température

Liste des figures

Figure 1 : Diffusion de la tomate dans le monde.....	6
Figure 2 : Différentes organes de la tomate.....	9
Figure 3 : Différents ravageurs de la tomate	17
Figure 4 : Maladies bactériennes de la tomate	18
Figure 5 : Maladies cryptogamiques de la tomate.....	19
Figure 6 :Différents stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i>	22
Figure 7 : Répartition du <i>T. absoluta</i> dans le mande.....	23
Figure 8 : Cycle de développement de <i>Tuta absoluta</i> à une température moyenne sur 24h de 19-20 °C.....	24
Figure 9 : Dégâts sur feuilles de tomate.	25
Figure 10 : Dégâts sur les fruits de la tomate	25
Figure 11 : Dégâts sur la tige de tomate.	26
Figure 12 :Hydrodistillation	30
Figure 13 : Aspect morphologique de <i>Thymus vulgaris L</i>	32
Figure 14 : <i>Thymus capitatus L</i>	34
Figure 15 : Situation géographique de la commune de Fellaoucene.....	38
Figure 16 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station Zenâta (1953).	41
Figure 17 : Climmagramme pluviométrique de quotient d'Emberger (Q2) de station Zenâta (1991-2020).	42
Figure 18 : Serre de tomates	45
Figure 19 : Essais insecticides	48
Figure 20 : Préparation d'un milieu de culture.....	49
Figure 21 : L'incubation des boîtes Pétri.	50
Figure 22 : Identification microscopique des souches	54
Figure 23 : Effet de <i>T. vulgaris L</i> sur les souches testées.....	56
Figure 24 : Effet de <i>T. capitatus L</i> sur les souches testées.....	57
Figure 25 :Effet de l'HE de <i>T.vulgaris L</i> sur les larves L1 de <i>T. absoluta</i>	58
Figure 26 : Effet de l'HE de <i>T. Vulgaris L</i> sur les larves L2 de <i>T. absoluta</i>	59
Figure 27 :Effet de l'HE de <i>T.vulgaris L</i> sur les larves L3 de <i>T. absoluta</i>	60
Figure 28 : Effet de l'HE de <i>T. vulgaris L</i> sur les larves L4 de <i>T. absoluta</i>	61
Figure 29 : Effet de l'HE de <i>T.capitatus L</i> sur les larves L1 de <i>T. absoluta</i>	62
Figure 30 : Effet de l'HE de <i>T.capitatus L</i> sur les larves L2 de <i>T. absoluta</i>	62
Figure 31 : Effet de l'HE de <i>T.capitatus L</i> sur les lerves L3 de <i>T. absoluta</i>	63
Figure 32 : Effet de l'HE de <i>T.capitatus L</i> sur les larves de stade L4 de <i>T. absoluta</i>	64

Liste des tableaux

Tableau 1: Classification botanique de la tomate.	6
Tableau 2 : Composition de fruits de la tomate à maturité	9
Tableau 3: Classification de <i>Tuta absoluta</i>	21
Tableau 4 : Taxonomie botanique de <i>Thymus vulgaris</i>	33
Tableau 5 : Taxonomie botanique de <i>Thymus capitatus</i> (.....	35
Tableau 6 : Coordonnées géographiques de la station de Zenâta	39
Tableau 7: Moyennes mensuelles de la pluviométrie de la station Zenâta (1991-2020)	39
Tableau 8 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures (1991-2020).	40
Tableau 9 : Classification thermique des climats selon de branche (1953).	40
Tableau 10: L'étage bioclimatique de station Zenâta.	40
Tableau 11 : Données météorologiques de station Zenâta.	42
Tableau 12 : Matériel de laboratoire.	46
Tableau 13: Rendement des huiles essentielles recueillent	53
Tableau 14 : Résultats de l'essai antifongique d'HE du <i>T. vulgaris</i> sur les souches étudiées	55
Tableau 15: Résultats de l'essai antifongique d'HE du <i>T. capitatus</i> sur les souches étudiées.	56

Introduction Générale

Introduction Générale

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) est une plante herbacée annuelle de la famille des Solanacées. Elle est Originaires des Andes et d'Amérique, largement cultivée et peut être consommée fraîche ou transformées (**Chaux et Foury., 1994**). Il existe plus de 4000 variétés de tomates dans le monde (**Dominique., 2009**). Elle est considérée comme le premier légume après la pomme de terre et la deuxième source alimentaire la plus importante au monde après les céréales. Elle est adaptée à des conditions de culture très différentes. Elle est couramment cultivée dans les champs et les serres (**Salunkhe et Kadam., 1998**).

En Algérie, la tomate est cultivée à travers tout le territoire national. Elle progresse de plus en plus avec le développement des techniques agricoles. En 2013, la production s'élevait à environ 433,40 quintaux/ha (**Madr., 2014**).

Actuellement, un tiers de la production agricole mondiale est anéantie chaque année par diverses maladies bactériennes, fongiques et par des ravageurs (**Severson et al., 1994**).

Par exemple, en 2008, cette culture est attaquée par la mineuse *Tuta absoluta* (un microlepidoptère de 6 à 7 mm, dont les larves provoquent de graves dégâts sur les feuilles, les tiges et les fruits des tomates. Ces dommages peuvent être atteints à 100% de perte dans certains cas (**INPV, 2008**).

La principale méthode de lutte contre ce ravageur est la pulvérisation des insecticides, nocifs pour l'homme et l'environnement (**Picanc et al., 1998**).

Au cours des dernières années, les consommateurs ont une conscience de ces impacts néfastes des pesticides sur l'environnement et la santé humaine. En effet, l'utilisation excessive de pesticides peut entraîner une contamination de l'eau et des sols, la mort d'insectes bénéfiques (**Royer., 2013 ; Mashkoor Alam., 1986 ; Ferris et al., 1992 ; Araya et Caswelle-Chen ., 1994**). Et ont demandé des alternatives plus durables pour la production des cultures, par des méthodes telles que la lutte biologique.

La lutte biologique se présente sous diverses formes, mais les chercheurs se concentrent actuellement sur la lutte biologique à l'aide de substances naturelles d'origine végétale telles que les pesticides.

Par conséquent, de nombreux composés phytochimiques, y compris les huiles essentielles, présentent un intérêt croissant en tant que sources potentielles de molécules bioactives naturelles. Ils ont fait l'objet de plusieurs études pour leur utilisation potentielle en tant

qu'agents antioxydants, antimicrobiens, anti-inflammatoires et anticancéreux (*Barbouche et al., 2001*); (*Boriky, 2005*); (*Tail et al., 2006*); (*Khalfi-Habes et al., 2009*); (*Tchoumboungang et al., 2009*); (*Boutaleb Joitei., 2010*); (*Mokrini et al., 2010*).

L'utilisation de ces substances naturelles est liée à leur large éventail d'activité biologique. Ils sont connus comme bactéricides, fongicide, acaricides, nématocides, etc., mais peuvent aussi être utilisés comme insecticides alternatifs (**Paster et al., 1990** ; **Caccioni et al., 2000** ; **Lamiri et al., 2001** ; **Cimanga et al., 2002**).

Le but de cette étude est de connaître l'efficacité insecticide et fongicide des huiles essentielles de deux plantes aromatiques *Thymus vulgaris* et *Thymus capitatus* et de comparer leur efficacité sur le ravageur de la tomate (*T. absoluta*) et aussi leur activité sur les champignons isolés à partir de cette dernière.

Notre travail est présenté de manière classique suivant une approche en quatre chapitres :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique comportant cinq parties :

- ✓ Première partie : Présentation de la plante hôte (la tomate)
- ✓ Deuxième partie : Pathologies et ravageurs de la tomate
- ✓ Troisième partie : Ravageur de la tomate (*Tuta absoluta*)
- ✓ Quatrième partie : Les huiles essentielles
- ✓ Cinquième partie : Les plantes aromatique étudiées

Le second chapitre consiste : Une présentation de la zone d'étude avec toutes ses caractéristiques bioclimatiques.

Le troisième chapitre décrit : consiste la méthodologie utilisée lors de ce travail: le matériel utilisé et les méthodes suivies pour la réalisation des différentes expériences.

Le quatrième chapitre renferme les résultats les plus importants et leur interprétation, une discussion approfondie en les comparant avec la littérature antérieure. Puis on a terminé par une conclusion générale et perspective.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie I : Présentation de la plante hôte

1. Origine et l'historique de la tomate

Selon **Blancard (2009)** et **Mappa (2010)**, la tomate est une culture ancienne qui trouve son origine vers 3000 avant J.C. **Chaugar (2011)** a montré que les tomates sont originaires des régions côtières andines du nord-ouest de l'Amérique du sud, s'étendant du sud de la Colombie au nord du Chili, de la côte pacifique aux contreforts des Andes (Équateur, Pérou). Les tomates ont été domestiquées au Mexique et introduites en Europe en 1544. Elles sont répandues en Asie du sud, et en Asie de l'Est, en Afrique et au Moyen-Orient (**Wageningen., 2005**).

En Algérie, ce sont les producteurs du sud de l'Espagne qui les ont introduits en raison de conditions favorables. Leur consommation a commencé pour la première fois dans la région d'Oran en 1905 puis s'est étendue vers le centre, notamment au littoral Algérois (**Lattigui., 1984**). (**Figure 01**).

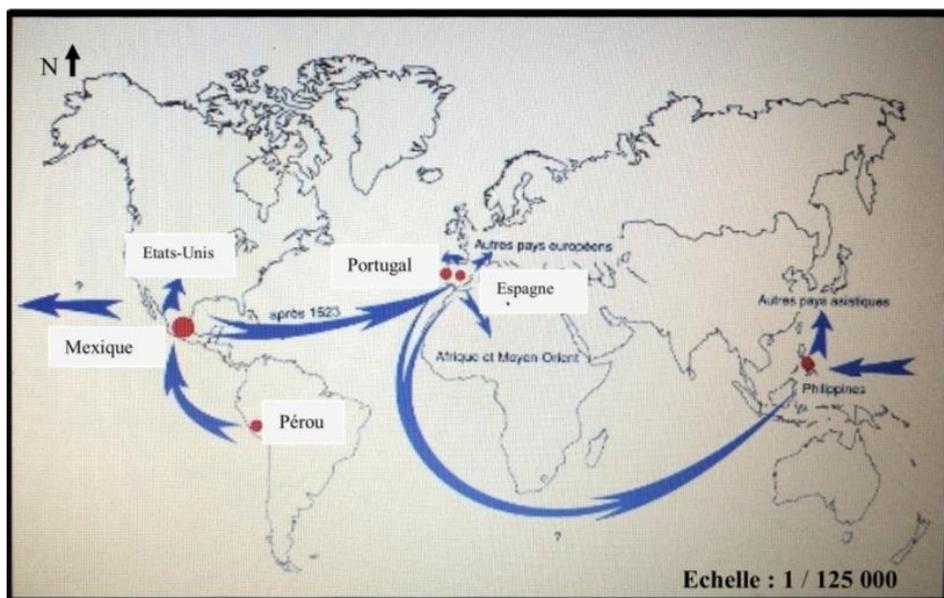


Figure 1 : Diffusion de la tomate dans le monde (**Gallais et Bannerot., 1992**)

2. Classification de la tomate

La tomate appartient à la famille des *Solanacées* (**Argouarch et al., 2008**). D'autres espèces bien connues telles que la pomme de terre, le tabac, le poivron et l'aubergine appartiennent à la famille des *Solanacées* (**Wageningen., 2005**).

Tableau 1: Classification botanique de la tomate (**Munron et Small.,1997**)

Règne	<i>Plantae</i>
Sou Règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae</i>
Genre	<i>Solanum ou Lycopersicon</i>
Espèce	<i>Lycopersiconesculentum Mill.</i>

3. Morphologie de la tomate

La tomate est une plante herbacée vivace qui se cultive comme une annuelle.

3.1. Racine :

Sont des racines pivotantes d'une profondeur de 50 cm ou plus. Ils produisent une forte densité de racines latérales et adventices (**Raemaekers., 2001**).

3.2. Tige :

La morphologie de la croissance de la tige varie entre debout et couchées. Les tiges mesurent 2 à 4 m de long. Très poilu et glanduleux (**Wageningen., 2005**).

3.3. Feuille :

Les feuilles sont disposées en spirale, 15-50 cm de long et 10-30 cm de large (**Shankara et al., 2005**). Les feuilles sont constituées de folioles longues (5 à 7), alternes et pennées impaires. Ces lobules sont lobés, avec des poils glanduleux de 10-25 cm et un nombre constant de petits mésolobules de forme ovale aux bords légèrement dentelés (**Raemaekers., 2001**).

3.4. Fleur :

Les fleurs sont bisexuées, régulières, petites, jaunes, en forme d'étoile et lâchement regroupées avec 3 à 8 fleurs sur le même pédoncule (**Polese., 2007**).

La structure florale assure une autofécondation stricte, avec pistils entourés d'étamines déhiscentes vers l'intérieur (**Gallais et Bannerot., 1992**). En général, les plantes sont

autofécondées, Cependant, la fertilisation croisée est possible. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (**Shankara et al., 2005**). Selon **Toufouti (2013)**, cette fleur est pentamérique et sa formule florale est :

5 sépales + 5 Pétales + 5 étamines + 2 carpelles.

3.5. Fruit :

Les fruits sont sphériques ou aplaties, de 2 à 15 cm diamètres. Le fruit n'est pas encore mûr, vert et poilu. Les fruits mûrs varient en couleur du jaune au rouge à orange. En général, ils sont ronds et réguliers (**Shankara et al., 2005**).

3.6. Graine :

Les graines sont nombreuses, réniforme ou piriforme. Elles sont poilues, beiges, 3-5 mm de long et 2-4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. Le cycle graine à graine est en moyenne de 3,5 à 4 mois (7 à 8 semaines de la graine à la floraison, 7 à 9 semaines de la floraison à la fructification) selon la variété et les conditions croissance (**Gallais et Bannerot., 1992**).

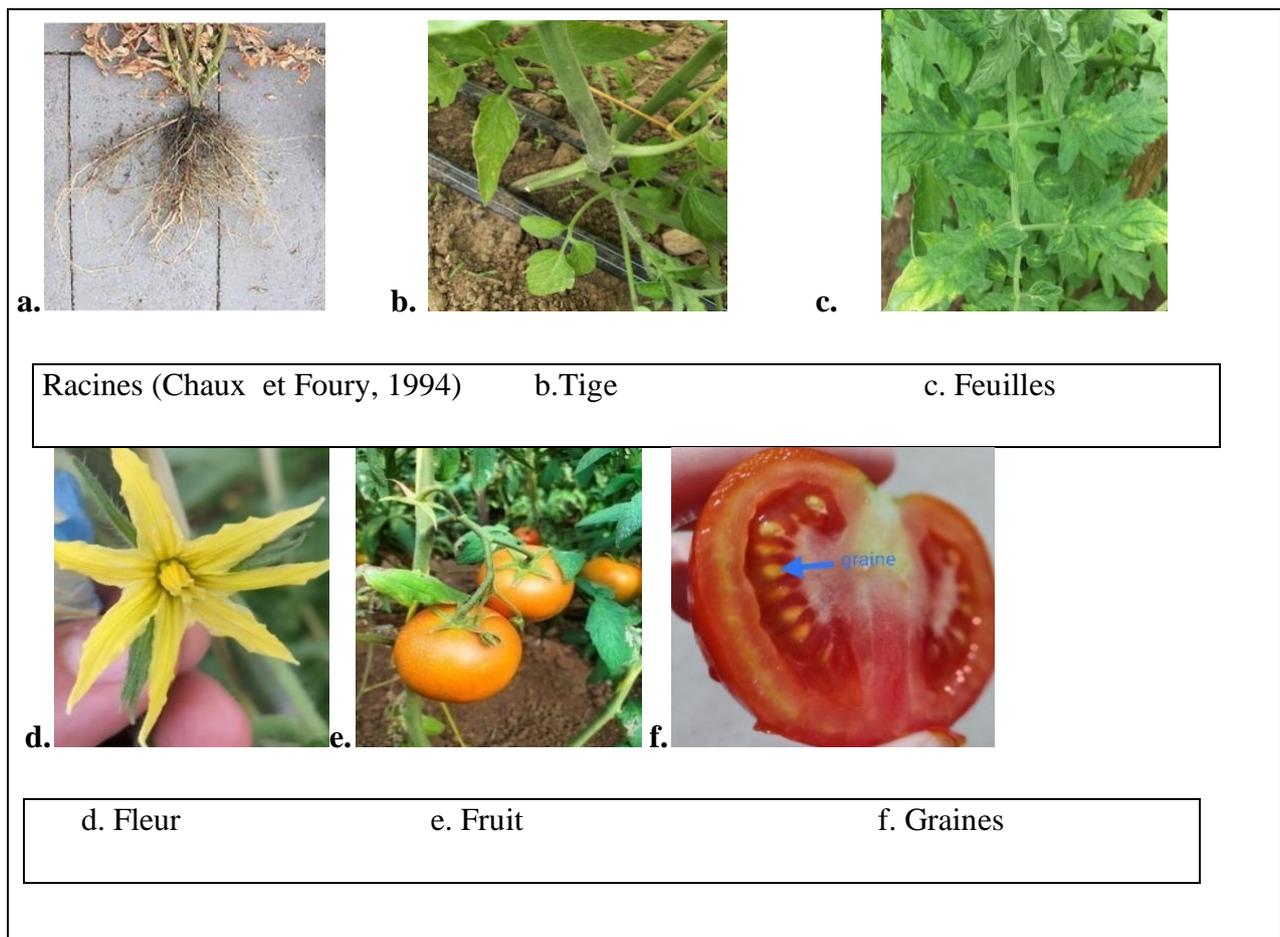


Figure 2 : Différentes organes de la tomate.

Tableau 2 : Composition de fruits de la tomate à maturité (Davies et Hobson., 1981).

Les composantes	La teneur en %
L'eau	95
Matière sèche	5
Sucres	50
Acides organiques	25
Minéraux	8
Acides aminés	2

4. Cycle biologique

Le cycle végétatif complet de la graine à la nouaison prend généralement en moyenne 3,5 à 4 mois de la graine à la récolte finale (7 à 8 semaines de la graine à la germination),

Selon la variété, la saison et les conditions de croissance. (7-9 semaines de la fleur au fruit) (**Gallais et Bannerot., 1992**). La tomate passe par les phases de développement suivantes :

4.1. Phase de germination

Les graines germent au bout de 6 à 8 jours, révélant une tige et deux cotylédons simples opposés. A ce stade, une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70-80% sont requises (**Chaux et Foury., 1994**).

4.2. Phase de croissance

C'est la phase où la plante développe la partie aérienne en envoyant plus de racines et une paire de feuilles (**Perron., 1999**)

4.3. Phase de floraison de la tomate

Elle s'agit du développement primordial de la fleur par la conservation du méristème apical d'un état végétal à un état reproducteur (**Shankara et al., 2005**).

Après environ un mois de croissance, les tomates produiront leurs premières fleurs. Ces fleurs étaient à l'origine des bourgeons. La floraison dépend de la durée du jour et de la température. La floraison n'est possible que si la plante reçoit de la lumière tout au long de la période de floraison et est alimentée en nutriments équilibrés (**Shankara et al., 2005**).

4.4. Phase de fructification et maturation de la tomate

Commence pendant la floraison. Il débute par la fructification sur la grappe de base et se poursuit sur la grappe supérieure au fur et à mesure que la grappe émerge et que les fleurs se fécondent. Le fruit se développe, grandit, atteint sa taille finale, commence à perdre sa couleur verte et vire au jaune. Puis au rouge accentué (**Perron., 1999**)

4.5. Phase de récolte

Selon **Perron (1999)**, la récolte de tomates est inégale. Les stades de la récolte dépendent fortement de la variété et des conditions climatiques.

5. Exigences édapho-climatiques

Inclure le climat et le sol propice à la croissance de la tomate.

5.1. Exigences climatiques

Trois principaux facteurs climatiques affectent différemment les différents stades de développement des plantes. Température de l'air et du sol, intensité et durée d'éclairage et humidité (**Chaux., 1994**).

5.1.1. Température

Les tomates sont des plantes de saison chaude. La température critique est (-2 °C), le point de germination est de 12°C. La croissance optimale des racines est de 18°C. La température ambiante pendant la saison de croissance est de 25°C le jour et de 16°C la nuit. Il est facile de voir que la température du sol est trop basse, car les plantes cessent de pousser deviennent bleutées (**Elattir et al., 2003. Petersen., 2005**).

La fécondation s'arrête lorsque la température descend en dessous de 15°C la nuit. Les tissus végétaux sont endommagés en dessous de 10°C et au dessus de 38°C (**Naika et al., 2005**).

Selon **Naika et al., (2005)**. Les températures nocturnes sont très importantes pendant la croissance, car la majeure partie (70 à 80 %) de la croissance quotidienne des tiges a lieu dans une obscurité pratiquement complète.

5.1.2. Humidité relative

Une humidité relativement faible favorise la pollinisation. D'autre part, pendant le développement et la maturation des fruits, une faible humidité réduit les problèmes de détérioration (**La France., 2007**).

5.1.3. Lumière

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

5.2. Exigences édaphiques

5.2.1. Sol

Les tomates préfèrent un sol profond, meuble, aéré, bien drainé et riche en humus. Un sol sablonneux ou sablo-limoneux est préférable pour une bonne pénétration des racines (**Huat., 2008**).

En général, l'apport de matière organique stimule une bonne croissance. Cependant, les sols riches en matière organique tels que les sols tourbeux sont moins adaptés en raison de leur grande capacité de rétention d'eau et de leur manque de nutriments (**Shankara et al., 2005**).

5.2.2. pH de sol

Selon **Chaux et Foury (1994)**, les tomates sont tolérantes sur une large gamme de pH, Le pH acceptable est compris entre 4,5 et 8,5 et le meilleur équilibre nutritionnel optimal est maintenu entre pH 6 et 7. Néanmoins, certains oligo-éléments (Fe, Mn, Zn, Cu) restent mauvais pour les plantes dans les sols à pH basique. Aussi, des niveaux plus faibles et plus élevés entraînent des carences en minéraux et en toxicité (**Vander Vossen et al., 2004**).

6. Exigences nutritionnels de la tomate

6.1. Exigences hydriques

Les tomates ont besoin de beaucoup d'eau, surtout pendant la floraison et le développement final des fruits. Le stress du manque d'eau provoque la chute des bourgeons et des fleurs et l'éclatement des fruits. D'autre part, de très fortes averses et une humidité très élevée entraînent la formation de moisissures et la pourriture des fruits (**Naika et al., 2005**).

Les étapes les plus importantes sont la floraison, la nouaison et le grossissement des fruits (**Chibane., 1999**).

6.2. Exigences en éléments nutritifs

La tomate est besoin d'engrais et des éléments fertilisants importants. Ils doivent être adaptés aux techniques de production, aux propriétés du sol, aux stratégies d'irrigation et aux attentes de rendement (**Tikarrouchine., 2009**). Les tomates contiennent de l'azote (N), du phosphore (P), potassium (K) et magnésium (Mg) (**Naika et al., 2005**).

7. Importance économique et production de la tomate

7.1. Dans le monde

Les tomates sont cultivées dans presque tous les pays du monde (plus de 130 pays). Sa production est répandue dans toutes les zones climatiques, notamment dans les pays tropicaux et méditerranéens, et même dans les régions relativement froides grâce au développement des cultures couvertes. C'est l'une des productions légumières les plus importantes au monde, cultivée sur une superficie d'environ 2,5 millions d'hectares (**Blancard., 2009**).

7.2. En Afrique

Plus de la moitié des tomates du continent Africain sont produits en Egypte (soit 5,9 millions de tonnes). En ajoutant la production Marocaine (1 million de tonne). L'Algérie (700 000 tonnes) et Tunisie (600 000 tonnes), La Méditerranée apparaissant comme les principaux producteurs continentaux (**Grasselly., 2000**)

7.3. En Algérie

Les conditions climatiques des régions algériennes sont très favorables pour la culture de la tomate et pour un bon rendement. Cela place cette culture juste derrière les pommes de terre en culture (**Zidani., 2007**).

Selon **Grasselly et al (2000)**, La production algérienne de tomates se classe au troisième rang en Afrique après l'Egypte et le Maroc. Les dernières statistiques montrent que la production industrielle de tomates augment en raison de la forte demande pour ce fruit. La production de tomates est passée de 475 392 tonnes en 2000 à 852 387 tonnes en 2012 (une augmentation de 38%) (**Madr., 2014**).

L'émergence du ravageur invasif de la tomate *Tuta absoluta* a entraîné une réduction du rendement non seulement dans les serres mais aussi dans la culture en plein air (**INPV, 2008**).

Partie II : Pathologies et ravageurs de la tomate

1. Généralités

Sans aucun doute, il convient de noter que les maladies et les ravageurs des plantes sont des facteurs très importants dans leur mise en œuvre en termes de production économiquement viable. Le nombre de maladies qui affectent les tomates est important. Plus de 50 pathologies non parasitaires, sans compter les nouvelles pathologies émergentes à une fréquence alarmante (**Blancard., 2009**). Notamment causés par des champignons, des bactéries, des virus et des ravageurs (**Leroux., 2003**).

1.1. Pathologies non parasitaires

Ils sont nombreux et peuvent affecter les racines, les collets, les tiges, les feuilles (**Messiaen et al., 1993**). Ils sont généralement causés par des carences nutritionnelles et des conditions climatiques défavorables (**Shankara et al., 2005**). Les plus courantes sont :

- La pourriture des fleurs est causée par une carence en calcium.
- La fissuration des fruits est causée par de grandes fluctuations de la teneur en humidité et de la température du sol.
- L'étouffement des racines est causé par un arrosage excessif ou une pluie excessive.
- Tronc vésical dû à un excès de flux d'azote.
- La pourriture des fruits est due à des coups de soleil ou à des crevasses de croissance.

1.2. Ravageurs de la tomate

Il s'agit notamment des ravageurs de la tomate, des nématodes phytoparasites et des insectes,

1.2.1. Nématodes phytoparasites (*Meloïdogyne incognita*) :

Les nématodes qui parasitent les plantes sont des vers vivant dans le sol ; ronds dont la taille varie de 0,25 à 1 mm ou plus, certains atteignant 4 mm (**Coyne et al., 2010**). Ces parasites provoquent des galles sur les racines des plantes. Les plantes affectées restent petites et sensibles aux maladies fongiques et bactériennes transmises par le sol (**Shankara et al., 2005**).

1.2.2. Insectes

Selon **Shankara et al . (2005)**, tous les insectes piqueurs et suceurs de sang, tels que les thrips, les pucerons et les aleurodes, ne causent des dommages mécaniques qu'en grand nombre.

1.2.2.1. Papillons noctuelles (*Lipidoptères*) ;

Les papillons et les vers gris sont des ravageurs courants des tomates. Les œufs verts ou bruns sont pondus sur les jeunes feuilles, les fleurs et les fruits. Les larves issues des œufs se nourrissent de feuilles, de fleurs, de fruits et même de racines (**Wageningen., 2005**)

1.2.2.2. Pucerons (*Aphidae*)

Les espèces de pucerons trouvées sur les tomates sont polyphages car elles attaquent de nombreuses autres cultures et mauvaises herbes. Les pucerons attaquant les plantes à un stade très précoce, provoquant des affaiblissant et des changements foliaires. Parmi les virus transmis par les pucerons le virus de la mosaïque du concombre (*CMV*) sont transmis selon un mode non persistant (**Beliard., 2002**).

1.2.2.3. Thrips (*Thripidae*)

Les thrips sont des parasites qui pondent des œufs sur les feuilles de tomates. Les larves et les adultes de thrips sucent la sève des feuilles, ce qui entraîne des taches argentées à la surface des feuilles. Il met aussi des excréments sur les feuilles (taches noires). Certaines espèces sont porteuses de la flétrissure de la tomate (**Naika et al., 2005**).

1.2.2.4. Acariens (*Tetranychus urticae, T. turkestani, T. cinnabarinus*)

Les acariens ne sont pas des insectes, mais plutôt des petites araignées à peine visible à l'œil nu (**N'djamena., 1995**). Selon **Ruocco (2010)**, les acariens éliminent le contenu cellulaire des feuilles, des tiges et des fruits. Les tiges et les feuilles deviennent bronze ou marron. Les feuilles se dessèchent et les plantes les plus touchées meurent.

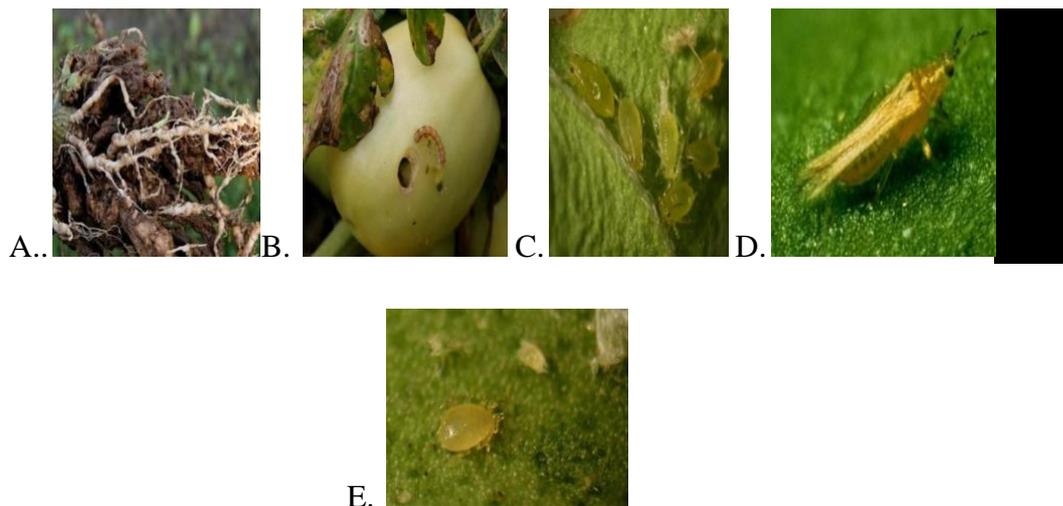


Figure 3 : Différents ravageurs de la tomate (Site N°01)

(A : effet des nématode sur les racines ; B : effet d'une chenille (noctuelle) ; C : pucerons à la face inférieure de cette foliole ; D : thrips de la tomate ; E : Acarien tisserand (spider mite).

1.3. Maladies bactériennes

Les bactéries sont des micro-organismes unicellulaires de taille extrêmement réduite, elles sont visibles sous microscope, elles demeurent invisibles à l'œil nu, parmi ceux-ci y a les suivants :

1.3.1. Le chancre bactérien (*cancer*) :

Est une maladie vasculaire qui provoque une atrophie et une décoloration des organes aériens (**Blancard., 2009**). Il est important et répandu dans le monde entier, causant des pertes économiques importantes dans les tomates (**Gleason et al., 1993 ; Gartemann et al., 2003**). La maladie se propage par les graines et le sol. Les bactéries peuvent survivre sur les débris végétaux (**Wageningen., 2005**).

1.3.2. Feu bactérien (*Xanthomonas axonopodis*) :

Cette bactérie est plus fréquente dans les pays tropicaux et subtropicaux. L'agent pathogène se propage par les graines, les insectes, les gouttes de pluie, les débris végétaux infectés et les mauvaises herbes solanacées. Des pluies torrentielles et une humidité élevée accélèrent le développement de cette maladie (**Wageningen., 2005**).

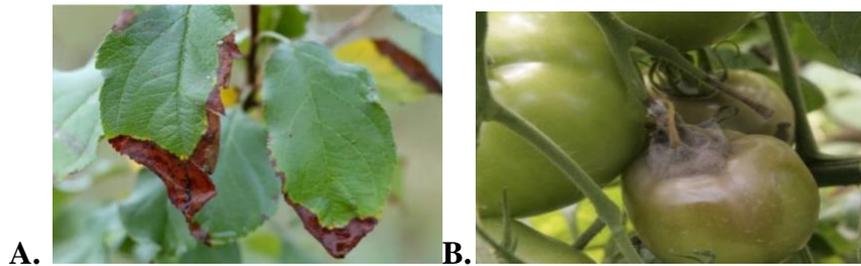


Figure 4 : Maladies bactériennes de la tomate

A : feu bactérien (Site N°02) ; B : Chancre bactérien (Site N°01).

1.4. Maladies fongiques

1.4.1. Alternariose de la tomate :

L'*Alternariose* est une maladie cryptogamique apparaît avec des taches brunâtres sur les feuilles et se produit à la base de la tige, souvent près du sol. Ces taches apparissent sur le fruit, après quoi la plante flétrit et meurt. Pour lutter contre l'*Alternaria*, il est nécessaire d'éliminer les plantes trop atteintes et de les traiter en alternance avec du cuivre, de la crinière et du mancozèbe (Polese., 2007).

1.4.2. Mildiou (*Phytophthora infestans*) :

Le mildiou apparaît sur les feuilles de tomate après plusieurs jours de temps humide (>90%) ou pluvieux. Le mildiou peut affecter toutes les parties des plantes aériennes. Il se présente sous la forme d'une plaque nécrotique, irrégulière, s'élargissant rapidement, entourée d'un bord brillant. Les tiges peuvent être vues avec les zones brunes qui les entourent. Le fruit moisi est tacheté de brun avec une surface irrégulièrement bosselée (Blancard et al, 1997 ; APA, 2005).

1.4.3. Oïdium ou le blanc (*Leveillulataurica*) :

Trottin-Caudal et al. (2003), rappelons que l'*Oïdium* est une maladie causée par *Oïdium neolycopersici*, un champignon pathogène répondu dans les cultures sous abri. La maladie se manifeste dans les premiers stades par des taches blanches sur la face supérieure des feuilles. Lorsque ces taches se transforment ensuite en lésions brunes, la plante perte ses feuilles.

Le mycélium est entièrement à l'intérieur de la plante. Les plantes sont basses en raison des stomates et des surfaces foliaires. La maladie se propage rapidement dans les environnements secs (Wageningen., 2005).

1.4.4. Pourriture grise(*Botrytis cinerea*) :

La moisissure grise est causée par *Botrytis cinerea* par temps humide. Les symptômes sont observés sur les fleurs, les fruits, les tiges, et les feuilles et apparaissent généralement sous forme de tapis gris en raison de la pourriture des tissus infectés et de la production abondante de spores. *Botrytis cinerea* peut entraîner des pertes de rendement importantes en affaiblissant et en détruisant les plantes (Williamson et al., 2007).

1.4.5. Anthracnose (*Colletotrichumcoccodes*) :

Cette maladie se manifeste par des taches gris-brun en milieu humide. Spores de couleur saumon (rose). La transmission se fait par les parties infectées des plantes (en particulier les fruits). Pour cette raison, l'adoption de pratiques d'hygiène agricole est très importante (wageningen., 2005).

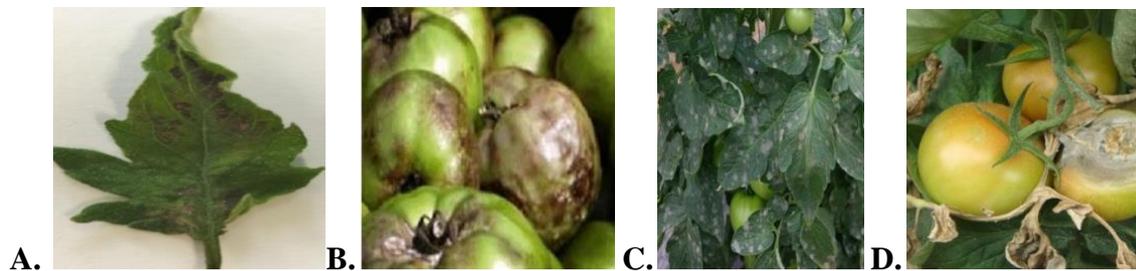


Figure 5:Maladies cryptogamiques de la tomate (Site N°01)

A : Alternariose, B : Mildiou C : Oïdium, D : Pourriture grise.

Partie III : Ravageur de la tomate *Tutaabsoluta*

1. Généralités

Tuta absoluta (MEYRICK) (*Lepidoptera : Gelechiidae*) communément appelé la mineuse de la tomate, est un insecte oligophage décrit pour la première fois par Meyrick en 1917 et nommé *Phthorimaea absoluta* (Ferreira., 2008 ; Guenaoui., 2008). Ce ravageur n'affecte que les solanacées (Lietti et al., 2005). Cette mineuse est considérée comme l'un des ravageurs les plus importants de la tomate (Borgoni et al., 2003 ; Pires., 2008). Il s'agit d'un facteur limitant le développement des cultures car il peut entraîner des pertes de production de 70% à 100% (Pratissoli et Parra., 2000 ; Borgoni et al., 2003 ; Oliviera et al., 2007 ; Urbaneja et al., 2008 ; Guenaoui et Ghelamellah., 2008).

2. Classification

La position systématique de *Tuta absoluta* qui a été établie par Meyrick en 1917. (Potting et al., 2009).

Tableau 3: Classification de *Tuta absoluta*

Embranchement	<i>Arthropodes</i>
Sous embranchement	<i>Uniramia</i>
Class	<i>Insecte</i>
Ordre	<i>Lépidoptères</i>
Famille	<i>Gelechiidae</i>
Sous famille	<i>Gelechiinae</i>
Genre	<i>Tuta. (Syn. Scrobipalpuloides)</i>
Espèce	<i>T. absoluta</i>

3. Morphologie de l'insecte

3.1. Les adultes :

Les papillons sont nocturnes. Ils mesurent 6 à 7 mm de long et 8 à 10 mm de large. Ils sont gris argentés avec des taches noires sur les ailes antérieures. Ils possèdent des antennes filamenteuses constituent les 5/6 des ailes, l'identification est confirmée par l'observation des organes reproducteurs mâles (Ramel et Oudard., 2008).

Les femelles sont légèrement plus grandes que les mâles (**Guenaoui, (2008) ; Ramel et Oudard., (2008) ; Badaoui et Berkani., (2008)**), Les femelles ont une durée de vie moyenne de 10 à 15 jours, tandis que les mâles vivent de 6 à 7 jours (**Anonyme., 2009c**).

3.2. Les œufs :

Les œufs sont ovales, mesurent 0,36 mm de long et 0,22 mm de diamètre. Blanc crème à la ponte, jaune orangé à maturité, foncé juste avant l'éclosion (**INPV, 2009**). Le potentiel de fécondation varie entre 250 et 300 œufs par la femelle, mais les conditions d'élevage peuvent influencer le potentiel d'un organisme (**Vilela de Resende., 2003 ; Pereira., 2005 ; Molla et al., 2008**).

3.3. Les larves :

Selon **Marcano (2008)**, les larves sont des chenilles et éclosent avec une capsule céphalique distincte et une paire de pattes. La première larve (L1) est beige clair avec une tête noire et mesure 0,9 mm Les larves L2 et L3 sont de couleur verdâtre, devenant roses aux stades 2 à 4. Le stade L3 mesure environ 4,5 à 5,6 mm de long et le dernière stade (L4) peut mesurer jusqu'à 7,5 mm Ce dernier devient rouge carmin.

3.4. Chrysalides :

La pupa est fusiforme, de 4 à 5 mm de long et 1,1 mm de diamètre. Elle est initialement verdâtre et vire rapidement au marron foncé (**Marcano, 2008**). La nymphose peut se produire sur le sol, dans les feuilles ou dans les mines. Il est généralement recouvert d'un cocon soyeux blanc (**Guenaoui., 2008 ; Vieira., 2008, Rey et al., 2014**).



Figure 6: Différents stades larvaires de *Tuta absoluta*
a) œufs b) chenille c) adulte d) chrysalide (**Site 01**).

4. Origine et aire de répartition

T. absoluta est originaire d'Amérique centrale et s'est répandu en Amérique du sud. Elle a été signalée en Bolivie, au Brésil, au Chili, en Colombie, en Équateur, au Paraguay, en Uruguay et au Venezuela (**Korcycinska et Moran., 2009**).

Mentionnée pour la première fois en Amérique du sud en 1935 et évoluant à partir d'un site identifié au Japon en 1983 (**Lacordaire et Feuvrier., 2010**).

En Europe, elle a été observée pour la première fois à Castellion(Espagne) en 2006. (**Ramel et Oudard., 2008**). En Algérie, le premier foyer a été observé en mars 2008 sur des tomates dans une serre de la ville Mazagran, Willaya de Mostaganem (**Guenoui., 2008 ; Anonyme., 2008**).

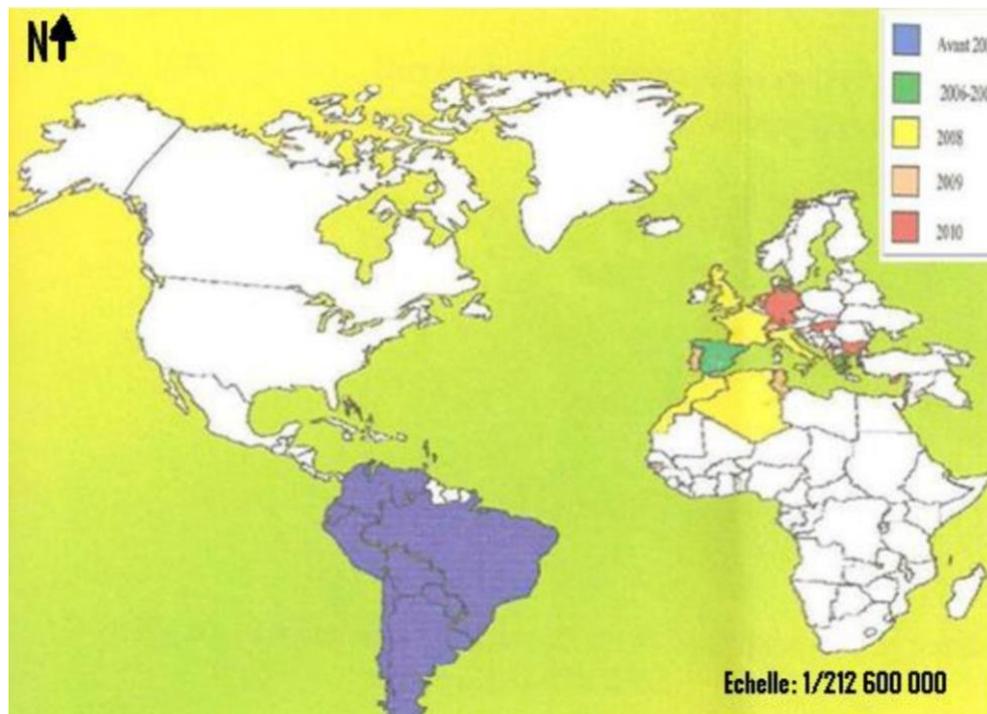


Figure 7: Répartition du *T. absoluta* dans le monde (**Ramel., 2010**).

5. Cycle biologique

Selon **Rey et al., (2014)**, les caractéristiques biologiques de ce ravageur dépendent fortement de la température. Le cycle de développement de l'œuf à l'adulte est d'environ 1 mois à 25 °C et environ 3 semaines à 30°C. Lorsque la température est plus basse, la durée de développement est considérablement plus longue. À 15°C elle dépasse les 2 mois. Malgré cela,

le potentiel de reproduction reste élevé. La durée de vie des femelles est d'environ deux semaines, tandis que des mâles, une semaine. Des températures constantes à 35° Centraient l'arrêt du développement. Cependant, lorsque les températures alternent entre 25°C et 35°C son développement est maintenu.

Silva (2008), a montrée que les femelles de *Tuta absoluta* pondent entre 250 et 260 œufs au cours de leur vie. Ces œufs sont déposés sur les parties aériennes des plantes, puis ils éclosent en chenilles qui s'enfouissent dans les feuilles, les tiges et les fruits.

Les chenilles creusent des galeries où elles poursuivent leur développement larvaire. Une fois qu'elles ont atteint leur stade final, elles subissent une transformation en chrysalides. La métamorphose en pupes se produit soit dans le sol, soit à la surface des feuilles. Pendant cette phase nymphale, elles restent enfouies dans le sol jusqu'à leur émergence en tant qu'adulte, donnant ainsi naissance à une nouvelle génération (**Rey et al., 2014**).

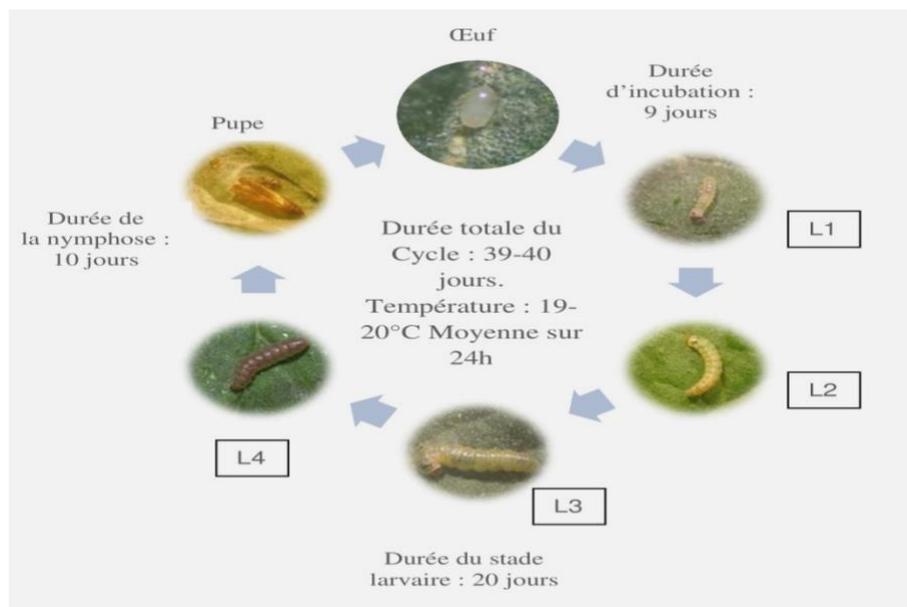


Figure 8: Cycle de développement de *Tuta absoluta* à une température moyenne sur 24h de 19-20 °C (**Rey et al., 2014**).

6. Symptômes et dégâts

Cette espèce est très destructrice, attaquant toutes les parties du plante à tous les stades de développement (**Filho et Vilela., 2000 IN Marchiori, Silva et Lobo., 2004 ; Caffarini et al. 1999**).

6.1. Sur les feuilles :

Les dégâts sur les feuilles sont particulièrement importants. Les larves pénètrent entre les deux épidermes de la feuille, se nourrissent de cellules parenchymateuses à l'aide des crochets mandibulaires et détruisent la majeure partie de la surface foliaire de la plante. Des galeries claires contenant des excréments bruns sont visibles (Suinaga *et al.*, 2004 ; Collavino et Gimenez., 2008 ; Silva., 2008).

Les feuilles décomposées se nécrosent, endommageant la plante, réduisant sa taille et retardant sa croissance (Guenaoui et Ghelamallah., 2008).



Figure 9: Dégâts sur feuilles de tomate (Site 03).

6.2. Sur les fruits :

La tomate présente des nécroses sur le calice et des noyaux en surface. Les fruits peuvent être attaqués de la formation à la maturité. Les larves peuvent endommager plusieurs fruits d'une même grappe (Ramel et Oudard., 2008).



Figure 10: Dégâts sur les fruits de la tomate (Site 03).

6.3. Sur les tiges :

Les dommages aux tiges entraînent une fragilité des plantes (Mallia., 2009), des bourgeons floraux, des chutes de fruits infestés de larves, une pourriture des plaies et une perte de production pouvant atteindre 100 % (Pereira., 2005 ; Collavino et Gimenez., 2008).



Figure 11: Dégâts sur la tige de tomate (Site 03).

Partie IV : Les huiles essentielles

1. Définition

Le terme huile essentielle a été inventé au 16^{ème} siècle par le médecin suisse Parascelsus Von Hohenheim pour décrire les principal actifs des remèdes naturels **(Polese, 2001)**.

Selon les normes **ISO et Afnor d'octobre 1987**, les huiles essentielles sont des produits obtenus à partir d'une matière première végétale après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques dans les écorces d'agrumes, soit par carbonisation **(Bruneton., 1999)**.

L'HE, aussi appelée essence, est un mélange de substances aromatiques produits par de nombreuses plantes et se présente sous forme de petites gouttelettes sur les feuilles et la peau de fruits, résines, brindilles, arbres. Il est présent en petite quantité par rapport à la masse végétale, Ils sont parfumés et très volatils, ils s'évaporent donc rapidement **(Bekhichi et Abdelouahid., 2010)**.

2. Distribution et localisation des huiles essentielles

Selon **Bouchikhi.,(2011)**, Les huiles essentielles appartiennent à différentes familles de plantes et sont largement distribuées dans le règne végétal, présentes en grande quantité dans environ 2000 espèces de 60 familles. L'HE se trouve presque exclusivement dans les plantes supérieures et dans toutes les parties vivantes de la plante. Au sein d'une même plante.

Ces essences peuvent êtres présentes dans différents organes en même temps, ou leur composition chimique peut différer d'un organe à l'autre. Ces essences aromatiques sont produites par des glandes présentes dans presque toutes les parties de la plante.

3. Propriétés des huiles essentielles

3.1. Propriétés physico-chimiques

Les huiles essentielles sont généralement liquides à température ambiante, volatiles, ont une odeur très forte et sont incolores, jeune pale ou parfois bleues. Ils sont insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants, sont très labiles et s'oxydent au contact de l'air et de la lumière **(Chaprentier et al., 2008)**.

3.2. Activité antifongique

Les huiles essentielles agissent sur un large spectre de moisissures et de levures en inhibant la croissance des levures et la germination des spores, l'élongation du mycélium, la sporulation et la production des toxines chez les moisissures (**Knobloch et al., 1989**).

3.3. Activité antibactérienne

Les huiles essentielles ont deux effets contre les micro-organismes. L'un est mortel (bactéricide) et l'autre est inhibiteur de croissance (bactériostatique) (**Kunle et al., 2003**).

4. Méthodes et appareils d'extraction des huiles essentielles

Les essences ou les huiles essentielles sont les produits végétaux les plus précieux. Depuis les temps lointains, l'Homme a découvert une ingénieuse technique d'extraction d'une essence végétale qui peut être utilisée pour fabriquer des médicaments, des produits cosmétiques et des parfums (**Franchomme., 2001**). Parmi les différents procédés d'extraction, on cite principalement :

4.1. Extraction des huiles essentielles par Hydrodistillation (HD)

En HD, l'équipement est à l'intérieur du réacteur et est en contact direct avec de l'eau bouillante. Selon la densité ou la quantité de la plante utilisée, elle peut flotter ou être complètement submergée. Elle est généralement réalisée à pression atmosphérique. Lorsqu'elles sont chauffées, les molécules volatiles contenues dans la plante éclatent et sont libérées. Les taux d'évaporation des composés volatils des plantes médicinales aromatiques par HD sont connus pour varier avec la concentration en fonction de la résistance de HD à la diffusion dans les tissus cellulaires et de la solubilité dans l'eau des molécules volatiles (**Afnor., 1980. Hernandez Ochoa., 2005**).

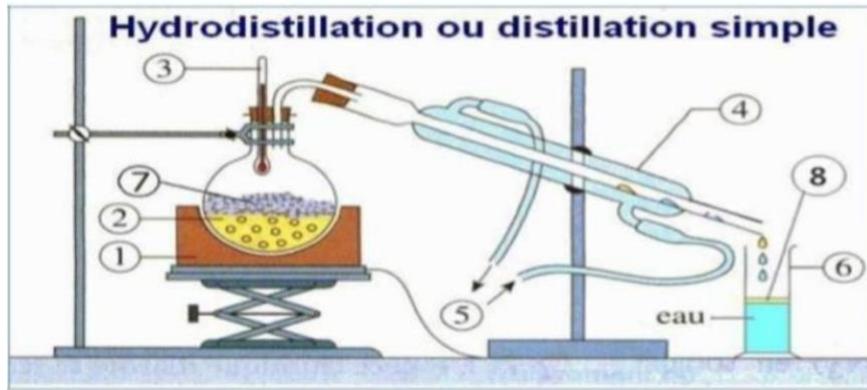


Figure 12:Hydrodistillation (Jouault., 2012)

1 : Chauffe-ballon ; 2 : Eau bouillante ; 3 : Thermomètre ; 4 : Réfrigérant à eau ; 5 : Arrivée d'eau froide et Sortie d'eau tiédie ; 6 : Essencier ; 7 : Végétal ; 8 : Huile Essentielle.

Partie V : Les plantes aromatiques étudiées

1. *Thymus vulgaris* L.

1.1. Définition

T. vulgaris L est une espèce aromatique et médicinale de la famille des *lamiacées* originaire de la région méditerranéenne et s'est adaptée aux différents climats du monde (**Fani et Kohanteb., 2017**). Le nom *Thymus* vient du grec « thymos » qui signifie « parfumer ». En raison des arômes agréables dégagés par la plante (**Pariente., 2001**). Communément appelée thym de jardin ou thym commun (**Shmeit et al., 2020**).

1.2. Origine et distribution

Thymus vulgaris L., est originaire du sud de l'Europe et est présent de la moitié orientale de la péninsule ibérique au sud-est de l'Italie et au-delà de la cote méditerranéenne de la France (**Özcan et Chalchat., 2004 ; Amiot., 2005**). Aujourd'hui, il est cultivé dans le monde entier comme thé, épice et plante médicinale (**Kitajima et al., 2004**).

1.3. Description botanique

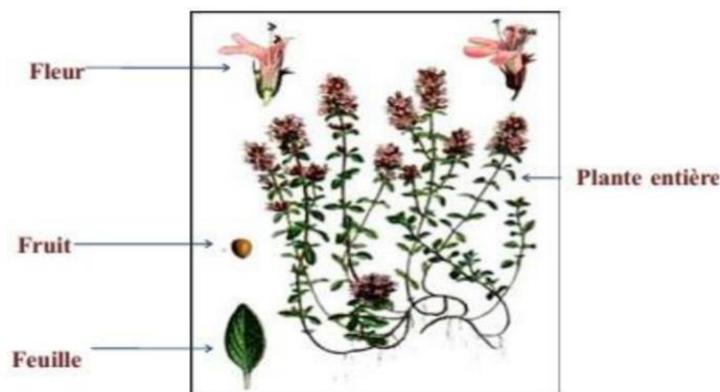


Figure 13 : Aspect morphologique de *Thymus vulgaris* L (**Domane et Serai., 2021**).

Les plantes de *Thymus vulgaris* L sont des arbustes buissonnants à base ligneuse, de 10 à 40 cm de haut (**Fani et Kohanteb., 2017**), avec des tiges dressées, ligneuses et très ramifiées. Les feuilles sont petites, avec des marges opposées enroulées, sans pétiole et blanchâtres avec des lamelles coriaces en dessous. Les fleurs sont petites, violettes, conjuguatives et disposées en grappes ovales. La plante conserve une forte odeur de thymol. Le fruit est un tétrakène brun avec quatre noix (**Bruneton., 2016 ; Boulade., 2018**).

1.4. Classification

Cette taxonomie fait référence à une taxonomie végétale antérieure (Morales., 2002) résumée dans le tableau 04.

Tableau 4 : Taxonomie botanique de *Thymus vulgaris L* (Morales., 2002).

Règne	<i>Plantes</i>
Sous règne	<i>Plantes vasculaires</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Sous classe	<i>Dialypétales</i>
Ordre	<i>Labiales</i>
Famille	<i>Lamiacées</i>
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus vulgaris L.</i>

1.5. Domaines d'utilisation

Le thym est utilisé comme herbe culinaire et une plante épice très populaire en Algérie et dans divers parties du monde pour aromatiser les plats, les fromages et les boissons alcoolisées (Daidj., 2007; Djeroumi Et Nacef., 2004 ; Mayer., 2012).

Il est également utilisé en médecine comme antibactérien, antifongique, expectorant, antiseptique, vermifuge, antitussif, antispasmodique (ozguven et Tansi., 1998).

2. *Thymus capitatus*

2.1. Définition

Le thym, dont l'origine du nom est sujette à diverses interprétations, est un membre de la famille des Labiales. On trouve environ 215 espèces de thym cultivées dans le monde (Ebrahimi et al., 2008).

2.2. Origine et distribution

Le genre *Thymus* est abondamment réparti dans région méditerranéenne, avec une concentration majeure de la plupart des espèces (environ 75%) se trouvant spécifiquement le long du pourtour méditerranéen (**Ruberto et al., 2002**).

2.3. Description botanique

C'est un arbuste nain fortement aromatique, de 20 à 50 cm de haut, aux branches dressées à érigés. Boisé et transparent lorsqu'il est jeune, blanc mat, souvent avec seulement des touffes feuillues axillaires. Feuilles caduques une fois sèches, sessiles, subtraingulaires, linéaires, acuminées, de 6-12 cm de long, 1-1,8 mm de large, bords plats, glabres, ciliés à la base, glandes des deux côtés pointillés gris-vert. Inflorescence dense à pseudo-verticilles, calice de 1 mm de long. La lèvre supérieure à 3 dents, plus courtes que les 2 dents inférieures, toutes ciliées. Conduits du calice contrairement à tous les autres types de thyms. Il y a 20 à 22 veines. Le dos est plat. Corolle pourpre. Jusqu'à 1 cm de long, bilabée. Lèvre supérieure à deux échancrures Quatre étamines. (**Chaima et Ghania., 2018**).



Figure 14 : *Thymus capitatus* L (**Belyagoubi., 2005**)

2.4. Classification

Selon **Quezel et santa (1962)**, la taxonomie de *Thymus capitatus* L est montrée dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Taxonomie botanique de *Thymus capitatus L* (Quezel et Santa., 1963) :

Embranchement	<i>Angiospermes</i>
Sous embranchement	<i>Eudicots</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous classe	<i>Astériidae</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiacées</i>
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus capitatus L</i>

2.5. Domaine d'utilisation

Le thym est utilisé sous plusieurs formes en médecine traditionnelle. Les feuilles sont utilisées comme pastilles contre la toux, les maux de tête, l'hypertension, la décoction de gastrite, topique et antiseptiques (Guy Gilly., 1997).

Chapitre II : Zone d'étude

Partie I : Présentation de la région d'étude

Notre étude s'est déroulée au niveau de la wilaya de Tlemcen dans la région de Fellaoucene.

1. Situation géographique de la wilaya de Tlemcen

La wilaya de Tlemcen est située sur la côte nord-ouest du pays avec un littoral de 120 km. C'est une Wilaya frontalière avec le Maroc. D'une superficie de 9017,69 km², le chef-lieu de wilaya se situe à 432 km à l'ouest de la capitale Alger. La zone d'étude est de 34°25' et 35°25' de latitude Nord et 0°55' et 2°30' de longitude Ouest, et elle est bordée au Nord par la mer Méditerranée et au Nord-est par la wilaya d'Ain Témouchent. Et de l'Est, elle est bordée par la wilaya de Sidi Bel-Abbès et à l'Ouest la frontière algéro-marocaine et au Sud la wilaya de Naama.

2. Situation géographique de la région Fellaoucene

La commune de Fellaoucene est limitée géographiquement au nord et au nord-est par Beni Ouarsous et au nord-ouest par Ain Kebira. Elle bordée au sud et au sud-est par Ouled Riyah et à l'est par Zenâta. A l'Ouest et au sud-ouest par Ain Fatah.

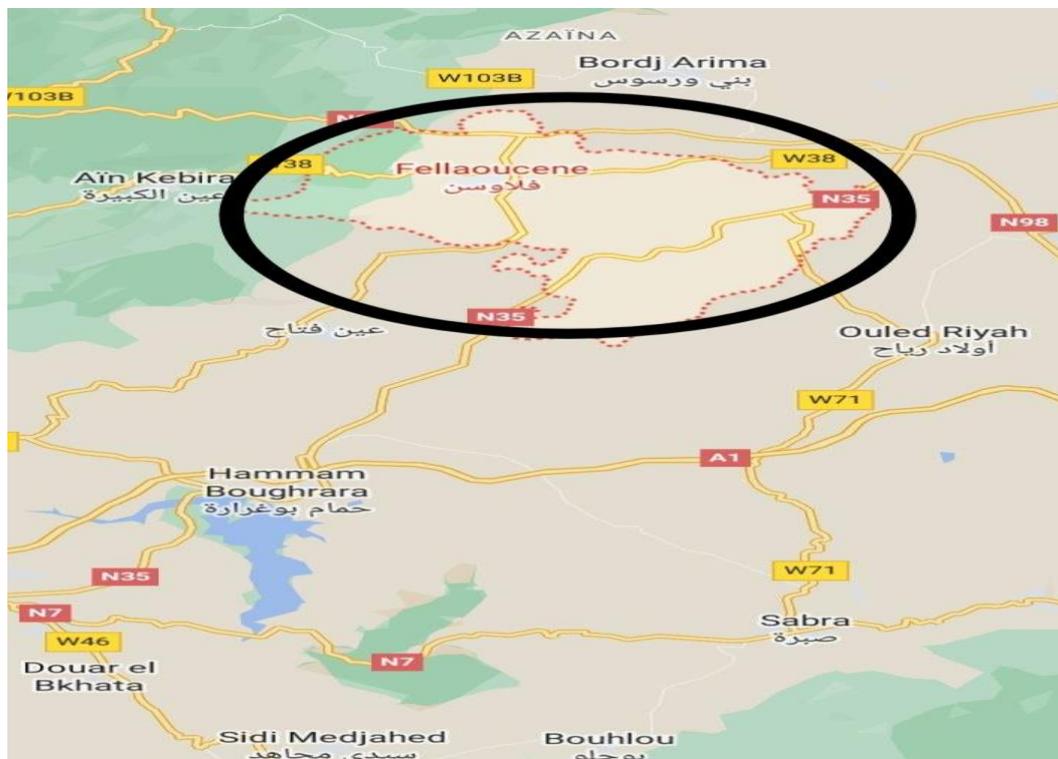


Figure 15: Situation géographique de la commune de Fellaoucene (Site 04).

3. Etude climatique de la région

3.1. Choix de la station météorologique

Le climat local peut être défini à l'aide des données climatiques des stations météorologiques les plus proches de la zone d'étude. Cette étude a été réalisée sur la station météorologique de Zenâta (1991-2020) qui est la plus proche à la zone de Fellaoucene.

Tableau 6: Coordonnées géographiques de la station de Zenâta(Site 04).

Station	Latitude	Longitude	Altitude
Zenâta	35°1°N	1°27°W	285m

3.2. Facteurs climatiques

3.2.1. Régime pluviométrique

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale non seulement pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres, mais également pour certains habitats aquatiques (**Ramade, 2003**).

Tableau 7: Moyennes mensuelles de la pluviométrie de la station Zenâta (1991-2020)(Site 05).

Moins	jan	fév.	Mars	Avr	Mai	jun	juil	Août	Sept	Octo	Nov	Dec
P (mm)	50,4	37,8	41,9	41,0	29,5	6,8	2,8	18,2	19,2	32,3	48,2	41,5

Le **tableau N°07** montre que Juillet est le mois le plus sec au niveau de station Zenâta alors que Janvier et Novembre sont les mois les plus arrosés.

3.2.2. Température

Les paramètres thermiques jouent un rôle déterminant dans la vie végétale. En effet la température est considérée comme le facteur écologique fondamental, intervenant dans tous les processus biologiques : croissance, reproduction, survie et géographie, domaine de distribution et produit les paysages les plus diversifiés (**Soltner, 1992**).

Chapitre II : Zone d'étude

Tableau 8 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures (1991-2020). (Site 05).

Moins	jan	Fév	mars	Avril	mai	juin	Juil	Août	Sept	Octo	Nov	Déc
T.moy (°C)	11,2	12,0	14,1	16,0	19,3	23,0	26,4	27,1	23,8	20,2	15,4	12,5

- ✓ Amplitude thermique extrême moyenne (ou indice de continentalité)
- ✓ Amplitude thermique annuelle est égale à la différence entre les températures moyennes mensuelles les plus élevées et les plus basses (M-m) (**Emsalem, 1989**).

M : La moyenne mensuelle la plus élevée (le mois le plus chaud)

m : La moyenne mensuelle la plus basse (le mois le plus froid)

De branche (1953) propose une classification des températures des climats basée sur cette amplitude.

Tableau 9 : Classification thermique des climats selon de branche (1953).

Climat insulaire	$M-m < 15^{\circ}\text{C}$
Climat littorale	$15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$
Climat semi continentale	$25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$
Climat continentale	$35^{\circ}\text{C} < M-m$

Tableau 10: L'étage bioclimatique de station Zenâta.

Station	Période	M (C°)	m (C°)	(M-m) (C°)	Etage bioclimatique
Zenâta	1991-2020	27,1	11,2	15,9	Climat littoral

4. Synthèse climatique

4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953)

Chapitre II : Zone d'étude

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson 1953 est une graphique de deux courbes l'une représente la température T (°C) et l'autre représente les précipitations P (mm) qui permet de définir les périodes sèches et humide durant l'année avec une échelle $P=2T$.

Bagnouls et Gausson, 1953 ont optimisé l'utilisation des valeurs de précipitations et des températures portées sur ce diagramme ombrothermique afin qu'elles puissent suivre leurs évolution simultanée, qui détermine la période sèche « P est inférieur ou égal à 2T ».

La période de sécheresse commence lorsque la courbe des précipitations se croise et tombe en dessous de la courbe des températures, et se termine quand les deux courbes se recourent.

P : Précipitations moyennes mensuelles exprimées en (mm).

T : Températures moyennes mensuelles exprimées en degré Celsius (°C).

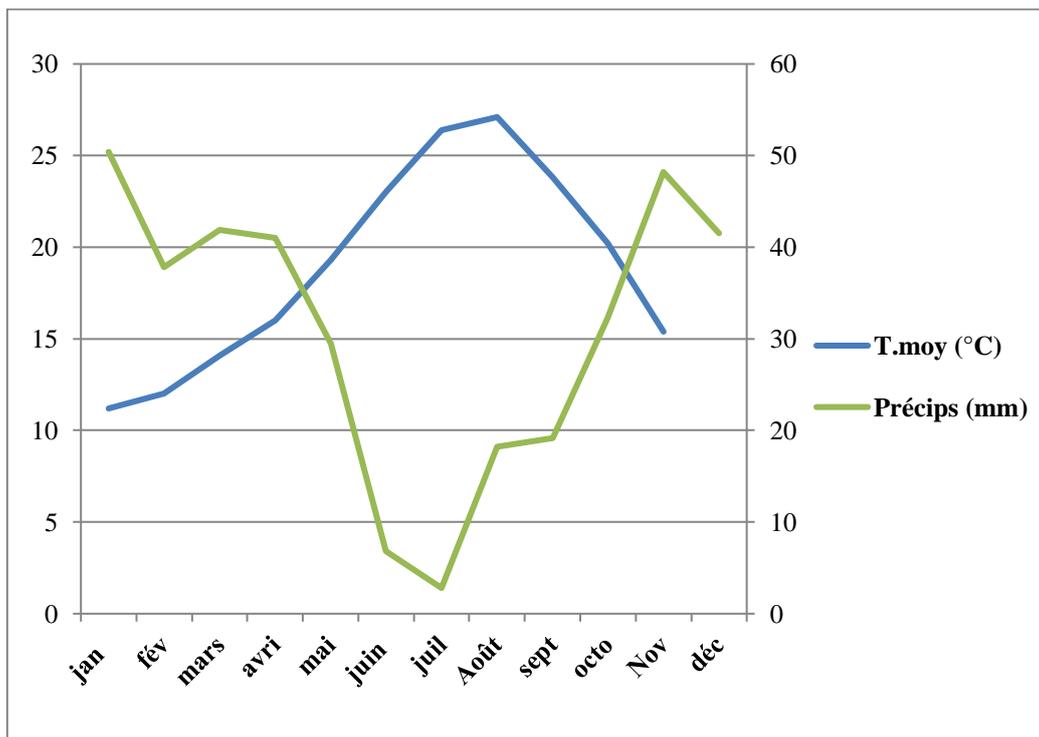


Figure 16: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la station Zenâta (1953).

A partir de diagramme ombrothermique de la station Zenâta 1991-2020, on a montré que la région d'étude se caractérise par une importante aridité due à la grande aire entre les deux courbes. La période de sécheresse dure 6 mois (mai-novembre).

4.2. Quotient pluviométrique d'Emberger

Le diagramme d'Emberger1930 permet de classer la région d'étude dans l'étage bioclimatique qui lui correspond. Q2 est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Q2=2000 P / (M2-m2)$$

P : la moyenne des précipitations annuelles exprimée en mm

M : la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud exprimée en K.

m : la moyenne des températures minima du mois le plus froid exprimée en K.

t K=t°C+273°C.

L'application numérique avec les données de la station Zenâta sur les deux périodes donne les résultats suivants :

Tableau 11 :Données météorologiques de station Zenâta.

Station	Période	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2
Zenâta	1991-2020	370	27,1	11,2	79,65

La valeur calculée de Q2 est reportée sur le climmagramme d'Emberger suivant :

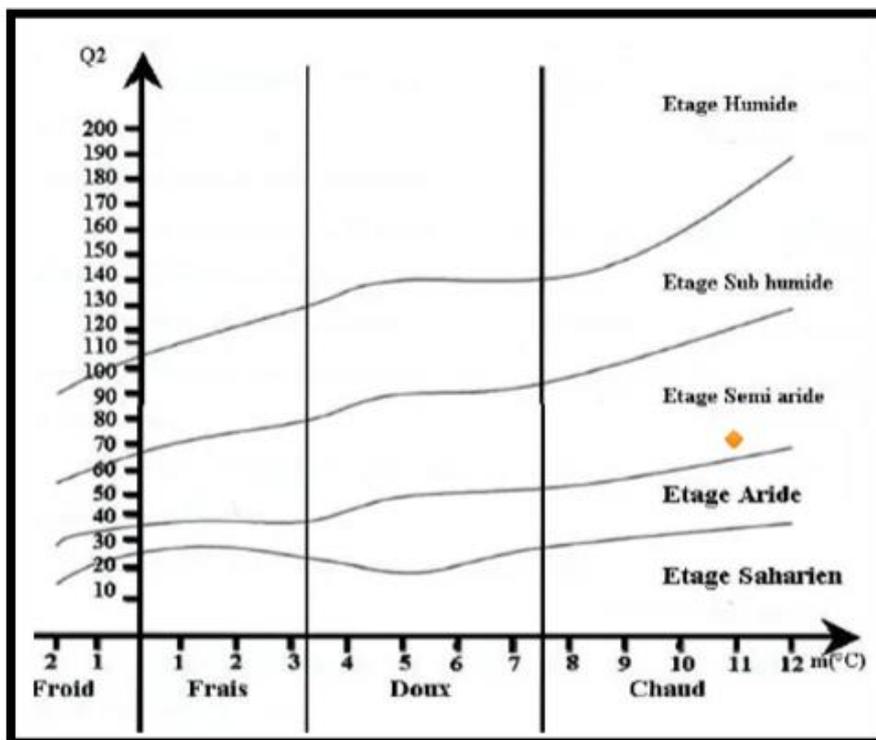


Figure 17 : Climmagramme pluviométrique de quotient d'Emberger (Q2) de station Zenâta (1991-2020).

Chapitre II : Zone d'étude

D'après la valeur de Q2 et le climmagramme d'Emberger, la station Zenâta (1991-2020) se positionne sur l'étage bioclimatique semi-aride à hiver Chaud.

La température et les précipitations dans cette zone sont favorables à la culture de la tomate et à son développement et sa croissance.

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel végétal

Cette étude a été menée sur des échantillons des feuilles de tomate de la variété (Américaine B48.) cultivé au niveau des serres dans la région de Fellaoucene (**Figure N°18**) les échantillons ont été amené au laboratoire durant les mois de Janvier et Avril.

Concernant les plantes aromatiques utilisées(*Thymus vulgaris L et Thymus capitatus L*), ont été acheté d'une herboristerie. Les feuilles sont laissées sécher à l'ombre à une température ambiante dans un endroit aéré pendant 15 jours. C'est la partie aérienne qui a été hydrodistillée.

La partie expérimentale est réalisée dans un laboratoire de recherche ; d'écologie (Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels, et laboratoire Lasnabio Faculté S.N.V.S.T.U. Université Abou Baker Belkaid Tlemcen.) pendant la période allant de Décembre 2022 à Mai 2023.



Figure 18 : Serre de tomates

2. Matériel du laboratoire

Au laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels à Université d'Abou Baker Belkaid Tlemcen. Le matériel suivant était à notre disposition (**Tableau N° 12**).

Tableau 12 : Matériel de laboratoire.

Les instruments de mesure	Balance électronique - micropipette
Les instruments de dissection	Pince- Anse de platine
Les instruments en électricité	Plaque chauffante- Vortex- Autoclave- Clevenger- incubateur
Les instruments en microscopie	Microscope- lames
Les contenants	Bécher- boîte de Pétri- Support à éprouvette- Tubes à essai- Verrines- Flacons
Les autres instruments de laboratoire	Agitateur magnétique - Amboux- Papier filtre- Verre de montre- Bec benzène- scotch
Le matériel de sécurité	Tablier- Bavette
Le matériel chimique	PDA- Sodium chloride- eau distillée- DMSO

3. Extraction des huiles essentielles

3.1. Hydrodistillation

Les HEs sont extraites par Hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger (**Pharmacopée Européenne, 2004**).

- ✓ Mettre 200g de feuilles sèches (par plante) dans un ballon de 6L ;
- ✓ Le mélange est porté à ébullition à l'aide d'une chauffe ballon ;
- ✓ Le temps de distillation est de 04-06 heures (selon le matériel végétal) ;
- ✓ La vapeur d'eau et les huiles essentielles circulent dans des tubes verticaux ;
- ✓ Puis dans un réfrigérant où se forme de condensation ; les gouttelettes d'eau générées s'accumulent dans le tube ; pré-remplie d'eau distillée. En raison de la différence de densité, l'huile essentielle flottent sur la surface d'eau.

3.2. Conservation des huiles essentielles

Après extraction d'HE des feuilles de *T.vulgaris L.* et *T. capitatus L.* Les HEs sont recueillies à l'extrémité de l'essencier à l'aide une pipette Pasteur et conservée à 4C° dans des piluliers en verre opaque. Fermées hermétiquement les préserver de l'air, de lumière et des variations de température, qui les principaux agents de dégradation. Les huiles dénaturées perdent leur activité biologique.

3.3. Calcul du rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme le rapport entre la masse d'huile essentielle récupérée et la masse de matière végétale traitées (**Williams, 1994**). Le rendement est exprimé en pourcentage (%) et calculé par la formule suivante :

$$R = m_1 \times 100 / m_0$$

R : rendement de huile essentielle en % ;

m_1 : Masse de l'huile essentielle en gramme ;

m_0 : Masse de la matière végétale en gramme ;

4. Test du pouvoir insecticide

4.1. Echantillonnage

L'échantillonnage a commencé dès l'apparition des premières mines (attaques) sur les feuilles de la tomate.

La méthode d'échantillonnage utilisée consiste à prélever des feuilles au hasard ; Chaque échantillon collecté sera placé dans un sachet en plastique, sur lequel sont mentionnées ses caractéristiques, les échantillons sont acheminés directement au laboratoire.

La visualisation de l'échantillon à la loupe binoculaire permet d'identifier et de dénombrer les différents stades de l'insecte *Tuta absoluta* (stades larvaire et nymphal).

Les larves sont isolées des feuilles de tomate pour répertorier les différents stades de l'insecte, et pour effectuer des tests d'activité insecticide.

4.2. Essais biologiques

La méthode utilisée est celle du « Leaf-dip bioassay » ; il a été décrit par **Cahil et al., (1996)** modifié. 10 larves de *T. absoluta* sont déposées délicatement en utilisant un pinceau dans une boîte de Pétri entomologique (90mm) contenant du papier filtre.

Les différentes doses de l'huile essentielle de *T. vulgaris* et de *T. capitata* testées sont pulvérisées sur le papier filtre. La première boîte de Pétri est considérée comme un témoin. Deux répétitions ont été effectuées pour chaque dose et essai témoin testés.

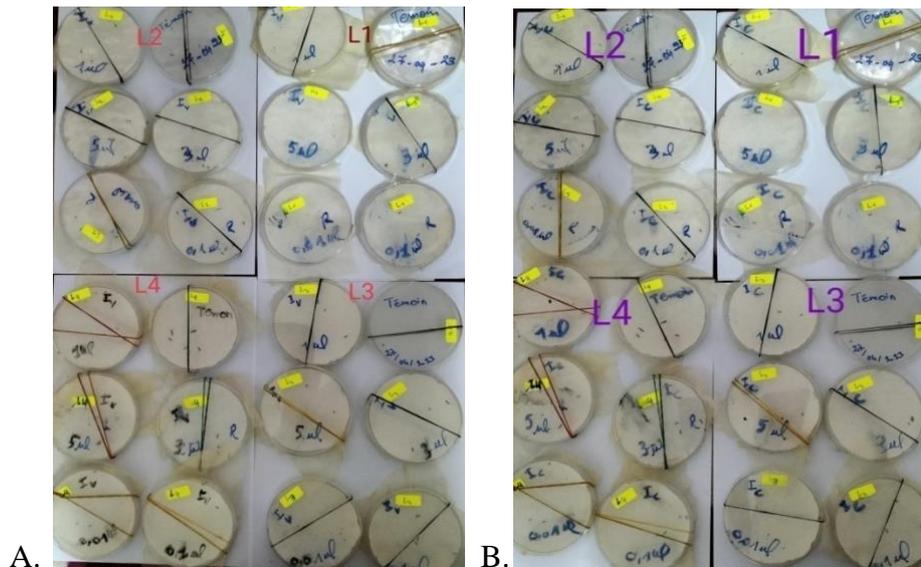


Figure 19: Essais insecticides

A : Les quatre stades larvaires traités en l'HET. *Vulgaris L*, B : Les quatre stades larvaires traités à l'HE *T. capitatus L*.

4.3. Estimation de la toxicité des traitements

L'évaluation des effets toxiques des traitements biologiques est réalisée par la comparaison des populations résiduelles (PR) selon le test de Dunnett. Le pourcentage de la population larvaire restante de *Tuta absoluta* est exprimé par le rapport suivant :

$PR (\%) = \text{nombre des formes vivantes dans les lots traités} / \text{nombre des formes vivantes dans les lots témoins}.$

- Lorsque $PR < 30\%$: la molécule bioactive est toxique ;
- $30\% < PR < 60\%$: la molécule est moyennement toxique ;
- $PR \geq 60\%$: l'effet toxique de la molécule est faible ou neutre.

5. Test de pouvoir fongique

5.1. Préparation du milieu de culture PDA

Le milieu de culture PDA (*Potato Dextrose Agar*) est composé de pomme de terre, de glucose et d'Agar-agar. Le protocole de préparation du milieu dans des conditions d'asepsie parfaite est le suivant : 200g de pommes de terre épluchées sont découpées et bouillies dans un récipient avec 500ml d'eau distillée pendant 30 minutes. Puis étirer les pommes de terre et

Chapitre III : Matériel et méthodes

transférer le bouillon dans un ballon contenant 20g de glucose et 15g d'Agar-agar ; compléter ensuite la solution à 1 litre avec de l'eau distillée. Autoclaver le milieu pendant 30 minutes à 20 C° sous une pression d'un bar. Il est donc prête à l'emploi soit dans des boîtes Pétri soit dans des tubes à essai.



Figure 20: Préparation d'un milieu de culture.

5.2. Isolement des moisissures

Les différents champignons utilisés dans cette étude sont des espèces fongiques responsables d'altération et ont été isolés directement à partir de plants de tomate prélevés d'une serre dans la région de Fellaoucene.

Ces différentes souches fongiques sont isolées à partir des feuilles et des fruits des tomates, elles sont régulièrement repiquées dans des boites de Pétri contenant le milieu de culture PDA, a fin d'obtenir des souches pures.

5.3. Evaluation du potentiel antifongique

La réalisation de l'étude de l'activité antifongique des huiles essentielles de *T. vulgaris L* et *T.capitatus L* sur les différents champignons a été faite par la méthode d'Aromatogramme.

5.3.1. Aromatogramme

L'aromatogramme est un moyen de mesurer l'activité antibactérienne des huiles essentielles *in vitro*. Il s'agit d'un test de laboratoire similaire à l'antibiogramme mais où les

antibiotiques sont remplacés par des huiles essentielles préalablement sélectionnées et de composition biochimique connue grâce à des analyses de laboratoire (chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse) (Robins, 2015). Cette technique semblable à un test de sensibilité pour tester les antibiotiques est appelée la méthode du disque. Les résultats obtenus permettront de préparer avec précision une synergie d'huiles essentielles afin de lutter contre le germe en cause.

5.3.2. Principe de fonctionnement

- ✓ Tout d'abord, on a commencé par couler le milieu de culture préparé dans des boîtes Pétri puis laissez solidifier,
- ✓ Mettre 1ml de la suspension fongique préparée au préalable : l'eau physiologique (dissoudre 0.9g Sodium chloride dans un 100ml d'eau distillée) + la moisissure et on homogénéise au vortex, on a préparé trois suspensions fongiques selon les trois champignons que nous avons (*Alternaria Alternata*, *Alternaria sp* et *Aspergillus sp*).
- ✓ Verser le surplus dans un bécher contenant de l'eau de Javel ;
- ✓ Laisser 20 minutes (boîtes fermées près de bec benzène) pour éviter toute forme de contamination ensuite on rajoute trois disques stérilisés dans chaque boîtes (trois répétitions de la même dose) ;
- ✓ Ensuite, nous mettons les doses suivantes d'HE sur les disques dans 15 boîtes Pétri (0,01µl, 0,1µl, 1µl, 3µl et 5µl) pour chacun des trois champignons et nous laissons trois boîtes témoins.
- ✓ En fin, nous fermons hermétiquement les boîtes avec du ruban adhésif et on les met à l'étuve pendant 7 jours à 30°C.



Figure 21: L'incubation des boîtes Pétri.

5.4. Détermination de la CMI

La concentration minimale inhibitrice (CMI) est la plus faible concentration d'un produit qui inhibe la croissance microbienne. Elle caractérise les couples antibiotique/ bactérie, chaque souche ayant une valeur unique en fonction de sa résistance naturelle et/ou acquise à la molécule testée. La CMI peut être déterminé lors d'un test antibiotique. Plus elle est élevée, plus elle se rapproche de la concentration critique élevée et plus le risque d'échec thérapeutique est élevé. **(Laboratoire BIOSPHERE, 2013).**

Chapitre IV : Résultats et Discussion

1. Rendement HEs

Après 4 heures d'Hydrodistillation, Le rendement moyen en HE a été calculé sur la base de la masse végétale sèche des deux plantes examinées. Nous avons remarqué que les deux thymus (*T. capitatus L* et *T. vulgaris L*) ont presque un bon rendement en huiles essentielles. Les rendements en HEs sont indiqués dans le tableau N°13.

Tableau 13: Rendement des huiles essentielles recueillent

Plantes	Rendement %
<i>T. vulgaris L</i>	1.34%
<i>T. capitatus L</i>	3,2%

Nos résultats du rendement des HEs des deux plantes, à été calculer en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante (200g) pour chacun des deux HEs. le rendement de de *T. vulgaris L* atteint 1,34% , Cette valeur est équivalente à celle obtenue par **Mme Benourad (2014)** où elle a fait un échantillonnage dans la région d'Oued El-kheir a la willaya de Mostaganem, elle a trouvée un rendement de 1,3% en HE après l'extraction de 100g de la matière végétale sèche. Selon **Abdelli (2019)**, l'HE de *T. vulgaris L* récupérer sur 100g de poudre est de 2g à 4 g selon la période de récolte.

Concernant l'HE de *T.capitatus L*, son rendement s'élevait à 3.2% après l'extraction de 100g de la matière sèche cette résultat à rapprocher de celui obtenu au Maroc ou le rendement est de 2,05% (**Amarti et al.,**). Autre résultat à la région Matmata au sud-est de la Tunisie a également été atteint par rapport à notre résultats, ou le rendement en HE a été estimé à 2.75 (**Akrout.,2004**).

Selon **Bazzine (O.,) et Benzaid (Z.,), 2018**, l'extraction de l'HE *T.capitatus L* a partir de la partie arienne (100g) par hydridistillation à donné un rendement moyen en huile de 1,56%.

Donc, les deux HEs ont un rendement inportant peut varie selon la matière végétal qui a été extraitée, la période de récolt et la zone de distribution.

2. Identification macroscopique des espèces fongiques

L'identification des moisissures a été faite avec l'aide de monsieur Larbi Belyagoubi, enseignant à l'université Abou Bakr Belkaid (Tlemcen).

2.1. Identification microscopiques

L'examen microscopique des colonies fongiques a été effectué après avoir prélevé des mycéliums à l'aide du scotch qui est déposé sur une lame en ajoutant une goutte de colorant bleu de coton qui permet le gonflement des spores. Une observation au grossissement X 40 a suffi à mettre en évidence la plupart des éléments clés. Des observations microscopiques nous ont permis d'identifier les espèces fongiques suivantes : *Aspergillus sp* ; *Alternaria sp* ; *Alternaria Alternata*.

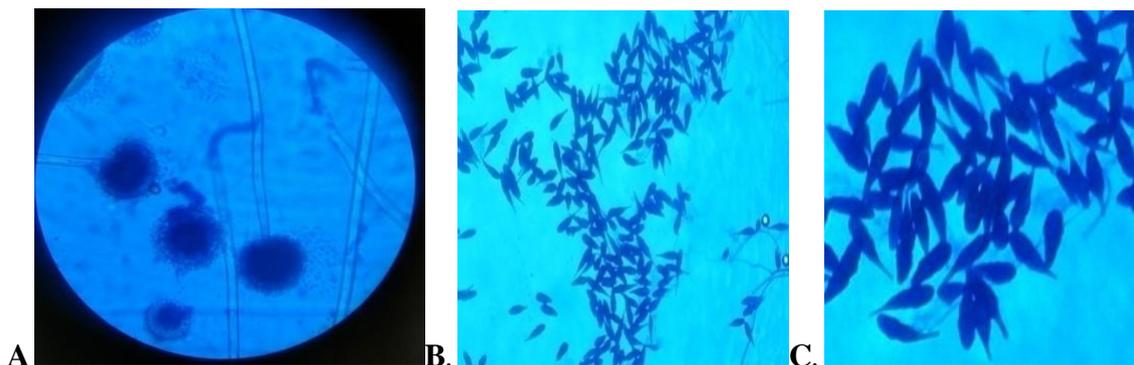


Figure 22: Identification microscopique des souches

A : *Aspergillus sp*; B : *Alternaria sp* ; C: *Alternaria Alternata*

3. Activités biologiques

3.1. Evaluation de l'activité antifongique

Après l'incubation pendant 7 jours à une température de 30 °C, le diamètre de chaque culture a été mesuré avec une règle et comparé par rapport à un témoin de 90mm de diamètre. Les résultats sont résumés dans les tableaux suivants.

Pour le témoin, la moisissure s'étend sur toute la boîte 90mm, alors que le diamètre obtenu dans le test antifongique varie avec la concentration. Sur cette base, nous avons pu comparer les résultats du traitement antifongique des HEs.

Tableau 14 : Résultats de l'essai antifongique d'HE du *T. vulgaris L* sur les souches étudiées

Souches	Doses (μ l)	Diamètre de la zone d'inhibition	Sensibilité
<i>Aspergillus Sp</i>	0,01 μ l	0mm	Non sensible
	0,1 μ l	24mm	Extrêmement sensible
	1 μ l	90mm	Extrêmement sensible
	3 μ l	90 mm	Extrêmement sensible
	5 μ l	90mm	Extrêmement sensible
<i>Alternaria Sp</i>	0,01 μ l	0mm	Nom sensible
	0,1 μ l	19mm	Très sensible
	1 μ l	90mm	Extrêmement sensible
	3 μ l	90 mm	Extrêmement sensible
	5 μ l	90mm	Extrêmement sensible
<i>Alternaria Alternata</i>	0,01 μ l	0mm	Non sensible
	0,1 μ l	10,9mm	Souche sensible
	1 μ l	90mm	Extrêmement sensible
	3 μ l	90 mm	Extrêmement sensible
	5 μ l	90mm	Extrêmement sensible

Le tableau 14 montre les résultats de l'essai antifongique *T. vulgaris L* sur les trois souches testées.

L'HE de *T. vulgaris L* donne une activité antifongique contre toutes les souches testées. Pour la concentration 0,01 μ l, nous notons qu'il n'y a pas d'effet antifongique de notre essence et la croissance était équivalente à ce qu'elle est dans le témoin. A 0,1 μ l, l'HE de *T. vulgaris L* montre une zone d'inhibition variant de 10,9 mm et 24 mm, le *T. vulgaris L* présente un moyen spectre d'activité antifongique.

Pour les doses 1 μ l, 3 μ l et 5 μ l nous remarquons une inhibition totale avec des zones d'inhibition de 90 mm où les souches sont extrêmement sensibles.



Figure 23: Effet de *T. vulgaris* sur les souches testées : A. *Alternaria Alternata* ; B. *Aspergillus sp* ; C. *Alternaria sp*.

Tableau 15: Résultats de l'essai antifongique d'HE du *T.capitatus L* sur les souches étudiées.

Souches	doses (µl)	Diamètre de la zone d'inhibition	Sensibilité
<i>Aspergillus Sp</i>	0,01µl	8 mm	Souche résistante
	0,1µl	24,3mm	Extrêmement sensible
	1µl	90mm	Extrêmement sensible
	3µl	90 mm	Extrêmement sensible
	5µl	90mm	Extrêmement sensible
<i>Alternaria Sp</i>	0,01µl	16,8mm	Très sensible
	0,1µl	19mm	Très sensible
	1µl	90mm	Extrêmement sensible
	3µl	90 mm	Extrêmement sensible
	5µl	90mm	Extrêmement sensible
<i>Alternaria Alternata</i>	0,01µl	0mm	souche résistante
	0,1µl	6mm	souche résistante
	1µl	90mm	Extrêmement sensible
	3µl	90 mm	Extrêmement sensible
	5µl	90mm	Extrêmement sensible

Le tableau 15 montre les résultats de l'essai antifongique *T. capitatus L* sur les trois souches testées.

L'HE de *T. capitatus L* a exercé un effet inhibiteur remarquable sur les souches testées, où la croissance des moisissures diminue avec l'augmentation de la concentration jusqu'à la

Chapitre IV : Résultats et Discussion

non germination qui permet de connaître la CMI. Les zones d'inhibition varient entre 0mm et 16,8 mm pour 0,01 μ l. Alors que pour une concentration de 0,1 μ l les diamètres d'inhibition sont variés entre 6 mm et 24,3 mm, pour les deux concentrations 0,01 μ l et 0,1 μ l, les souches sont soit résistantes soit très sensibles.

Aux doses 1 μ l, 3 μ l et 5 μ l nous avons vu une inhibition totale avec des zones d'inhibition de 90 mm où les souches sont extrêmement sensibles.



Figure 24: Effet de *T. capitatus* sur les souches testées : A. *Alternaria Alternata* ; B. *Aspergillus sp* ; C. *Alternaria sp*.

3.2. Evaluation de l'activité insecticide

Divers facteurs sont pris en compte dans cette partie, tels que les HEs, les stades larvaires, le temps d'exposition après traitement et les différentes doses testées.

3.2.1. Effet insecticide de *T.vulgaris L*

L'ensemble des résultats montrent clairement que les pourcentages de mortalité des témoins sont nuls pour les différents stades larvaires.

La figure N°25 montre la mortalité des larves du stade L1 après l'application de l'HE *T. vulgaris L* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

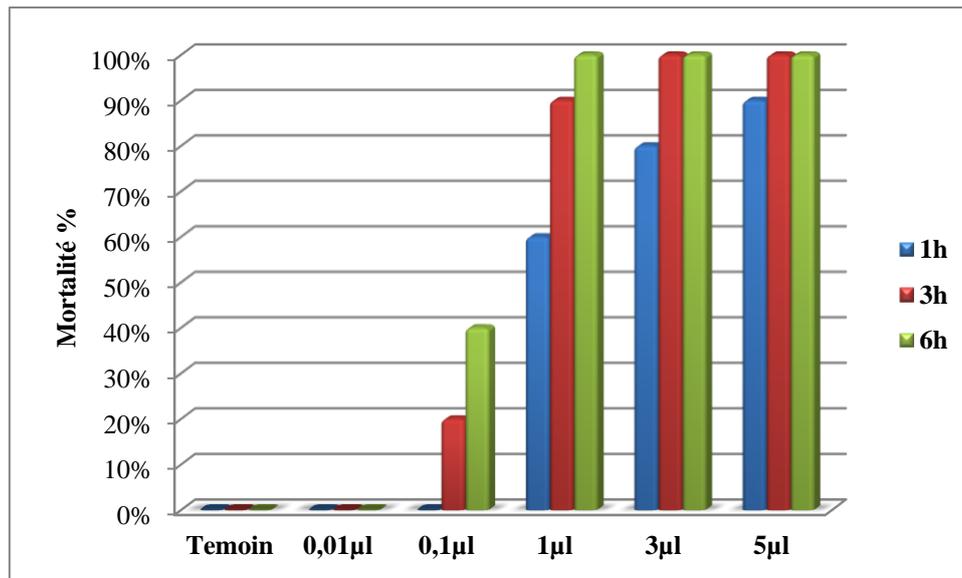


Figure 25: Effet de l'HE de *T.vulgaris* L sur les larves L1 de *T. absoluta*.

Les résultats de la figure 25 montrent que le taux de mortalité 0% pour les larves L1 à une concentration de 0,01µl d'huile essentielle de thym après 6h d'exposition.

Pour une concentration de 0,1µl le taux de mortalité est de 20% après 3h d'exposition, puis il dépasse 40% après 6h.

Le taux de mortalité est supérieure à 50% à une concentration de 1µl après une heure d'exposition, après 3h et 6h un pourcentage de mortalité est estimé à 90% et 100% respectivement.

Le taux de mortalité dépasse 80% à une concentration de 3µl après une 1h d'exposition, toutes les larves sont mortes après 3h.

Pour une concentration de 5µl, le taux de mortalité est de 90% après une 1h d'exposition, et de 100% après 3h d'exposition à l'HE de *T.vulgaris*.

La figure N°26 illustre la mortalité des larves du stade L2 après l'application de l'HE du *T.vulgaris* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

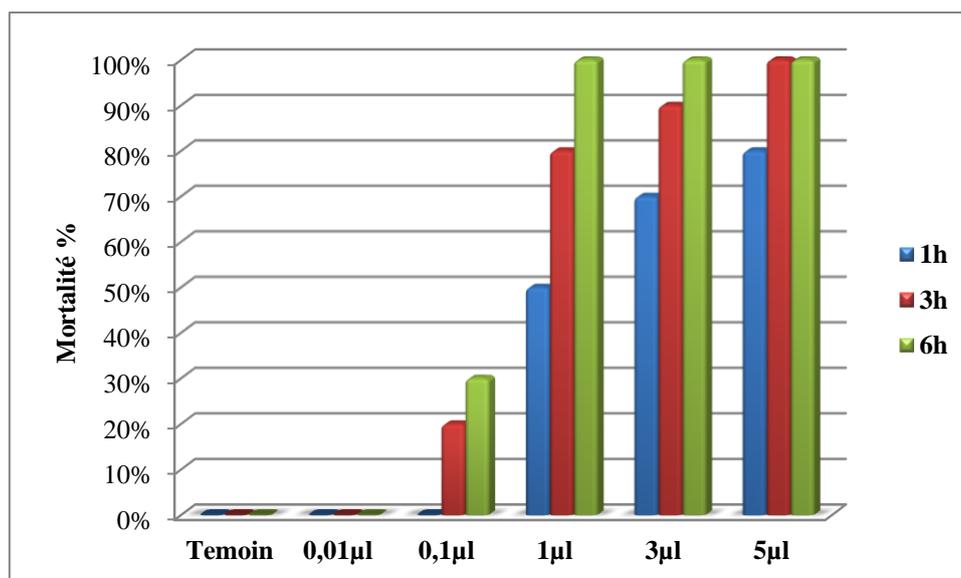


Figure 26: Effet de l'HE du *T. vulgaris* L sur les larves L2 de *T. absoluta*.

Après 6h d'exposition nous n'avons observé aucune activité insecticide de notre essence à une concentration de 0,01µl.

La concentration 0,1µl, présente une faible mortalité de 20% et 30% après 3h et 6h d'exposition respectivement.

Le taux de mortalité atteint 50% et 80% pour une concentration de 1µl après 1h et 3h d'exposition, et 100% après 6h.

Pour une concentration de 3µl, le taux de mortalité allant jusqu'à 70% et 90% au cours de la 1^{ère} heure et la 2^{ème} heure, pour atteindre 100% après 6h.

Une mortalité de 80% des larves L2 après 1heure d'exposition pour une concentration de 5µl, puis elle atteint 100% à partir de 3h.

La figure N°27 illustre la mortalité des larves du stade L3 après l'application de l'HE du *T. vulgaris* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

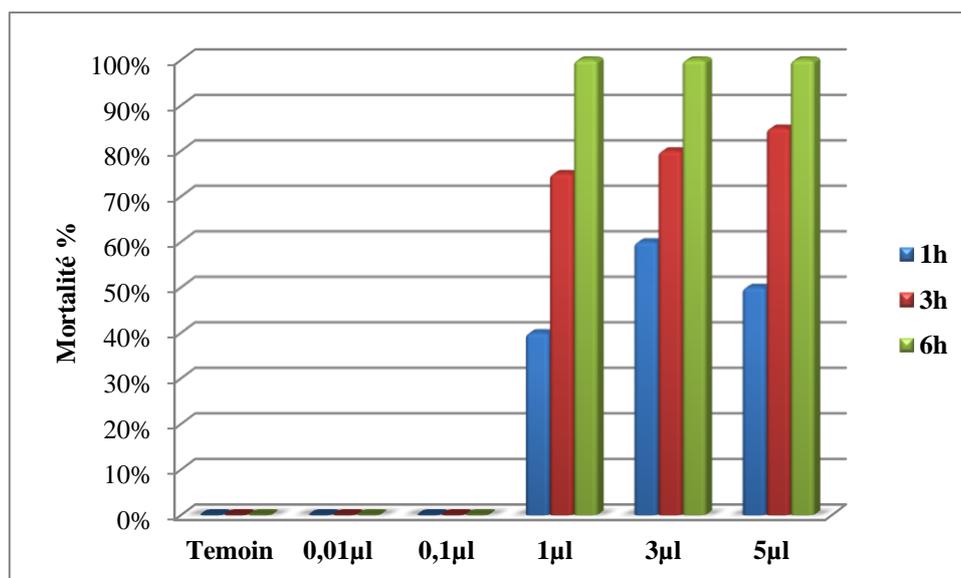


Figure 27: Effet de l'HE de *T. vulgaris* L sur les larves L3 de *T. absoluta*.

Les résultats de la figure 27 montrent qu'aucune mortalité des larves L3 n'a été enregistrée pour les deux doses 0,01µl et 0,1µl après six heures.

La mortalité après 1h d'exposition est inférieure à 50% à une concentration de 1µl. Après 3h elle est estimée à 75%, et remonte à 100% après 6h d'exposition.

Le taux de mortalité est supérieur à 50% à une concentration de 3µl après la 1^{ère} et la 3^{ème} heure d'exposition.

Pour une concentration de 5µl le taux de mortalité a atteint respectivement 50% et 85% après 1h et 3h d'exposition, aucune larve n'a survécu après 6h d'exposition.

La figure N°28 montre la mortalité des larves d stade L4 après l'application de l'HE du *T. vulgaris* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

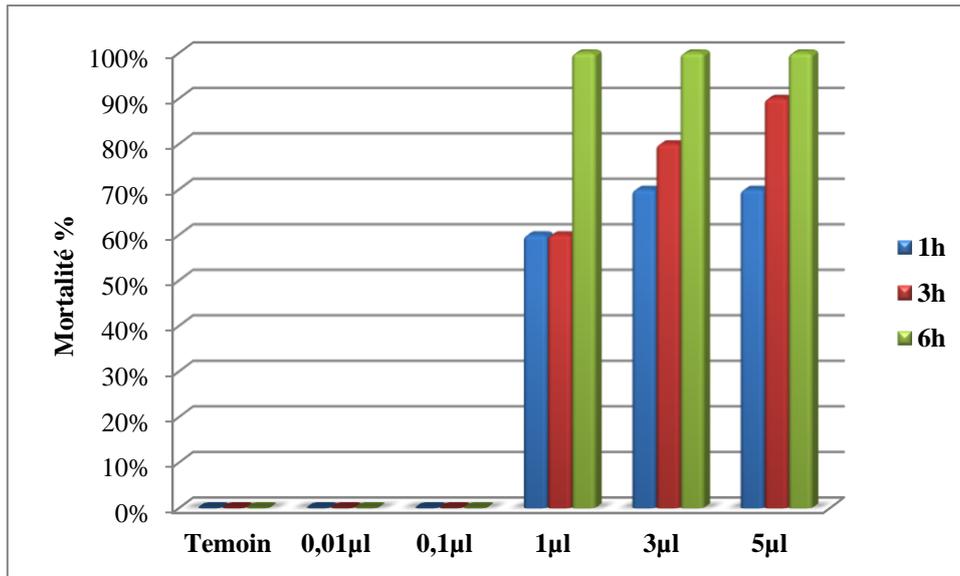


Figure 28: Effet de l'HE de *T. vulgaris L* sur les larves L4 de *T. absoluta*.

Les deux concentrations 0,01µl et 0,1µl n'ont aucun effet insecticide à toutes les doses, pendant les différents temps d'exposition.

Le taux de mortalité dépasse les 50% pour les trois doses 1µl, 3µl, et 5µl durant les différents temps d'exposition.

La mortalité a atteint un maximum de 100% à 6h d'exposition pour les trois concentrations 1µl, 3µl, 5µl.

3.2.2. Effet insecticide de *T. capitatus L*

L'ensemble des résultats montrent clairement que les pourcentages de mortalité des témoins sont nuls pour les différents stades larvaires.

La figure N°29 illustre la mortalité des larves du stade L1 après l'application de l'HE du *T. capitatus L* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

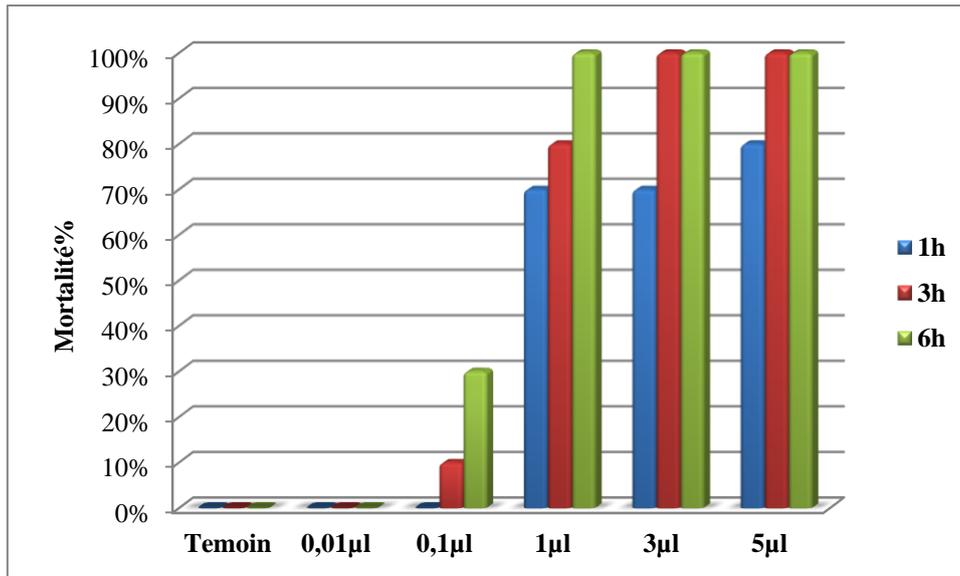


Figure 29: Effet de l'HE de *T. capitatus L* sur les larves L1 de *T. absoluta*.

Pour une concentration de 0,01µl le taux de mortalité reste inexistant même après 6 heures d'exposition, alors qu'il atteint 10% et 40% respectivement après 3h et 6h d'exposition à une concentration de 0,1µl.

Le taux de mortalité est supérieur à 50% dans chacune des trois concentrations 1µl, 3µl, 5µl après seulement 1h d'exposition, il atteint un maximum de 100% après 6h d'exposition.

La figure N°30 illustre la mortalité des larves du stade L2 après l'application de l'HE *T. capitatus L* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

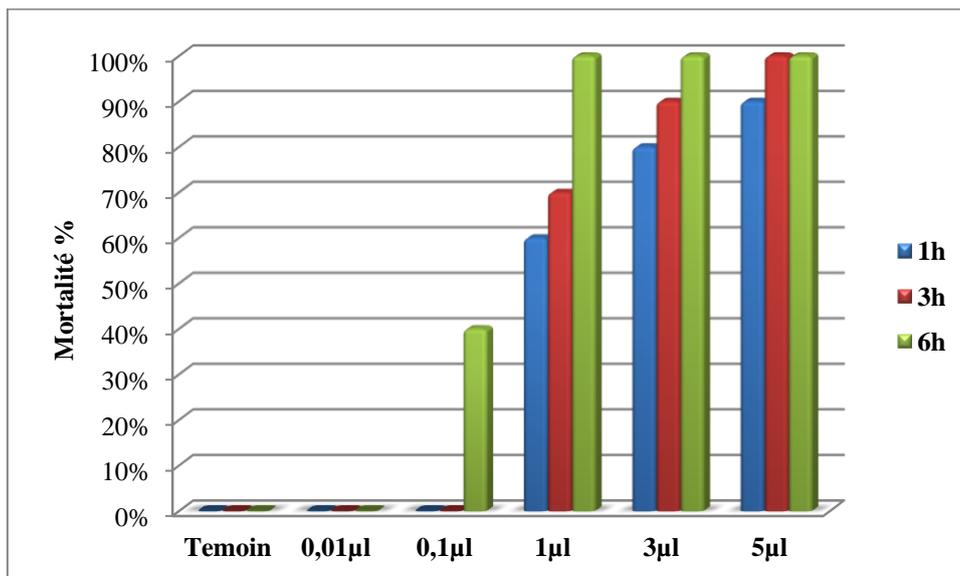


Figure 30: Effet de l'HE de *T. capitatus L* sur les larves L2 de *T. absoluta*.

Chapitre IV : Résultats et Discussion

Un faible taux de mortalité (40%) a été observé à une concentration de 0.1 μ l après 6 heures d'exposition

Le taux de mortalité dépasse 50% à une concentration de 1 μ l juste après une heure d'exposition et 100% après 6h.

Pour une concentration de 3 μ l le taux de mortalité atteint 80% et 90% après 1h et 3h respectivement.

Une mortalité très élevée pour la dose 5 μ l seulement après une heure d'exposition.

Le taux de mortalité a atteint un maximum 100% en présence des doses suivantes : 1 μ l, 3 μ l et 5 μ l.

La figure N°31 illustre la mortalité des larves du stade L3 après l'application de l'HE *T. capitatus L* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

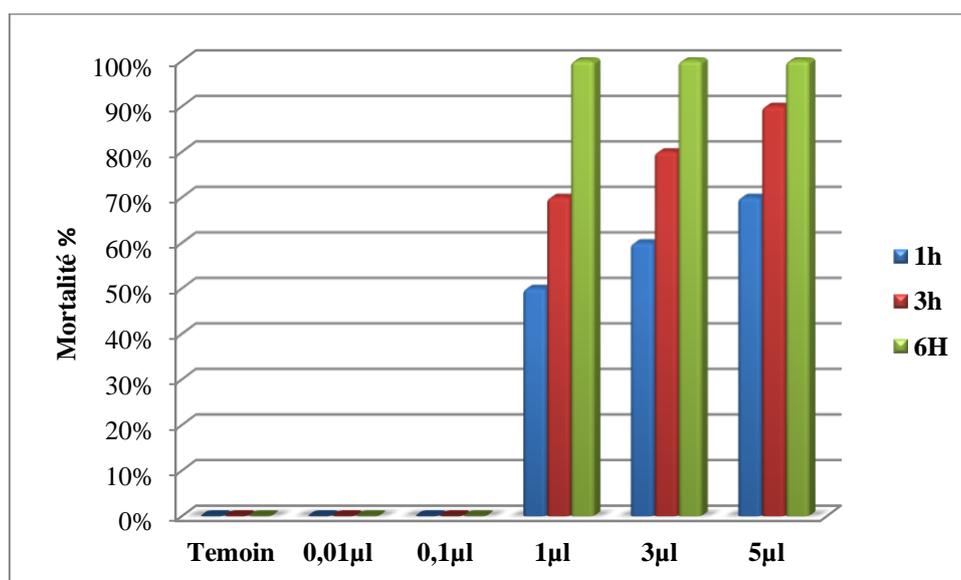


Figure 31: Effet de l'HE de *T. capitatus L* sur les larves L3 de *T. absoluta*.

La figure 31 montre que les résultats des deux concentrations 0,01 μ l et 0,1 μ l n'ont pas un effet insecticide sur les L3 et sont identiques à ce qu'était trouvé dans le témoin.

Le taux de mortalité dépasse 50% pour les trois concentrations 1 μ l, 3 μ l et 5 μ l après seulement une heure d'exposition, après 3h d'exposition il atteint 70%, 80% et 90% à chacune des trois concentrations 1 μ l, 3 μ l et 5 μ l respectivement, une mortalité totale des larves de stade L3 après 6h d'exposition à l'HE de *T. capitatus L*.

Chapitre IV : Résultats et Discussion

La figure N°32 illustre la mortalité des larves du stade L4 après l'application de l'HE *T. capitatus L* à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

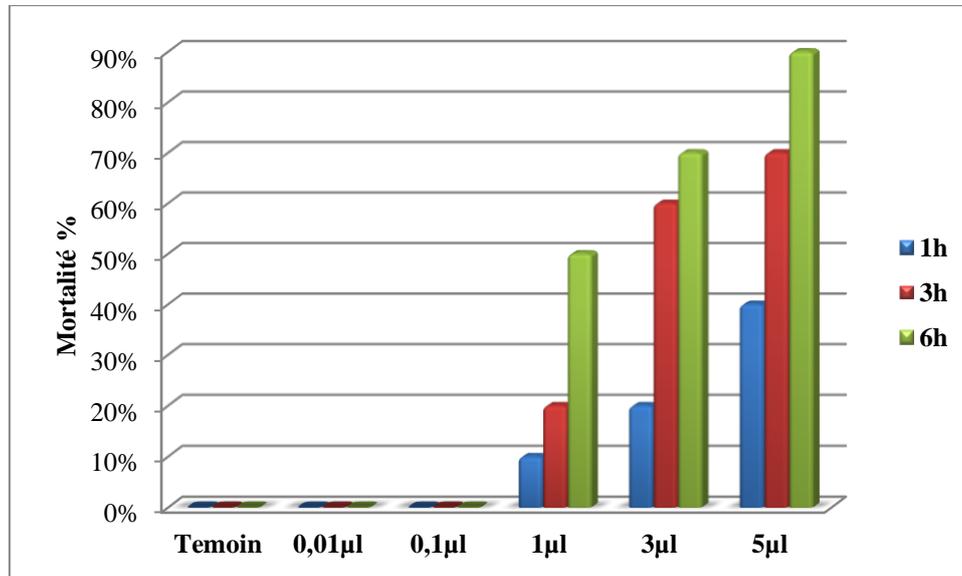


Figure 32: Effet de l'HE de *T. capitatus L* sur les larves de stade L4 de *T. absoluta*.

Les mêmes résultats sont observés pour les deux concentrations 0,01µl et 0,1µl le témoin.

Pour une concentration 1µl le taux de mortalité est inférieur à 50% après 6h d'exposition.

Le taux de mortalité atteint 20% à une dose de 3µl après une heure d'exposition, puis il dépasse 50 % à partir de 3h d'exposition.

Pour la concentration 5µl le taux de mortalité est inférieurs à 50% après 3h d'exposition, il atteint un maximum 100% après 6h d'exposition.

Discussion

Discussion

L'étude des activités biologiques des HEs des deux plantes aromatiques a donné des résultats que nous comparons à ceux rapportés dans la littérature.

Les HEs de *T. capitatus* L et *T. vulgaris* L sont testées sur les quatre stades larvaires de *T. absoluta*. L'ensemble des résultats obtenus montre que les deux huiles essentielles ont un effet larvicides net et relativement proche sur ces stades larvaires.

Après traitement par ces huiles, nous avons constaté des taux de mortalité très élevés allant de 50% à 100% selon l'huile utilisée, sa concentration et le temps. Nous avons conclu que les deux huiles sont efficace même à des concentrations relativement faible (0,1µl, 1µl et 3µl), et la différence avec le témoin est remarquable. Cela est dû à son bon effet inhibiteur, empêchant le développement ultérieur des larves. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Aiboud (2012) qui a trouvé un puissant effet insecticide de six huiles essentielles contre les œufs et les larves de coléoptères *Bruchidae*.

Au Maroc, **Nezha et al. (2011)**, montrent une excellente activité de l'extrait de feuilles de thym est un insecticide prometteur pour le contrôle des larves de *Tuta absoluta*.

Toujours au Maroc, **Ait Taadaouit et al. (2011)**, ont noté une excellente activité insecticide contre les larves de *T. absoluta* par *T. vulgaris* L, et un taux de mortalité très important (90%) a été enregistré.

De même **Camara Fanta (2018)**, a montré que *T. vulgaris* L et *Ocimum basilicum* sont des plantes intéressantes car elles sont toxiques pour les larves de *T. absoluta* aux stades L3 et L4 pendant une courte période et à faible concentration.

Dans l'étude de **Benyahia (2014)**, les HEs de *T. capitatus* L et *Tétralines articulata* ainsi que leurs hydrolats sont testés sur les quatre stades larvaires (L1, L2, L3 et L4) et sur les nymphes de *T. absoluta*. Tous les résultats obtenus dans des conditions expérimentales montrent que les deux huiles essentielles ont un effet net sur la destruction des larves aux quatre stades larvaires.

Contre les champignons, les phénols terpéniques présentes dans les huiles essentielles causent divers dommages telle que la perturbation morphologique des hyphes du mycélium, rupture de la membrane plasmiques et structure mitochondriale altérée (**De Billerbeck et al., 2001; Arras et al., 2001**).

Concernant les microbes pathogènes de la tomate prélevés sur notre site d'étude, nous avons identifié trois souches isolés de nos tomates *Aspergillus Sp*, *Alternaria et Alternaria Sp* pour tester les activités biologiques des composés des deux plantes étudiés.

L'examen de l'activité antifongique des deux plantes aromatiques *T. capitatus L* et *T. vulgaris L* contre les trois champignons isolés et responsables de la pourriture de la tomate a montré que les deux huiles essentielles inhibaient complètement toute croissance fongique à 1µl.

Des études antérieures appuient les conclusions de cette étude. **Pinto et al. (2006)**, ont rapporté que les espèces de *Thymus* ont un large spectre d'activité contre les champignons filamenteux.

En outre, **Tullio et al. (2007)**, ont testé la sensibilité d'*Aspergillus fumigatus* et d'autres espèces microbiennes à l'HE de *T. vulgaris L*. Ces auteurs ont montré que l'HE de cette plante avait une activité significative en inhibant la croissance d'*Aspergillus fumigatus* à une concentration de 0,23µg/ml.

Dorman et al. (2000), ont testé l'HE de *T. vulgaris L* contre quatre types de bactéries (*E. coli* : *M. luteus* : *B. subtilis* et *S. aureus*) et ont constaté que l'huile avait un fort effet sur *B. subtilis* et *E. coli*.

De même, **Haddouchic et al. (2009)**, a également rapporté l'activité antifongique de l'HE de thym contre *Penicillium Sp*.

Une autre étude a révélé que l'HE de *T. capitatus L* exerçait un effet inhibiteur significatif sur les champignons en décomposition (**Mustapha El Ajjouri et al., 2008**).

Plusieurs études ont rapporté que *T. capitatus L* a une activité antibactérienne significative (**Alves et al., 2000; Al-Tarawnech, 2004; Bounatirou et al., 2007; Ndukwe et al., 2007; Ebrahimi et al., 2008; Nwaogu et al., 2008**).

La discussion des résultats obtenus et leur comparaison avec d'autres travaux ont permis d'encourager l'utilisation d'huile essentielle de *T. vulgaris* et *T. capitatus L* comme pesticide contre *T. absoluta* et de nombreux champignons et maladies qui affectent les tomates au lieu d'utiliser des produits chimiques qui nuisent à l'environnement et à la santé humaine. Ces matières naturelles sont efficaces comme pesticides, antibiotiques même à des faibles doses.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

La culture de la tomate est d'une grande importance dans l'économie mondiale et Algérienne en particulier.

Cependant, les tomates sont sujettes à de nombreuses maladies (fongiques, bactériennes, virales, ravageurs....) qui réduisent considérablement leur productivité.

L'objet de cette étude est de lutter contre ces maladies en proposant d'autres alternatives efficaces pour réduire l'utilisation des pesticides traditionnels et ainsi réduire leurs effets nocifs sur l'environnement et la santé humaine, afin d'encourager et de valoriser la production de ces alternatives et d'inciter à leur utilisation par les jardiniers et les agriculteurs.

Actuellement, la lutte biologique retient l'attention des chercheurs, notamment par l'utilisation de substances naturelles d'origine végétale comme insecticides.

Pour cela, une étude de l'activité insecticides (*T.absoluta*) et fongicides (*Alternaria Alternata*, *Alternaria sp* et *Aspergillus sp*) de deux huiles essentielles *T. vulgaris L* et *T. capitatus L* a été menée. Il est possible de déterminer les effets de chacun d'eux sur la mineuse de la tomate ainsi leurs activité sur les champignons isolés, afin de sécuriser la production, réduire les dégâts et en limitant à la fois l'utilisation de pesticides.

Les résultats obtenus après préparation, exposition, incubation et observation de l'activité des deux huiles essentielles utilisées, ainsi que la comparaison avec des champignons non traités ont montré un effet antifongique élevé même des faibles concentrations.

Nos résultats prédisent que le *T. vulgaris L* et le *T. capitatus L* peuvent être une source importante d'agents antifongiques qui peuvent également être utilisés pour la protection des cultures et même dans la conservation des aliments en conserve.

Concernant les ravageurs, pour les larves L1, le taux de mortalité à la concentration de 1µl dépasse 50% après la 1^{ère} heure d'exposition, il atteint 80% pour une concentration de 3µl. Une mortalité totale juste après 6h d'exposition pour toutes les doses que ce soit pour *T. capitatus* ou le *T. vulgaris L*.

Pour les larves de L4, la mortalité est inférieure à 50% après 6h d'exposition à 1µl, supérieure à 50% pour une concentration de 3µl. le taux de mortalité atteint 100% après 6h d'exposition à une concentration de 5µl.

Conclusion Générale

La mortalité des larves traitées était supérieure à celle des larves témoins à différents stades larvaires, ce qui explique que les huiles essentielles de *T. vulgaris L* et de *T. capitatus L* ont une bonne activité insecticide.

Selon l'analyse des résultats nous avons conclu qu'il n'y a pas de différence significative de toxicité entre les deux huiles essentielles que ce soit pour leurs effets sur les larves ou sur les champignons.

Les résultats de cette étude sont encourageants et devraient nous motiver à poursuivre l'exploration et l'étude de ces espèces végétales en cherchant la composition et la caractérisation des HEs, la détermination des DL50 pour l'effet insecticide et les CMI pour les moisissures. Et la mise en place d'une méthode de lutte biologique basée sur des huiles essentielles végétales efficaces, économiques et respectueuses de l'environnement, non seulement au niveau des laboratoires mais aussi au niveau de terrain.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

- **Afnor, 1980.** « Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris, 2000, 661-663.
- **Abdelli chaima, 2019.** Test biocide de l'huile essentiel du thym vulgaris contre un ravageur des denrées stockées le charançon de blé sitophilus granarius. Université Saad Dahleb-Blida 01, Algérie. p 79.
- **Aiboud K, 2012.** Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de bruche de niébé (Coleoptera : Bruchididae). Et impact de traitement sur la germination des graines de Vigna unguiculata. Univ. Mouloud Mammeri. Tizi-ouzzou.83p.
- **Ait Taadaouit N., Nilahyane A., Hsaine M., Rochdi A., Hormatallah A. et Bouharroud R. 2011.** L'effet des extraits végétaux sur la mineuse de la tomate Tuta absoluta (Lepidoptera, Gelechiidae) acte de premier congrès International de l'Arganier, Agadir 15 – 17 Décembre 2011. PP 411-417.
- **Akrout, A.,** Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). journal de Cahiers Options Méditerranéennes, 2004. 62: p. 289-292.
- **Allal-Benfekih L., Belatreche M.) Bounaceur F., Tail G. et Mostefaoui H.) 2011.** Première approche de l'utilisation d'extrait aqueux d'Inulaviscosa, Salviaofficinalis et Urticaurens contre les stades endophytes de Tutaabsoluta(Lepidoptera, Gelechiidae) Ravageur invasif de la tomate en Algérie. AFPP – Neuvième Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture. Montpellier :681-783.
- **Amarti, F., et al.,** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de Thymus capitatus et de Thymus bleicherianus du Maroc. Journal Phytothérapie, 2008. 6(6): p. 342.
- **Al-Tarawnech AA., 2004.** Study on Pseudomonas aeruginosa isolated from infected patients : copper uptak, hematological finding and effet of some medicinal plants. M.Sc. Thesis, Sudan University for Science and Technology, Sudan.
- **Alves TM., Silva AF., Brandoa M., Grandi TS., Samania EF., Junior AS., and Zani CL., 2000.**Biological screening of Brazilin medicinal plants. Rio de Janerio, 95(3) : 367-373.
- **Anonyme, 2008.** Premier signalement de Tuta absoluta en Algérie. Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la protection des Plantes, N° 07, p2.
- **Anonyme, 2009 c.** La tuta del tomàquet Tuta absoluta (Meyrick) Full dirigit als productors de tomàquet. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, 04 p.

Références Bibliographiques

- **APA, 2005.** Agriculture, pêches et aquaculture de Canada. Fiche technique. Le mildiou de la pomme et de la tomate dans le potager.
- **Araya M et Caswelle-chen E.P., 1994.** Penetration of *Crotalaria juncea*, *Dolichos lablab*, and *Sesamum indicum* roots by *Meloidogyne javanica*. *J. Nematol.*, 26 : 238-240
- **Argouarch J., Lecomte V. et Morin J M., 2008.** Maraichage biologique. Ed. educagri. 267p.
- **Atherton D .G and Harris G.P., 1986 .** Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement. Ed. ATHERTON J.G and RUDICH J. London, New York. Pp167-200.
- **Barbouche (N.), Hajjem (B.), Lognay (G.) & Ammar (M.), 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui* L'Herit. (Solanaceae) sur le criquet pelerin *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 5(2), p. 85- 90.
- **Bekhechi, C., abdelouahid, D. (2010).** les huiles essentielles. Office des publications.
- **Beliard (I.), 2002.** Maladies et ravageurs de la tomate. *FREDEC*, 2002, n° 51, 12-13.
- **Belyagoubi N ., 2005.** Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration des céréales Thèse ing. Univ Tlemcen. 130p.
- **Benourad fouzia, 2014.** Etude des pouvoirs antimicrobiens et pharmacologiques des extraits de *Thymus vulgaris L.* et de l'induction de la défense chez la tomate vis-à-vis de *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, et *Phytophthora parasitica*. Université Abd Elhamid Ibn Badis, Algérie. P 35.
- **Bazzine Oum Kalthoum et Benzaid Zahret Oula., 2018.** Etude de la composition chimique et les activités biologiques des huiles essentielle de *Thymus vulgaris*. Université de Kasdi Merbah Ouargla, Algérie. P 34.
- **Ben yahia Née Bouayad Alam Samira., 2014.** Activités antimicrobiennes et insecticides de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta* (Meyrick) et la microflore pathogène de la tomate *Lycopersicon esculentum*, thèse de Doctorat En Ecologie et Biologie des populations. Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie. 122p.
- **Berkani A, Badaoui A, 2008.** Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae). Ed. INRA Algérie, Alger, 16p.
- **Blancard ., 1997.** Maladies de la tomate Ed ; Quae. Paris ; 665p.
- **Blancard D., Laterrot H. Marchoux G. et Candresse T. 2009.** Les maladies de la tomate, identifié, connaître, maîtriser. Ed. Quae, Paris, P 576, 671p, 691p. 750p.

Références Bibliographiques

- **Borgoni (P.C), Silva (R.A) et Carvalho (G.S), 2003.** Leaf mesophil consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera : Gelichiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciencia rural*, Santa Maria : V23n°1 jan Fév : 7-11.
- **Boriky (D.), 2005.** Etude analytique et valorisation par voie des propriétés insecticides de trois artimisia médicinales du Maroc (*Artimisia herba-alba* Asso, *Artimisiagrunculus* L. et *Artimisiaabsintium* L.). These doctorat en chimic. Université Hassan II-Mohamadia. Faculté de ben M'sik. Casablanca, Maroc, P : 229.
- **Bouchikhi Tazi, Z., 2011.** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat .université de Tlemcen.
- **Boulade (C). (2018).** Lamiaceae : caractéristiques et intérêts thérapeutiques à l'officine. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université Toulouse III Paul Sabatier.
- **Bounatirou S., Miguel MG., Faleira L., Rejeb MN., Neffati M., 2010.** Thermal stability of the essential oils isolated from tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Et link. : Effet on the chemical composition and the antioxidant and antibacterial activities. *Acta alimentaria* ; 39(3) : 299-307.
- **BoutalebJoutei A., 2010.**synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc. Proceeding du septiemeCongrés de l'assocaition Marocaine de protection des plantes... Rabat, Maroc Proceedings su septième congrez de l'association marocaine de protection des plantes. Rabat, Maroc. Vol 2. 377-389.
- **Bruneton J, 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie. Plantes médicinales. Edition Techniques et documentation. 3^{ème} Edition Laviosier, Paris. . pp.227-310 et 1120.
- **Bruneton (J). (2016).** Pharmacognosie, Phytochimie. Plantes médicinales. 5^{ème} édition. Paris TEC et DOC, 1488p.
- **Burt S. 2004.** Huiles essentielles: leurs propriétés antibactériennes et leurs applications potentielles dans les aliments - un bilan. *Journal international de microbiologie alimentaire*, 94 (3), 223-253.
- **Caccioni D.R.L. et Guizard M., 1994.**Inhibition of germination of fruit and postharvest pathogenic fungi by essetial oil components.*J. Essent. Oil Res.*, 6, 173-179.
- **Caffarini P.M, Folcia A.M, Panzardi S.R et Pérez A, 1999.** Incidence of low levels of foliar damage caused by *Tuta absoluta* (Meyrick) on tomato. *Bolentin de Sanidad Vegetal*, N° 25, p75-78.

Références Bibliographiques

- **Cahill M., Gorman K., Day S., Denholm I., Elbert E., et R., 1996.** Nauch Baseline determination of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera:Aleyrodidae) (1996). Bulletin of Entomological Research 86: 343-349.
- **Camara Fanta., 2019.** Effet insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* sur les larves des derniers stades de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, mémoire de Master en Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 38p.
- **Chaima, A.I.D. and Z. Ghania.,2018.**Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. et du *Thymus capitatus* L. sur des agents d'otomycose: Cas d'*Aspergillus niger*. Mémoire de master. Université de Guelma.
- **Chaprentier (B), Hamon-Lorleac'h (F), Harlay (A), Huard (L) et Chnselle (S), 2008.** Guide du préparateur en pharmacie. 3^{ème} édition, Elsevier Masson : 1358.Chem, 105 : 146-155.
- **Chaugar S., 2011.** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variété de la tomate sur serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la willaya de Tizi-Ouzou. Thèse Ingénoirat Ecologie. Université de Mouloud Mammeuri, Tizi-Ouzou, 98p. BABAOUSMAIL MUSTAPHA., Juin2013. Mémoire de master. Université de Ghardaia, 5p.
- **Chaux C. L. et Foury C.L., 1994.** Culture légumières et maraîchères. Tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisies, Paris. 563p.
- **Chibane N., 1999.** Tomate sous serre, bulletin mensuelle d'information et de liaison du programme nationale de transfert de technologie en agriculture. Maroc. N57.
- **Cimanga K., 2002.** Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. J. Ethnopharmacology, 79, 213-220.
- **Collavino M.D et Gimenez R.A, 2008.** Efficacy of imidacloprid to control the tomato bores (*Tuta absoluta*), Volume 26 N°1 : 65-72.
- **Couic-Marinier F ., Lobstein A. (2013).** Les huiles essentielles à l'officine, n° 525, p.21 . <https://www.em-consulte.com/> Consulté le 17/05/2021.
- **Coyne D. L., Nicol J. M. et Claudius –Cole B., 2010.**Les nématodes des plantes: Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire. Ed. CTA, Postbus - Pays-Bas. 82p.
- **Dagnelie P (1970).B** Théories et méthodes statistiques. Vol 2, Les presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L.

Références Bibliographiques

- **Daidj, N. (2007).** L'évolution des chaînes de valeur dans le secteur des jeux vidéo. Edition Mutanier des STIC. Acteurs, Ressources et Activité, Paris, p193-221.
- **Davies J. et Hobson G., 1981.** The constituents of tomato fruit - the influence of environment nutrition and genotype. *CRC critical rev. food Sci. Nutrit*, n° 15, 205-280.
- **DeBillerbeck V.G., Rocks C., Vaniere P., Marquier P., 2002.** Activité antimicrobienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. *Hygiène (Revue officielle de la société française d'hygiène hospitalière)*. 10 :248-251.
- **Demane & Serai (2021),** *Thymus Vulgaris* Et *Mentha Viridis* L Description Botanique, utilisation Traditionnelle Et Propriétés Thérapeutiques (Synthèse Théorique), Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master Académique, Université Mohamed Boudiaf M'Sila ,44p.
- **Deschepper, R. (2017).** Variabilité de la composition des huiles essentielles et intérêt de la notion de chémotype en aromathérapie. Mémoire de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, France. (172 pages). p, 26-27, 34 ,37 -38 .www.dumas.ccsd.cnrs.fr /Consulté le 25/06/ 2021.
- **Desneux (N), Wajnberg (E), Wyckhuys (K.A.G.), Burgio (G), Arpaia (S.C.A), 2010.** Narva'ez-Vasquez, J. Gonza'lez-Cabrena, D. Catala'n Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T; ---Cabello & A. Urbaneja Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83: 197-21.
- **Dorman H.J.D., et Deans S.G., 2000.** Antimicrobial agents from plants: antimicrobial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 88, 308-316.
- **DSA, 2010-** Direction des services agricoles de la Wilaya de Tlemcen, Service des statistiques 2010.
- **Ebrahimi SN. Hadian J., Mirjalili MH., Sonboli A., and Yousefzadi M., 2008.** Essential oil composition and antibacterial activity of *Thymus caramanicus* at different phenological stages. *Food Chem.*, 110: 927-931.
- **Elattir H., Skiradj A., et Elfadl A., 2003.** Transfer de technologies en agriculture; La tomate - l'aubergine - le poivron - le gombo. Programme National Transfer de Technologies en Agriculture (PNTTA), Royaume de Maroc, N° 100, 4p.
- **Fani M., Kohanteb J. (2017).** In vitro antimicrobial activity of *Thymus vulgaris* essential oil against major oral pathogens. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine* 22(4), 660-666.

- **Favier (J.), Irland-Ripert (C.), Toque (C.) et Feinberg (M.), 2003.** Répertoire général des aliments. Edition. Ciquel :40 :48.
- **Ferreira Raphal de paula Duarte, 2008-** Major densida de tricomas glandulaires em foliolos de tomateiro esta relacionada a major resistencia a traça. Projeto Orientado apresentado ae Departamento Agricultura de Universidade Federal de Larvas como parte das exigencias do curso de agronomia, para a obtencao do titulo de Engenheiro Agronomo: Orientador Prof. Wilson Roberto Maluf larvas Minas Gerais-Brasil 2008. 26p.
- **Ferris H., Castro C.E. Caswell E.P., Jaffee B.A., Robert P.A.. Westerdahl B.B. and Williamson V.M., 1992** Biological approaches to the management of plant-parasitic nematodes pp. 68-101 in MADDEN J.P. (Ed.). Beyond Pesticides : Biological Approaches to pest Management in California. University of California Press, p. 183.
- **Filho (M), Vilela (E), Attygalle (A), Meinwald (J) , Svatos (A), et Jham (G), 2000a-** Field trapping of tomato moth, *Tuta absoluta* with pheromone traps. Journal of Chemical Ecology, Vol. 26, No. 4, p875-881.
- **Franchomme, P., Pénoél, D., Jollois, R. (2001).** L'aromathérapie exactement, encyclopédie, 4ème Ed. ROGER JOLLOIS.
- **Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. E. INRA, Paris ; p382 et 765p.
- **Gartemann (K.H.), Kirchner (O.), Engemann (J.), Grafen (I.), Eichenlaub (R), et Burger (A). (2003).** *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis* : first steps in the understanding of virulence of a Gram-positive phytopathogenic bacterium. Journal of Biotechnology, n° 106, 179-191.
- **Gleason (M.L.), Gitaitis (R.D) et Richertm (D), (1993).** Recent progress : understanding grand controlling bacterial canker of tomato. Eastem North America. Plant Dis. N° 77, 1069-1076.
- **Grasselly D., Navez B., et Letard M., 2000.** Tomate pour un produit de qualité. Ed. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes 22 rue Bergère-75009 Paris. 222p.
- **Guenaoui (Y), 2008-** Nouveau ravageur de la tomate en Algérie, Première observation de *Tuta absoluta* mineuse de la tomate invasive dans la région de Mostaganem au printemps 2008. Phytoma : N°617 Juillet-aout 2008. P8-18-19p.

Références Bibliographiques

- **Guenaoui (Y), Ghelamellah (A), 2008**-Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera) (Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie premiers données sur sa biologie en fonction de la température. AFPP-8^{ème} Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier SupAgro, France, 22-23 octobre 2008. ISBN 2-905550-17-1. 645-651p.
- **Guenaoui Y and Ghelamellah A., 2011.** La mineuse de la tomate. Université of Mostaganem. pp 02-08.
- **Guy Gilly., 1997,** Les plantes à parfum et huile essentielles à grasse, Ed. L'Harmattan.
- **Haddouchic F., Lazouni H.A., et Benmansour A., 2009.** Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de Thymus fontanesii Boiss & Reut. Afrique Science : Revue Internationale des Sciences et Technologie 5.
- **Hernandez-Ochoa (L.R), 2005.** Substitution de solvants et de matières actives de synthèse par combiné (Solvants/ Actifs), D'origine végétale. Thèse de Doctorat en sciences des agro ressources. Institut National Polytechniques de Toulouse. France. N°2264.
- **Huat (J), 2008.** Diagnostic sur la variabilité des modes de conduire d'une culture et leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de tomate de plein champ à Mayotte. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur à l'institut des Sciences et Industries du Vivants et de l'Environnement (Agro Paris Tech) Spécialité : Agronomie.256P.
- **I.N.P.V., 2008**- Nouveau déprédateur de la tomate : Etat des lieux et programme d'action. Note de l'institut National de la protection des végétaux. Ministère de l'Agriculture, Algérie, Juillet.
- **INPV, 2009.** Mineuse de la tomate Tuta absoluta (Meyrick, 1917). Ed. INPV, Alger, 6p.
- **INPV, 2011.** Nouveau déprédateur de la tomate : Etat des lieux et programme d'action. Note de l'institut National de la protection des végétaux. Ministère de l'Agriculture, Algérie, Juillet.
- **Jouault S. (2012).** La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité. Doctorat en pharmacie, Univ. Lorraine. (147 pages). p. 19 .25.<https://hal.univlorraine.fr/hal-01732038/document/>Consulté le 13/05/2021.
- **Khalfi -Habes (O.), Boutekdjiret (C.) & Hacib (H.), 2009.** Evaluation du potentiel biopesticide de trois huiles essentielles extraites de plantes algériennes sur

Références Bibliographiques

- Rhyzopertadominica (F.) (Coleoptera, Bostrychidae). Proceedings du Colloque International sur la gestion des risques phytosanitaires, vol.1, 297-307.
- **Kitajima J., Ishikawa T., Urabe A., Satoh M. (2004).** Monoterpenoids and their glycosides from the leaf of thyme. *Phytochemistry*. 65 : 3279-3287.
 - **Knobloch K., Pauli A., Iberl B., Weigand H. et Weis N. 1989.** Propriétés antibactériennes et antifongiques des composants des huiles essentielles. *Journal of Essential Oil Research*, 1 (3), 119-128.
 - **Kunle O., Okogun J., Egamana E., Emojevwe E. et Shok M. 2003.** Activité antimicrobienne de divers extraits et de carvacrol de l'extrait de feuilles de *Lippia multiflora*. *Phytomedicine*, 10 (1), 59-61.
 - **La France D., 2007.** La culture biologique des légumes. Berger, Paris, 525P.
 - **Lacordaire (A.) et Feuvrier (E.) ,2010-** tomate traquer *Tuta absoluta* suivi de 16 exploitations de production de tomate, pour savoir où et comment chercher pour trouver *Tuta* tôt et tester un prédateur. *Phytoma* , la défense des végétaux, n°632 :41-44.
 - **Lattigui A., 1984.** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magistère. INAEL-Harrach.
 - **Leroux P, 2003.** Mode d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. *Comptes rendus biologies*, 326 :09-21.
 - **Lietti (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.
 - **Mappa D., 2010.** Les productions légumières. Ed. Educagri, Dijon, 139p.
 - **Marcano., 2008.** Minador pequeno de la hoja del tomate ; palomilla pequena,
 - **Mard., 2014.** Ministère de l'agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques maraichères. 3ème Ed. INRA, Paris. Maroc. Ed. AMP. 257p.
 - **Mashkoor Alam M., 1986.** Possible use of weeds as soil amendment for The management of root-knot and stunt nematodes attacking eggplant, *Agricultural Wastes*, 16, (2) : 97-102.
 - **Mayer, F. (2012).** Utilisations thérapeutiques des huiles essentielles : Etude de cas en maison de retraite. Thèse pour obtenir le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie, p 17.
 - **Messiaen (C.M), Blancard (D), Rouxel (F). et Lafon (R), (1993).** Les maladies des plantes maraichères. Ed. Institut nati. Rech. Agro., Paris, 568p.
 - **Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), 1917.** Plagas Agrícolas de Venezuela.

Références Bibliographiques

- **Mokrini (F.), Abbadandaloussi (F. A) & El Aissami, 2010.** Effet de quelques extraits des olantes contre le nematode a galle Meloidogyne incognito associées à la culture de la tomate dans la region du Gharch. Proceeding du septieme Congrès de l'association Marocaine de protection des plantes. Rabat, Maroc. Vol 2. P : 427-436
- **Molla (O), Monton (H), Beitia (F) et Urbanija (A), 2008.** La pollila del tomate, una nueva plaga invasora, *Tuta absoluta* (Meyrick), Eds. Agrotécnicas, S.L. CIF B80194590 Terallia.
- **Morales R., 2002.** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: *Thyme: the genus Thymus*. Ed. Taylor & Francis, London. PP1-43.
- **Munron B. Small E., 1997.** Les légumes du Canada. Ed. Val. Morin, Québec, Canada. 436p.
- **Mustapha El Adouri, Badr Satrani, Mohamed Ghanmi, Abderrahman Aafi, Abdellah Farah, Mohamed Rahouti , Fatiha Aberchane, (2008).** Activité antifongique des huiles AMARTI & Mohamed essentielles de *Thymus bleicherianus* Pomel et *Thymus capitatus* (L.) Hoffm. & Link contre les champignons de pourriture du bois d'œuvre.
- **N' djamena K., 1995.** Tomate : Ravageurs et maladies. Edit CLM. 145p.
- **Naika S., de Jeud J.V.I., Goffau M., Hilmi M, et Vandam B. 2005.** La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.
- **Naika S., de Jeud J.V.I., Goffau M., Hilmi M, et Vandam B.,** la culture de la tomate AD17F. Ed. Fondation Agromisaet AM V B, 2005. CTA.
- **Ndukwe IG., Bello AI. Habila JD., and John C., 2007.** Phytochemical and antimicrobial scening of the crude petroleum spirit and methanol extrats of the stem bark, leaves and roots of *Ficus thoningii* (blume). *African J. Biotech.*, 6(23) : 2645-2646.
- **Nezha A., Nilahyane A., et Hsaine M., 2011.** L'effet des extraits végétaux sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) Actes du Premier Congrès International de l'Arganier, Agadir 15 - 17 Décembre 2011.
- **Nwaogu LA., Alisi CS., Igwe CU., and Ujowundu CO., 2008.** A comparative study of the antimicrobial properties of the ethanolic extracts of *Landolphia Owariensis* leaf and root. *African J. Biotech.*, 7(4): 368-372.

Références Bibliographiques

- **Oliveira (C.R.F), Cysneiros (M.C.H) et Hatano Eduardo, 2007-** Occurrence of *Pyemotes* sp. On *Tuta absoluta* (Meyrick): Brazillian Archives of Biology and Technology. ISSN 1516-8913. Vol 50 n°6 : 929-932.
- **Ouis, N. (2015).** Etude chimique et biologique des huiles essentielles de coriandre, de fenouil et de persil. Thèse de doctorat, Université d'Oran 1, Algérie.
- **Özcan M., J.C. Chalchat (2004).** Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. Growing Wild in Turkey. *Bulg.J.Plant Physiol.* 30 (4): 68-73.
- **Ozguven M., Tansi S., (1998).** Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. As in influenced by ecological and ontogenetical variation. *Turk. J.Agric. Forest* 22, 537-542. **Pariente L., (2001).** Dictionnaire des sciences pharmaceutique et biologique. 2 ème Ed. Académie nationale de pharmacie. Paris 1643 p.
- **Paster (N.),, 1990.** Inhibitory effect of oregano and thyme essential oils on molds and foodborne bacteria. *Lett. Appl. Microbiol.*, 11, 33-37.
- **Pereira (G, V, N), 2005.** Selecao para alto teor de acilacucareos em genotipos de tomateiro e sua relacao com a resistencia ao acaro vermelho (*Tetranychus evansi*) e a traça (*Tuta absoluta*) tese apresentada em Agronomia, area de concentracao Genetica e Melhoramentosn de Plantas, para a obtencao do titulo de « Doutor », 82P.
- **Perron J. Y., 1999.** Production légumière. Ed. Synthèse Agricole. 575p.
- **Petersen H., 2005.** Construire et aménager une serre. Eyrolles, Paris, 158p.
- **Picanc (O.), Leite (A.), Guedes (G.L.D.), Silva (R.N.C.), E.A., 1998.** Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. *Crop Prot.* 17,447-452.
- **Pinto B.S., Wilmington S.R., Schulze S.S., Hitchler M.J., Domann F.E., Wallrath L.L., Geyer P.K. 2006.** A study of the LEM domain proteins in *Drosophila* : Characterization of the putative MANI Homologue. *A. Dros. Res. Conf.* 47 : 833A.
- **Polese J. M., 2007.** La culture des tomates- un catalogue de 72 variétés de la tomate. Ed. Artémis. 95p.
- **Porter N. 2001.** Essential oils and other production: crop and food research, number 9, edition Reader, p 282-286.
- **Potting R, 2009.** Pest risk Analysis *Tuta absoluta*, Tomato leaf miner moth. EOPP, 24p.
- **Pratissoli (D) et Parra (J.R.P), 2000-** Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hym: Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (*Lepidoptera: Gelechiidae*) at different temperature. ISSN 0931-2048. *Appl. Ent.* 124: 339-342.

Références Bibliographiques

- **Quezel (P.), et Santa (S.), (1963).** Nouvelle flore de L'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome II, Ed. CNRS, Paris.
- **Raemaekers R., 2001.** Agriculture en Afrique tropicale. Direction Générale de la coopération internationale (D-2001/02/0218/1)
- **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie fondamentale, 3eme édition DUNOD. Paris. 690pp. **Ramel J.M., 2010.** Tuta absoluta (Meyrick, 1917). L.N.P.V. Station d'entomologie Montpellier RHM: Revue Horticole n°512, 23-25.
- **Ramel et Oudard, 2008.** Tuta absoluta (Meyrick 1917), élément de reconnaissance, L.N.P.V. Station d'entomologie, France, 2p.
- **Rey F., Carriere J., Ginez A., Giraud M., Goillon C., Goude M., Lambion J., Lefevre A., Seguret J., Tabone E., Terrentroy A. et Trottin-Caudal Y., 2014.** Stratégies de protection des cultures de tomates sous abri contre Tuta Absoluta - Protection Biologique Intégrée, Agriculture Biologique. Cahier technique TUTAPI, Paris, ITAB, 16P.
- Royer M.. 2013- Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs. These Doctorat, Univ. Lorraine, 158 p.
- **Ruberto G, Baratta M. T, Sari M and Kaabeche M., 2002.** Chemical composition And antioxidant activity of essential oils from Algerian Origanum glandulosum Dest. Flavour and Fragrance Journal 17, pp. 251-254.
- **Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B. et Jurgen K., 2010.** Food quality safety. Lutte biologique n°2. Tomate. CNR, Italie, UE. 104p.
- **Salunkhe D.K and Kadam. S.S.. 1998.** Handbook of vegetable science and technology. Production, composition and processing Department of cellular biology and technology, Univ. Auckland, 203 p.
- **Severson R.F., Chortyk O.T., Stephenson M.G., Akey D.H... Neal J.W.J, JR, Pittarelli G.W., Jackson D.M. and Sisson V.A., 1994.** Characterization of natural pesticide from Nicotiana glauca. Hedin, P.A. Eds. Bioregulators for Crop Protection and Pest Control ACS Symposium Series 557. American Chemical Society, 107-121.
- **Shankara N., Josep Van Lido de J., Marja G., Martin H., Barbara Van Dama ., 2005.** La culture des tomates production, transformation et commercialisation, Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. Pp6-18 et p105.

Références Bibliographiques

- **Shmeit H., Fernandez Y., Novy E., Kloucek P., Orosz P., Kokoskal., (2020).**Autopolyploidy effect on morphological variation and essential oil in *Thymus vulgaris* L. *Scientia Horticulturae*.
- **Silva (S.S), 2008.** Fatores biologia reproductiva que influenciam o manejo comportamental de *Tuta absoluta* (Meyrick); 2008, Reproductive biology factors influencing the behavioural management of *Tuta absoluta*; dissertacao apresentada ao programa de pos Graduacao em entomologia Agricola da universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisistes para obtencao do grau de mestre em Entomologia Agricola: RECIFE-PE Fevereiro-2008.75p.
- **Soltner D., 1992.**Les bases de la production végétale.320p.
- **Suinaga (F), Casali (V), Picanço (M), et Silva (D), 2004.** Capacidade combinatorial de sete caracteres de Resistencia de *Lycopersicon* spp. À traça do tomateiro. *Hortic. Bras*, Vol. 22, N°2, 11p.
- **Tail (G.) & Doumandji-Mitiche (B.), 2006.** Effet acridifuge des plantes *Melia azedarach*, *Nerium oleander* et *Inula viscosa* et de leurs extraits sur le comportement alimentaire du Criquet pelerin *Shistocerca gregaria*. Résumés de la VI emeconference internationale d'entomologie, 2-6 juillet 2006, 99p.
- **Tchoumboungang (F.), Jazet Dongmo (P.M.), Sameza (M.L.), Gaby Nkouaya Mbanjo (B.), Tiako Fotso (G.), Amyam Zollo (P.), Menut (C.). (2009).** Activité larvicide sur *Anopheles gambiae* Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(1), 77-84.
- **Tikarrouchine R., 2009.** Caractérisation agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Obtenus par croisement. Mémoire de Magister. EL Harrach-Alger. 21p.
- **Toufouti Z. H., 2013.** Contribution à l'étude des maladies bactériennes de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivée en serres dans l'Est Algérien. Thèse de magister à université de Constantine. 89p.
- **Trottin-Caudal Y., Grassel Y. et Millot P., 1995.** Maitrise de la protection sanitaire .Tomate sous serre et abris .Centre Technique Inter professionnel des fruits et légumes. France .87p.
- **Urbaneja (A), Monton (H) et Molla (O), 2008-** Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *Unidad de Entomologia, Centro de Protección Vegetal y biotecnología Instituto Valenciano de*

Références Bibliographiques

- Investigation Agraria (IVIA). Valencia Spain. Journal Compilation, 2008. Blackwell Verlag, Berlin : 1-5.
- **Van Der Vossen Y., Nono-Womdin R., Messiaen C.M., 2004.** *Lycopersicum esculentum* Mill. Fiche Protabase. Gruben, G.J.H et Denton, O.A.(Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa) Wageningen,Pays-Bas, p 419-427.
 - **Vilela De Ressend (J.T), 2003.** Resistencia a atropos-paragas, mediada poracilaçuceres em tomateiro obtido do cruzamento interspecifico de *Lycopersicum esculentum* Mill TOM-584 XL. Pennellii LA 716 Lavras Minas Gerais-Brasil, 104p.
 - Wachira M.P., Okoth S., Kimenju J. and Mibey R.K., 2009- influence of land use and soil management practices on the occurrence of nematode destroying fungi in Taitaveta, Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10 : 213-223.
 - **Wageningen., 2005.** La culture de la tomate. Ed. Barbara van Dam.105p.
 - **Williams L.R., 1994.** Essential oil from *Malaleuca dicitiflora*, University of Massachusetts, Mass, Amherst.
 - **Williamson B., Tudzynski B., Tudzynski P., et Van Kan J., 2007.** Botrytis cinerea: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology*, n°8, 561-580.
 - **Zidani S., 2007-** Valorisation des pelures de la tomate séchée en vue de leur incorporation dans la margarine. Mémoire de Magistère. Université M'hamed Bougara Boumerdes, Faculté des sciences de l'ingénieur. 114p.
 - **Site 01 :** <http://ephytia.inra.fr/fr/C/23060/Tropileg-Oidium-tomate-Pseudoidium-neolycopersici>
 - **Site 02 :** <https://jardinerfacile.fr/feu-bacterien-symptomes-traitement-et-prevention/>
 - **Site03 :** <https://www.semanticscholar.org/paper/Invasion-de-la-mineuse-de-la-tomate%2C-Tuta-absoluta-Sylla/508dd3a3a95da12bfc643b0a2cdfa2ddd8b2cb3e>
 - **Site 04:** <https://www.wilaya-tlemcen.dz/W13-fr/Presentation/Geographie.php>.
 - **Site 05:** <https://fr.climate-data.org/afrique/algerie/tlemcen/tlemcen-990323/#climate-table>.

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم فعالية الزيوت الأساسية في مكافحة عفن الطماطم (*Alternaria Alternata* و *Alternaria sp* و *Aspergillus sp*) بالإضافة إلى عامل منجم الأوراق *Tuta absoluta* الذي يشكل خطراً كبيراً على محصول الطماطم (*Lycopersicum esculentum Mill*). كما نأمل في استخدام هذه الزيوت العطرية كبديل للمبيدات التقليدية ذات التأثيرين. ولهذا السبب تم عزل العوامل الفطرية الممرضة وآفة الطماطم من الأوراق المصابة. عند جرع جد منخفضة أظهر كل من *T. capitatus* و *T. vulgaris* قوة كبيرة مضادة للفطريات و مبيدة للحشرات على جميع السلالات المختبرة و كذلك على مراحل اليرقات المختلفة.

الكلمات المفتاحية: طماطم (*Lycopersicum esculentum Mill*) ، زيت عطري، *T. capitatus* ، *T. vulgaris* ، قوة المضادة للفطريات، مبيد حشري، *Tuta absoluta*.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité des huiles essentielles dans la lutte contre les moisissures isolées (*Alternaria Alternata*, *Alternaria sp* et *Aspergillus sp*) ; ainsi que la mineuse (*Tuta absoluta*) qui présentent un risque important pour le rendement de la tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*). Nous espérons également utiliser ces essences comme une alternative aux pesticides à deux actions. C'est pour cette raison que, les agents pathogènes fongiques et le ravageur de la tomate ont été isolés des feuilles infectées. A de très faibles doses, *T. vulgaris* et *T. capitatus* ont montré un pouvoir antifongique et insecticide significatifs sur l'ensemble des souches testées ainsi que sur les différents stades larvaires.

Mots clés : la tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*), huile essentielle, *T. vulgaris*, *T. capitatus*, pouvoir antifongique, effet insecticide, *Tuta absoluta*,

Abstract

The purpose of this study to evaluate the efficacy of essential oils in the fight against isolated molds (*Alternaria Alternata*, *Alternaria sp* and *Aspergillus sp*), as well as the leaf miner (*Tuta absoluta*) with present a significant risk to tomato yield (*Lycopersicum esculentum Mill.*). We also hope to use these essences to two-action pesticides. as an alternative to traditional pesticides to protect both the environment and human health. For this reason, fungal pathogens and the tomato pest were isolated from infected leaves. At very low doses, *T. vulgaris* and *T. capitatus* showed a significant antifungal and insecticide power on all strains tested as well as on the different larval stages.

Keywords: tomato (*Lycopersicum esculentum Mill.*), essential oils, *T. vulgaris*, *T. capitatus*, antifungal power, insecticide effect, *Tuta absoluta*.