



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques.
Spécialité : Protection des végétaux.

Sujet

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*

Présenté par : Camara Fanta

Soutenue devant le jury :

Présidente : M ^{me} Medjdoub-Bensaad F.	Professeur	U.M.M.T.O
Promotrice : M ^{elle} Chougar S.	MACA	U.M.M.T.O
Examineurs : M ^{me} Goucem-Khelfane K.	MCCA	U.M.M.T.O
M ^{me} Lakabi L.	MCCB	U.M.M.T.O

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Mes premiers mots de remerciements vont pour **Mademoiselle Chougar S.**, ma promotrice, MACA à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Je lui témoigne ma profonde gratitude pour le soutien qu'elle m'a apporté dans ce travail. Merci pour la confiance que vous m'avez accordée, votre disponibilité, vos conseils et votre savoir que vous avez toujours voulu partager.

Je tiens également à remercier **Madame Mejdoub-Bensaad F.** Professeur à la Faculté des Sces Biologiques et Sces Agronomiques, pour son aide et sa disponibilité et de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

J'exprime ma reconnaissance à **Madame Goucem-Khelfane K.** et **Madame Lakabi L.**, de m'avoir fait l'honneur de faire partie du jury.

Je tiens à remercier tout particulièrement **Mr Chakali G.**, Professeur à ENSA d'Alger et à lui témoigner toute ma reconnaissance pour m'avoir soutenu et encouragé à faire ce master.

Mes vifs remerciements à **Mr Alili N.**, maître assistant pour votre disponibilité et votre aide précieuse.

Mes remerciements les plus sincères à **Mr Saadoudi R.**, chef de département et chargé de cours au département des sciences agronomiques pour son aide et sa disponibilité.

Je remercie de tout cœur ma frangine **Nadya** et mes amis **Mouh et Zine Eddine** qui m'ont apporté leur aide et leur soutien, sans oublier l'ingénieur de labo d'entomologie **Tinhinane**.

Il me reste, pour terminer, l'agréable devoir de remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



Dédicace

*Je dédie
ce travail à toute personne
chère à mon cœur.*

La liste des figures

Figure 1 : *Lycopersicon esculentum* Mill.

Figure 2 : Répartition géographique de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* en Europe et dans le monde en Avril 2017.

Figure 3: Aspect général d'un Gelechiidae type.

Figure 4 : Œufs de *T.absoluta* (G x8).

Figure 5 : Larve de *T.absoluta* (Gx8).

Figure 6: Chrysalide de *T.absoluta* (Gx8).

Figure 7: Adulte de *T.absoluta* (G x 8).

Figure8 : Différents stades et cycle de développement de *Tuta absoluta* à une température moyenne sur 24h de 19-20 °C.

Figure 9 : Mines de *Tuta* sur feuille.

Figure 10 : Dégâts de *Tuta* sur fruit vert et rouge.

Figure 11: Delta de détection.

Figure 12: Piège à eau.

Figure 13 : Thym.

Figure 14 : Basilic.

Figure 15 : Dispositif expérimental.

Figure 16: Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les larves L3 de *Tuta Absoluta*.

Figure 17 : Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les larves L4 de *Tuta Absoluta*.

Figure18: Effet de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sur les larves L3 de *Tuta Absoluta*.

Figure19 : Effet de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sur les larves L4 de *Tuta absoluta*.

Figure 20 : Comparaison des toxicités de d'*O. basilicum* et *T. vulgaris* sur les larves L3 et L4 de *T.absoluta*.

La liste des tableaux

Tableau I: Principaux pays producteurs de tomate dans le monde en 2007.

Tableau II : Bilan de la campagne agricole (2013-2017) pour la wilaya de Tizi-Ouzou.

Tableau III : Maladies cryptogamiques.

Tableau IV: Maladies bactériennes.

Tableau V: Maladies virales.

Tableau VI: Principaux ravageurs de la tomate.

TableauVII: Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*Ocimum basilicum* L.

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Partie I

I. Présentation de la plante hôte

I.1. Histoire et origine de la tomate 3

I.2. Position taxonomique..... 3

I.3. Importance économique 4

I.3.1 Dans le monde..... 4

I.3.2 En Algérie 6

I.3.3 Dans la Wilaya de Tizi Ouzou 6

I.4. Contraintes de la culture de tomate..... 7

I.4.1 Contraintes abiotiques..... 7

I.4.2. Contraintes biotiques 7

II. Présentation de la mineuse de la tomate

II.1. Origine et répartition géographique..... 13

II.2. Position systématique 14

II.3. Morphologie et description..... 15

II.3.1 Œuf 15

II.3.2 Larve 16

II.3.3 Chrysalide 16

II.3.4 Adulte 17

II.4. Comportement biologique 17

II.5. Symptômes et dégâts 19

II.4.1 Sur feuilles 19

II.4.2 Sur tiges 19

II.4.3 Sur fruits verts ou rouges	19
II.6. Confusion possibles	20
II.7. Stratégies de lutte.....	20
II.7.1 Lutte prophylactique.....	20
II.7.2 Lutte biologique.....	21
II.7.3 Lutte chimique	22
II.7.4 Lutte biotechnique	22

III. Présentation des huiles essentielles

III.1. Les huiles essentielles	23
III.2. Généralités sur le thym.....	24
III.2.1 Origine et répartition géographique du thym	24
III.2.2 Position taxonomique	24
III.2.3 Description botanique du thym	25
III.2.3 Composition chimique et propriétés thérapeutiques du thym.....	25
III.3. Généralités sur le basilic	26
III.3.1 Origine et répartition géographique du basilic	26
III.3.2 Position taxonomique	27
III.3.3 Description botanique du basilic	27
III.3.4 Composition chimique et propriétés thérapeutiques du basilic.....	28

Partie II

Matériels et méthodes	30
Résultats et discussion.....	33
Conclusion.....	40
Références bibliographiques	42

Annexes

La tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) est une plante de la famille des Solanacées. Elle est originaire des Andes d'Amérique et elle est très cultivée pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (Chaux et Foury, 1994).

En Algérie, elle occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher dont elle représente 51% de la production totale (MADR, 2018).

La tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques de ravageurs et de maladies. Les aleurodes, pucerons, mineuses, acariens, thrips, noctuelles et punaises constituent ses principaux ravageurs en serres (Trottin-Caudal et al., 1995).

Tuta absoluta est un ravageur de la tomate sous serre et en plein champs. Il est récemment considéré comme une menace pour la production de tomate dans les pays méditerranéens (Ettaib et al., 2017).

En Algérie sa première apparition fut à Mostaganem au mois de Mars 2008, ensuite elle s'est propagée dans le reste du pays (Guenauoui, 2008 ; Berkani et Badaoui, 2008). Jusqu'à présent, la gravité des dégâts occasionnés sur les cultures de tomate et le potentiel de dissémination de ce ravageur continuent de soulever l'inquiétude des producteurs de tomate dans tous les pays touchés par ce ravageur, d'où la nécessité de mener des recherches qui aborderaient tous les aspects comportementaux et écologiques de ce bioagresseur et les différents facteurs qui régissent son cycle de développement (Guenauoui, 2008).

Les pesticides chimiques synthétiques pour contrôler ce ravageur, produisent des effets néfastes sur tous les organismes, ils augmentent le taux de risque pour la santé publique et l'environnement. En lutte biotechnologique, il est utile d'identifier essentiellement la résistance des plantes hôtes, la lutte biologique, les phéromones, les pratiques culturales et enfin, les plantes biocides et répulsives d'insectes ravageurs (Iannacone et Lamas, 2003).

Récemment, de nombreux travaux ont étudié le pouvoir biocide des plantes à travers leurs huiles essentielles. Les résultats sont très encourageants, ce qui nous a incités à effectuer cette étude dans l'objectif de savoir si les plantes choisies ont un pouvoir insecticide contre le bioagresseur de la tomate.

L'objectif principal de notre travail est de démontrer l'effet insecticide des huiles essentielles des plantes choisies *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* contre le bioagresseur de la tomate, *T. absoluta*.

Ce mémoire est scindé en trois parties, une première partie qui regroupera un rappel bibliographique sur la tomate, la mineuse de la tomate, les huiles essentielles en l'occurrence le thym et le basilic ; une deuxième partie expérimentale sera consacrée à la méthodologie adoptée, aux résultats obtenus ainsi que leur interprétation et discussion et une conclusion générale et perspectives clôtureront cette étude.

I. Présentation de la plante hôte

I.1. Histoire et origine de la tomate

L'origine de la tomate se situe en Amérique du Sud (Mazoyer, 2002). Son ancêtre sauvage, *Solanum Lycopersicum* var. *cerasiforme*, était présent au Pérou, au Chili, dans la vallée des Andes et en Equateur. Cette plante à fruits très petits fut d'abord domestiquée au Mexique et améliorée par les Aztèques. Dans la première moitié du XVI^{ème} siècle, la tomate fut rapportée en Europe par les conquistadores espagnols, qui adoptèrent son nom indien «tomatl». Elle fut d'abord implantée dans le Sud de l'Europe, notamment en Espagne et en Italie. Sa première description fut faite en 1544 par un botaniste italien du nom de Matthioli. Il évoque une tomate jaune qui donnera son nom à la tomate italienne : *pomodoro* signifiant « pomme d'or ».

Son nom latin *Lycopersicon esculentum* lui fut donné par le botaniste anglais Philip Miller en 1731. Actuellement, pour des raisons phylogénétiques, la tomate est appelée *Solanum lycopersicum* L. (Toussaint et Baudoin, 2010).

Au XIX^{ème} siècle, les migrants européens emportent avec eux des graines de tomates aux Etats-Unis, ce qui va permettre au pays de fabriquer le ketchup et de devenir l'un des plus gros producteurs actuels, derrière la Chine qui, bien que ne consommant pas de tomates, en a fait une méga-industrie. En Algérie, elle fut cultivée près d'Oran au départ, puis elle s'est étendue aux autres régions d'Algérie étant donné les conditions du sol et le climat propice (Kolev, 1976).

I.2. Position taxonomique

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) appartient à l'ordre des Solanales et à la famille des Solanacées (Atherton et Rudich., 1986). C'est une plante herbacée, vivace à l'état naturel, et annuelle en culture (Figure 1).

Cronquist(1981); Gaussen et *al.* (1982)rappellent que la tomate appartient à la classification suivante :

Règne	Plantae.
Division	Magnoliophyta.
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae.
Ordre	Soloniales.
Famille	Solanaceae.
Genre	<i>Solanum</i> ou <i>Lycopersicon</i>
Espèce	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.



Fig.1 : *Lycopersicon esculentum* Mill (Originale, 2019).

I.3. Importance économique

I.3.1. Dans le monde

La tomate est cultivée dans plus de 170 pays du monde et sous divers climats, y compris dans les régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abris. Par le volume de production, c'est le premier fruit au plan mondial (FAO, 2007). Si l'on se réfère à la définition d'un fruit: produit végétal qui succède à la fleur après fécondation et qui renferme les graines de la plante, la tomate serait donc bien un fruit (on voit les graines à

l'intérieur). La tomate est donc biologiquement parlant un fruit, mais un légume culinairement parlant (Chaux et Foury, 1994).

Selon les statistiques de l'organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de tomate s'élevait en 2007 à 126,2 millions de tonnes pour une surface de 4,63 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 27,3 tonnes à l'hectare. La production mondiale de tomate a battu des records au cours de l'année 2016 avec 177 042 000 de tonne. Ce volume montre une progression de 29,08% en 10 ans.

Seize pays rassemblent à eux seuls 80% de la production mondiale (Tab.I). Les plus gros producteurs sont la Chine et les Etats-Unis (FAO, 2007).

Tableau I : Principaux pays producteurs de tomate dans le monde en 2007 (FAO, 2007).

Pays	Surface cultivée (milliers d'hectares)	Rendement (tonnes par hectare)	Production (milliers de tonnes)
Chine	1455	23,1	33 645
Etats-Unis	175	65,7	11 500
Turquie	270	36,7	9 920
Inde	479	17,9	8 586
Egypte	194	37,9	7 550
Italie	118	51,0	6 026
Iran	140	35,7	5 000
Espagne	56	65,0	3 615
Brésil	57	59,4	3 364
Mexique	130	22,3	2 900
Russie	158	15,1	2 393
Ukraine	80	19,0	1 520
Grèce	27	54,7	1 450
Ouzbékistan	57	23,2	1 327
Chili	20	65,1	1 270
Maroc	20	57,0	1 140

I.3.2. En Algérie

La culture de tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Elle représente 51% de la production totale en produits maraichers sur une superficie globale de primeurs évaluée à plus de 292 000 ha. Jusqu'à l'année 2008, une moyenne de 2967 hectares était consacrée annuellement à la culture de la tomate sous serre. La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux durant la campagne 2017-2018. Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate de plein champ et 1.225 qx/hectare pour la tomate sous serre (MADR, 2018).

I.3.3 Dans la wilaya de Tizi-Ouzou

L'analyse du tableau II montre, durant la période (2013-2017), que la production de tomate dans la wilaya de Tizi-Ouzou est en nette progression. Quant à la superficie on enregistre une légère augmentation durant l'année 2014-2015.

Tableau II : Bilan de la campagne agricole (2013-2017) pour la wilaya de Tizi-Ouzou (DSA, 2019).

	Superficie (Ha)	Production (Qx)
2013/2014	159 00	34 976
2014/2015	170 48	36 466
2015/2016	155 66	36 950
2016/2017	156 82	41 604,50

*MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.

I.4. Contraintes de la culture de tomate

I.4.1. Contraintes abiotiques

Merabet (2016) atteste que la gestion rationnelle des facteurs climatiques est essentielle pour le bon fonctionnement de la culture.

Selon le même auteur ces facteurs sont :

▪ Luminosité ou radiations

Les valeurs de luminosité réduite peuvent avoir un effet négatif sur le processus de floraison, fécondation et du développement végétatif de la plante ; leurs besoins varient entre 8 et 16 heures de lumière par jour.

▪ Température

Les températures optimales de développement des cultures de tomates sont de 28 à 30° C pendant le jour et 15 à 18° C pendant la nuit. Des températures de plus de 35° C et inférieures à 10° C pendant la floraison entraînent une chute de la fleur et limitent la nouaison.

▪ Humidité relative

L'humidité relative optimale pour la culture de tomate est comprise entre 65 et 70%, favorisant le développement normal et la pollinisation, ce qui garantit une bonne production.

▪ Sols, pH

Le plant de tomate n'est pas très exigeant en matière de sol, sauf en matière de drainage, mais préfère un sol meuble argilo-siliceux, riche en matière organique et de bonne texture.

Toutefois, il est bien développé dans les sols argilo-sableux. Le pH du sol doit se situer dans une fourchette de 5,9 - 6,5 pour avoir une meilleure utilisation des engrais appliqués.

I.4.2. Contraintes biotiques

Malgré l'utilisation de variétés hybrides, résistantes aux nématodes et aux maladies vasculaires (fusariose et verticilliose), les cultures de tomate peuvent être affectées par diverses attaques de ravageurs (insectes, acariens et nématodes) et de maladies fongiques, bactériennes ou virales (Chibane, 1999).

Blancard et *al.* (1991) notent que les ravageurs et les maladies de la tomate sont souvent communs à d'autres espèces de Solanacées cultivées, comme l'aubergine ou le tabac. Cette

sensibilité est due à la particularité écologique de cette culture qui l'expose à diverses nuisances, notamment les maladies et les insectes déprédateurs, dont les dégâts sont parfois très importants.

I.4.2.1 Principales maladies fongiques de la tomate

Les principales maladies fongiques de la tomate sont citées dans le tableau ci-dessous.

Tableau III : Maladies cryptogamiques (Blancard, 1988 ; Blancard et *al.*1991 ; Chibane, 1999 ; Pyron, 2006).

Maladies	Symptômes	Agent causal
Anthracnose	Tâches plus ou moins circulaires de 1 cm avec un centre noirâtre sur les fruits mûrs.	<i>Colletotrichumcoccodes</i>
Mildiou	Légères tâches foncées, avec un point jaune en leur centre, sont visibles sur les feuilles ayant parfois un développement centrifuge et centripète. Sur la face inférieure des feuilles, les tâches sont blanches. Les fruits se couvrent de tâches brunes et les feuilles flétrissent.	<i>Phytophthora infestans</i>
Verticilliose	Jaunissement en forme de V des feuilles de bas en haut suivi d'un flétrissement avec un léger brunissement des vaisseaux après une coupe.	<i>Verticilliumalbo-atrum</i>
Alternariose	Tâches rondes et brunes avec des cercles concentriques apparaissant sur les feuilles avec un diamètre de 1,5 cm. Des grossiers peuvent apparaître sur les tiges et les feuilles. Les fleurs et les jeunes fruits tombent.	<i>Alternariasolani</i>
Flétrissure fusarienne	Jaunissement des feuilles de bas en haut. Apparition de racines avortées au bas de la tige. Tissus ligneux brun rougeâtre.	<i>Fusariumoxysporumf.sp lycopersici</i>
Pourriture des racines et du collet	Brunissement des racines, de leur cylindre central et des vaisseaux situés au niveau du pivot et du collet. Flétrissement juste avant la cueillette. Les feuilles hautes fanent avant les feuilles basses avec une décoloration jaune ou dorée. Les fruits n'ont pas leur brillance normale.	<i>Fusariumoxysporumf.spradicislycopersici</i>

I.4.2.2 Principales maladies bactériennes de la tomate

Plusieurs maladies bactériennes affectent la tomate, les plus importantes sont citées dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV: Maladies bactériennes (Blancard, 1988 ; Blancard et *al.*1991 ; Chibane, 1999 ; Pyron, 2006).

Maladies	Symptômes	Agent causal
Chancre bactérien	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total. Stries brunâtres lors des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruit, des taches blanchâtres, dont le centre brunit et s'entoure d'un halo jaune clair, d'où le nom : œil d'oiseau.	<i>Clavibacter michiganensis ssp. michiganensis</i>
Moucheture de la tomate	Sur feuillage : apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Ces taches peuvent se joindre et forment une plage nécrotique brune-sombre. Attaque précoce : les folioles se dessèchent et tombent. Sur fruit, on observe des taches brunes nécrotiques.	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>
Gale bactérienne	Taches brunâtres relativement régulières entourées d'un halo jaune. De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles. Sur fruit, de petites chancres pustuleux avec un aspect ligneux.	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>
Moelle noire	Les plantes atteintes présentent des taches sombres sur tige, pétioles et pédoncules. Une coupe longitudinale de la tige montre une moelle noire remplie de vacuoles. Les vaisseaux demeurent intacts, contrairement à ce qui se passe dans le cas d'une maladie vasculaire.	<i>Pseudomonas corrugata</i>
Flétrissement bactérien des Solanacées	Flétrissement de type <i>Verticillium</i> ou <i>Fusarium</i> , mais suivi très rapidement de la mort de la plante.	<i>Pseudomonas solanacearum</i>

I.4.2.3 Principales maladies virales de la tomate

Les principales maladies virales sont résumées dans le tableau V.

Tableau V : Maladies virales (Blancard, 1988 ; Blancard et al.1991 ; Chibane, 1999 ;Pyron, 2006).

Maladies	Symptômes	Agent causal/Vecteur
Virose Tomato Yellow Leaf-Curl Virus (TYLCV)	Ralentissement de la croissance, jaunissement des folioles, fruits petits et nombreux, enroulement des feuilles en forme de cuillère, rabougrissement des plants infectés.	Virus TYLCV (Tomato Yellow Leaf-Curl Virus) transmis par un aleurode <i>Bemisia tabaci</i>
Virus de la mosaïque du Tabac TMV	Apparition de plages vert clair et vert foncé sur les jeunes feuilles.	Virus TMV (Tobacco Mosaic Virus)
Virus de la mosaïque du Pépino	Décolorations des feuilles et une stérilisation des inflorescences.	Virus Pep MV (Pepino Mosaic Virus)
Maladie filiforme Virus de la mosaïque du concombre	Les feuilles sont réduites à des nervures.	Virus CMV (Cucumber Mosaic Virus) transmis par des pucerons
Virus Y de la pomme de terre	Nécroses sur feuilles avec dessèchement.	PYV
Stolbur Maladie à mycoplasmes	Symptômes similaires aux chloroses. Prolifération des rameaux. Réduction du feuillage.	Transmis par des Cicadelles

I.4.2.4 Principaux ravageurs de la tomate

La tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques des ravageurs (Tableau VI). Les aleurodes, pucerons, mineuses, acariens, thrips, noctuelles et punaises constituent ses principaux ravageurs en serres. Ces dernières années, plusieurs ravageurs ont provoqué des dégâts importants en serres de tomate, dont *Tetranychusevansi*, mais aussi la mineuse *Tuta*

absoluta, ravageur de quarantaine apparu en 2006 en Europe et en Algérie en 2008, qui peut provoquer 100 % de pertes dans les serres touchées (Ferrero, 2009).

Tableau VI: Principaux ravageurs de la tomate (Blancard, 1988 ; Blancard et al.1991 ; Chibane, 1999 ; Pyron, 2006).

Ravageurs	Symptômes	Agent causal
Nématodes à galles	Galles sur racines. Tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis le plant dépérit.	<i>Meloidogyneincognita</i> <i>Meloidogynearenaria</i>
Acariens	La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Sur fruit, la peau devient suberifiée et présente des craquelures.	<i>Tetranychusurticae</i> <i>Tetranychuscinnabarinus</i>
Noctuelles	Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante. Sur fruit, les larves creusent des galeries qui évoluent en pourriture, puis une chute prématurée des fruits attaqués.	<i>Agrostissegetum</i> <i>Chlorideaarmigera</i> <i>Helicoverpaarmigera</i>
Thrips	Plages de cellules mortes sur feuilles. Les piqures entraînent des malformations sur jeunes feuilles. Sur jeunes pousses : la salive toxique induit un raccourcissement des entrenœuds. Sur fleurs : il se nourrit de graines des coulures de pollen, détruit les étamines et entraîne des coulures de pollen. Par vection, il transmet le virus TSWV appelé maladie bronzée de la tomate.	<i>Thripstabaci</i> (thrips de l'oignon) <i>Heliothripshaemorrhoidalis</i> Thrips des serres
Aleurodes	Rabougrissement des apex et développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, transmission des virus ToCV, TICV et TYLCV.	<i>Bemisiatabaci</i> <i>Trialeurodesvaporariorum</i>

Cicadelles	Transmission du stolbur, mycoplasmoses.	<i>Hyalosthetus</i>
Pucerons	Enroulement des feuilles et développement de la fumagine et transmission de virus CMV et PVV.	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> <i>Myzus persicae</i>
Mineuses	Les larves creusent dans le limbe des feuilles des galeries d'aspect blanchâtres, de forme ligneuse pour <i>Liriomyza</i> et en plage pour <i>Tuta absoluta</i> .	<i>Liriomyza bryoniae</i> <i>Liriomyza trifolii</i> <i>Tuta absoluta</i>

II. Présentation de la mineuse de la tomate

II.1. Origine et répartition géographique

La mineuse *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) est un ravageur de la tomate originaire d'Amérique du Sud où elle représente, depuis plusieurs décennies déjà, une importante menace pour les cultures de la tomate (Guenaoui, 2008; Siqueira et al., 2000 ; Desneux et al., 2010 ; 2011).

Cette espèce décrite initialement au Pérou, s'est répandue dans toute l'Amérique du Sud : c'est à partir du Chili qu'elle a envahi l'Argentine en 1964 (Garcia et Espul, 1982 cité par Guenaoui, 2008), Bolivie, Brésil, Colombie, Équateur, Paraguay et Venezuela. Elle est absente dans les régions de hautes altitudes (au dessus de 1000 m) et de basses températures qui sont un facteur limitant pour sa survie (Notz, 1992 ; OEPP/EPPO, 2005).

En Europe, le premier signalement de *Tuta absoluta* date de fin 2006 suite à sa détection en Espagne dans la province de Castellon (Valence) (OEPP/EPPO, 2007 ; Urbaneja et al., 2007 ; Desneux et al., 2010). La mineuse de la tomate s'est propagée rapidement dans toutes les régions méditerranéennes à cause du climat idéal pour son développement. Année après année, de nouveaux territoires sont envahis et le ravageur continue à se répandre sur les trois continents (Europe, Afrique et Asie). Récemment, il a été signalé pour la première fois en Maharashtra (Inde) en Novembre 2014 (Sridhar et al., 2014 cité par Guenaoui et al., 2015). Guimapi et al. (2016 cité par Mateus et al., 2017) affirment que le plus récent des enregistrements provient de pays du sud-africain, tels que la Zambie, Mozambique, Botswana et l'Afrique du Sud. Néanmoins, les enregistrements de plusieurs autres pays africains ont encore besoin d'être vérifiés (Figure 2).

En Algérie, les premiers foyers ont été observés en mars 2008 sur tomate sous serres dans une commune de Mostaganem. Ils se sont étendus à l'ensemble des serres de la région dès le début du mois de Mai (Guenaoui, 2008).

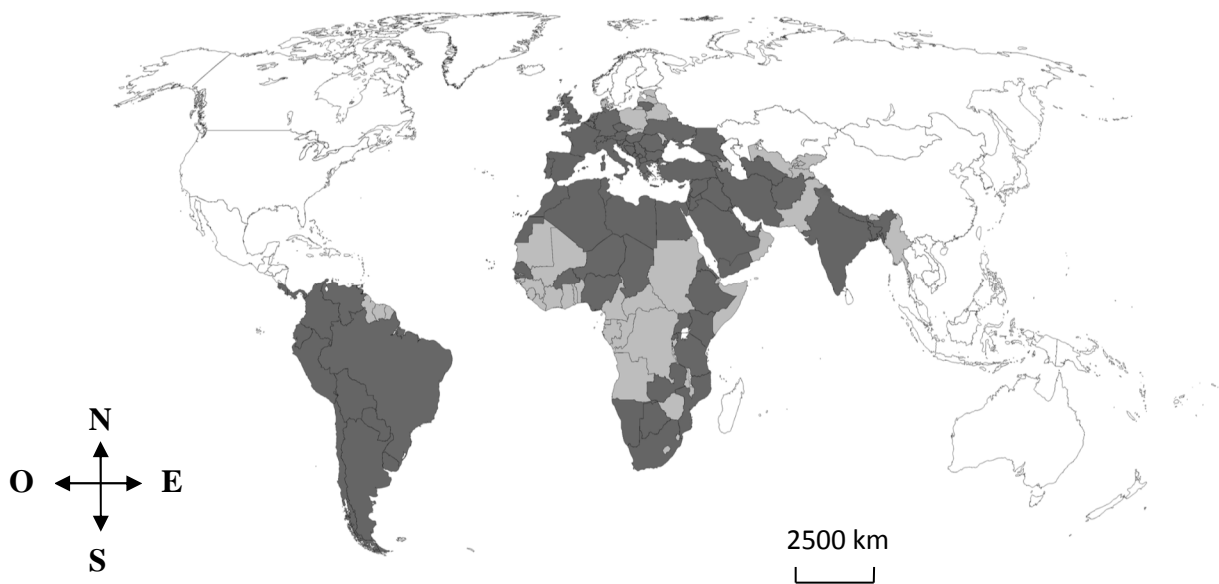


Fig.2 : Répartition géographique de lamineuse de la tomate *Tuta absoluta* en Europe et dans le monde en Avril 2017 (Mateus et *al.*, 2017).

II.2. Position systématique

Selon Gonzalez (1989), la classification de la mineuse de la tomate est la suivante :

Règne	Animal.
Embranchement	Arthropodes.
Classe	Insectes.
Ordre	Lépidoptères.
Sous ordre	Microlepidoptères.
Famille	Gelechiidae.
Genre	<i>Tuta</i> .
Espèce	<i>T. absoluta</i> (Meyrick, 1917)

II.3. Morphologie et description

Balachowsky (1966) rappelle que *Tuta absoluta* est un lépidoptère de la famille des Gelechiidae, il est caractérisé par des individus de petite taille comprise entre 5 et 20 mm. Les ailes antérieures, postérieures et le corps sont recouverts d'écailles. Les ailes postérieures sont étroites frangées (Figure 3).

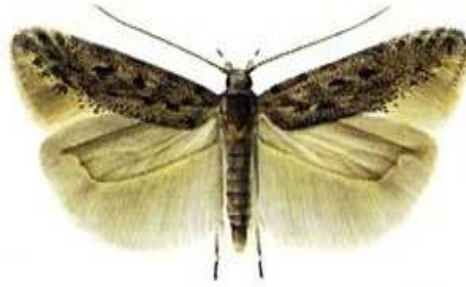


Fig. 3: Aspect général d'un Gelechiidae type (Povolny, 1998).

II.3.1 Œuf

Les œufs sont de petites taille mesurant entre 0,36 mm de long et 0,22 mm de large, de forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre (Biurrun, 2008 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). Ils sont déposés individuellement ou groupés préférentiellement sur la face inférieure des feuilles sur le tiers supérieur des plantes (Figure 4) (Biurrun, 2008, Vieira, 2008).

La femelle pond 40 à 50 œufs, elle pond en général au niveau des jeunes bourgeons et jeunes feuilles (Anonyme, 2010 cité par Chougar, 2011).

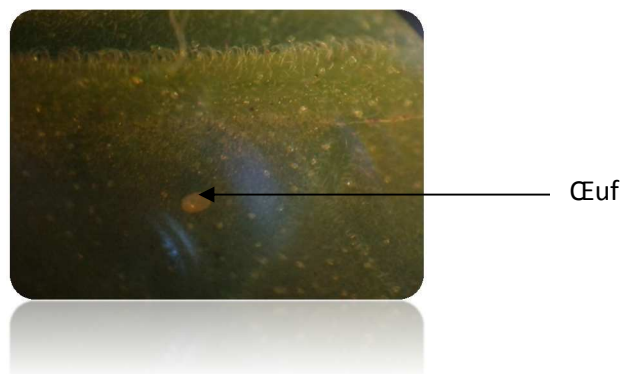


Fig.4: Œufs de *T. absoluta* ;(G x8) (Originale, 2018).

II.3.2 Larve

Selon Marcano (2008), les larves sont des chenilles, qui possèdent une capsule céphalique nettement différenciée, ainsi que des paires de pattes dès l'éclosion. La larve initiale (L1) est de couleur beige clair avec une tête noire, elle mesure 0,9 mm. Les larves L2 et L3 sont verdâtres puis elles virent à la couleur rose du second au quatrième stade. Les larves L3 mesurent environ 4,5 à 5,6 mm de long et le dernier stade (L4) peuvent mesurer jusqu'à 7,5 mm. Ce dernier se colore en rouge carmin (Figure 5).



Fig.5 : Larve de *T.absoluta*(Gx8) (Originale, 2018).

La durée des stades larvaires est de 12 à 15 jours selon la température. Guenaoui (2008) rapporte que les larves perforent les fruits verts et rejettent les fruits murs en cas de choix. Pour pénétrer totalement sans le fruit vert une larve de 3^{ème} stade met en moyenne 3h.

II.3.3 Chrysalide

La chrysalide, en forme de fuseau, mesure 4 à 5 mm de long et 1,1 mm de diamètre. Elle est d'abord verdâtre, puis prend rapidement une couleur châtain foncé (Figure 6) (Marcano, 2008).

La nymphose peut avoir lieu au sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines. Elle est couverte généralement par un cocon blanc et soyeux. La température affecte considérablement le cycle biologique de l'insecte (Guenaoui, 2008 ; Vieira, 2008 ; Rey et al., 2014).



Fig. 6: Chrysalide de *T.absoluta*(Gx8) (Originale, 2018).

II.3.4 Adulte

Guenaoui (2008) rappelle que l'adulte de *Tutaabsoluta* est un papillon qui ressemble à la mite des vêtements par la taille et la couleur. Il est de couleur gris argenté à brun avec des taches brunes sur les ailes et mesure 6 à 8 mm de long et environ 10 mm d'envergure. La tête porte des antennes filiformes faisant le 5/6 de taille des ailes (Figure 7). La femelle est légèrement plus grande de taille que le mâle.



Fig.7: Adulte de *T.absoluta*(G x 8) (Originale, 2018).

II.4. Comportement biologique

Les caractéristiques biologiques dépendent beaucoup de la température. Le cycle 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 faible, la durée de développement est nettement plus longue. À 15 °C, elle est supérieure à 2 mois. Le potentiel de reproduction est élevé. Une même femelle peut pondre jusqu'à 260 œufs au cours de sa vie. Sachant que la longévité des femelles est d'environ deux semaines et celle des mâles, une semaine. La longévité des adultes diminue

également avec la température. Le seuil de développement du ravageur est de 7°C à 9°C selon les stades. Toutefois, à 4°C, des larves de *Tutase* maintiennent en conditions de laboratoire. Des individus ont aussi été observés en serre dans le Sud de la France à des températures hivernales inférieures à 0°C. Des températures constantes de 35°C entraînent un arrêt du développement de *Tuta*. Par contre, son développement serait maintenu dès qu'il y a alternance des températures (ex. 25 °C à 35 °C) (Figure 8) (Rey et al., 2014).

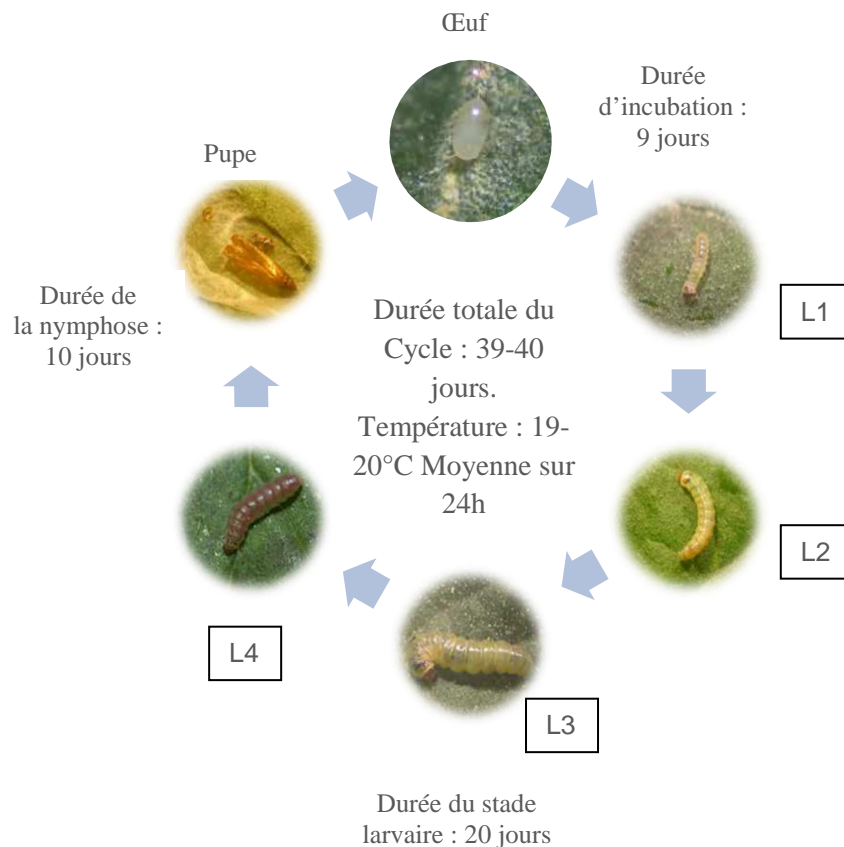


Fig.8 : Différents stades et cycle de développement de *Tuta absoluta* à une température moyenne sur 24h de 19-20 °C (Rey et al., 2014).

Guenaoui (2008) et Vieira (2008) notent que quelques jours après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs soit sur les feuilles, les tiges ou les fruits. Après l'éclosion des œufs, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quel que soit le stade phénologique de développement du plant de tomate. Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent. Une fois le développement larvaire achevé, elles se transforment en chrysalides soit dans les galeries, soit à la surface des plantes hôtes ou bien

dans le sol où elles nymphosent jusqu'à leur émergence en nouveaux adultes formant ainsi une nouvelle génération.

II.5. Symptômes et dégâts

Rey et *al.* (2014) rapportent que les larves de *Tuta* creusent des mines dans les feuilles, les tiges, mais aussi dans les fruits en formation et dans les fruits mûrs. Les premiers dégâts peuvent être discrets. L'incidence économique des dégâts de *Tuta* sur tomates peut être très forte.

II.5.1 Sur feuilles

Les galeries formées sur les feuilles sont beaucoup plus larges que celles des mouches mineuses *Liriomyza* spp. Les deux épidermes de la face supérieure et de la face inférieure sont bien visibles. La mobilité des larves étant assez élevée, une larve peut créer plusieurs mines sur plusieurs folioles, puis sur la plante entière (Rey et *al.*, 2014) (Figure 9).



Fig.9 : Mines de *Tuta absoluta* sur feuille (Originale, 2018).

II.5.2 Sur tiges

Des dégâts sur tiges peuvent être observés, notamment sur les parties hautes des plantes (perforations sur l'apex, dessèchement de folioles) (Rey et *al.*, 2014).

II.5.3 Sur fruits verts ou rouges

Les galeries et les mines superficielles peuvent être observées sur et surtout sous les sépales, de même que sur un ou plusieurs fruits verts ou à maturité d'un même

bouquet(Figure 10). Les fruits attaqués doivent faire l'objet d'un tri rigoureux en raison des dégâts discrets (augmentation du temps de travail). Ils doivent être détruits (Rey et *al.*, 2014).



Fig.10 : Dégâts de *Tuta* sur fruit vert et rouge (Rey et *al.*, 2014).

II.6. Confusion possibles

Selon Ramel et Oudard (2008) les symptômes causés par les larves de *Tuta absoluta* sur les plants de tomate peut être confondu avec des espèces voisines d'intérêt agronomique, appartenant à la famille des Gelechiidae, ayant comme plante hôte les solanacées.

✚ *Scrobipalopsissolanivora* est inféodé à *Solanum tuberosum*.

✚ *Phthorimea operculella* est également présent sur les solanacées, la larve possède une bande noire, plus large sur le pronotum et des pattes noires.

Bien que les adultes de la teigne de la pomme de terre et de la mineuse de la tomate, par leur ressemblance puissent prêter à confusion, la comparaison des génitalia de ces deux insectes montre clairement qu'il s'agit bien de deux espèces différentes (Badaoui, 2004). La confusion se fait aussi avec la mouche mineuse : *Liriomyza bryoniae*.

II.7. Stratégies de lutte

Afin de protéger la culture de tomate contre ce ravageur, il est indispensable de combiner les différents moyens de lutte (lutte prophylactique, biologique, biotechnique et chimique) (Anonyme, 2009).

II.7.1 Lutte prophylactique

Les mesures prophylactiques à prendre pour se protéger contre une éventuelle infestation par la mineuse de la tomate doivent être prises au préalable dès la fin de la culture

en place et avant d'entamer la nouvelle saison et la mise en terre de la nouvelle culture, ainsi qu'au niveau des pépinières de production de plants de tomate (INPV, 2009).

Ces mesures consistent à :

- Utiliser des plants sains ;
- Éliminer les organes atteints en les mettant dans des sacs noirs et en les exposant au soleil ;
- Détruire les déchets de la récolte précédente ;
- Désherbage, binage et effeuillage ;
- Installer l'insecte-proof aux portes des serres et aux ouvertures latérales ;
- Tuteurage avec des fils en plastique ou métallique.

II.7.2 Lutte biologique

Les organismes vivants utilisés en lutte biologique sont appelés auxiliaires, antagonistes ou agents de lutte. Ils peuvent être des prédateurs (insectes, acariens et nématodes), des parasitoïdes, des pathogènes (virus, bactéries et champignons) ou des compétiteurs qui occupent la niche écologique plus vite que l'espèce nuisible à réguler, tout en maintenant un certain équilibre naturel (Doré et al., 2006 ; Salvo et Valladares, 2007 ; Riba et al., 2008).

Guenaoui et al., (2011) notent que l'activité prédatrice de 03 espèces de punaises mirides autochtones (*Nesidiocristenus* (*Nesibug*), *Macrolophus caliginosus* et *Dicyphus tamanini*) laissent entrevoir une possibilité de lutte biologique par une multiplication de leur effectif, en vue d'assurer des lâchers à des périodes propices en fonction de la situation dans chaque exploitation.

En Espagne et en France : Pour faire face à l'attaque de *T. absoluta*, on a déployé des prédateurs de la mineuse de la tomate qui sont du genre *Machrolophus*, une punaise qui se nourrit abondamment des œufs du papillon. Toutefois son temps d'installation est de trois mois. Alors pour compléter le dispositif, les professionnels utilisent un parasitoïde. Une mini guêpe, dont la particularité est de pondre ses œufs à l'intérieur de l'œuf de *T. absoluta* (Chougar, 2011).

Les résultats d'étude menée au centre de recherche sur la culture abutée et industrielle à Harrow et Ontario, donnent à espérer que certaines espèces de *Trichogramma* peuvent être de bons auxiliaires de lutte biologique contre la mineuse de la tomate, à condition d'appuyer leur action, par d'autres mesures de lutte (Wang et al., 1998).

II.7.3 Lutte chimique

Au Brésil et en Argentine, une résistance vis-à-vis de certains produits phytosanitaires a été développée par *Tuta absoluta*, notamment des insecticides à base d'abamectine, de deltaméthrine de cartap, de methamidophos et de perméthrine (OEPP/EPPO, 2005).

Anonyme (2009) propose face l'inefficacité de l'alternative chimique :

- D'appliquer des produits autorisés contre ce ravageur ;
- Respecter la dose de produit et le nombre d'application ;
- Alternner les matières actives pour éviter le phénomène de résistance.

II.7.4 Lutte biotechnique

Selon Anonyme (2009), les moyens de lutte biotechniques sont les suivants :

- Mise en place de piégeage massif à raison d'un piège Delta (Figure 11) ou à eau (Figure 12) par serre et 20 à 25 pièges à eau en plein champs.
- L'entretien des pièges doit être assuré régulièrement par :
 - Le changement de la plaque engluée dès sa saturation dans le cas des pièges Delta ;
 - Le remplissage du bac à eau jusqu'à sa limite supérieure sans que l'eau n'atteigne la capsule à phéromone.
- Rajouter des gouttes d'huile alimentaire ou de détergent domestique après chaque renouvellement d'eau ;
- Renouveler la phéromone chaque 4 à 6 semaine.



Fig. 11: Delta de détection (Rey et *al.*, 2014).



Fig. 12: Piège à eau (Rey et *al.*, 2014).

III. Présentation des huiles essentielles

III.1. Les huiles essentielles

Les plantes, les fleurs et autres arbres à essence produisent des huiles essentielles pour se protéger des insectes, des maladies ou éliminer des substances de leurs métabolismes. Ces substances volatiles et odorantes, extraites par entraînement à la vapeur ou par expression, étaient déjà connues et utilisées par les Grecs et les Egyptiens (Degryse et *al.*, 2008 ;Fanny, 2008).

Keita et *al.*(2001) notent que les huiles essentielles ont constitué petit à petit un outil remarquable de défense contre les insectes nuisibles engénéral et ceux des denrées stockées en particulier.

Certaines huiles essentielles dont les constituants principaux possèdent des propriétés répulsives ou dissuasives bien connues, sont utilisées depuis longtemps pour la protection du grain entreposé (Regnault-Roger et *al.*, 1993 cité par Hamdani, 2012).

Les huiles essentielles ne sont pas dans toutes les plantes : parmi les 800 000 espèces végétales recensées, seules 10% sont capables de synthétiser une essence. Ces plantes sont alors dites « aromatiques ».

Il est important de faire la différence entre les huiles essentielles et les huiles végétales. Les huiles essentielles sont obtenues par expression (réservée aux agrumes) ou par distillation à la vapeur d'eau. Elles sont volatiles, solubles dans l'alcool et dans l'huile, mais pas dans l'eau. Ce sont des substances odorantes. Une huile végétale est obtenue par pression, et est constituée majoritairement de corps gras (Fanny, 2008).

Liang et *al.* (2013) attestent que l'utilisation de nouvelles techniques faisant appel aux critères de chimie verte et de développement durable pour l'extraction de substances bioactives, est devenue fort intéressante, car elle répond aux enjeux scientifiques et aux problèmes économiques et environnementaux actuels.

III.2. Généralités sur le thym

III.2.1 Origine et répartition géographique du thym

Thymus vulgaris L. est indigène de l'Europe du sud, on le rencontre depuis la moitié orientale de la péninsule ibérique jusqu'au sud-est de l'Italie, en passant par la façade méditerranéenne française (Özcan et Chalchat, 2004 ; Amiot, 2005). Il est maintenant cultivé partout dans le monde comme thé, épice et plante médicinale (Kitajima et al., 2004).

Le *Thymus vulgaris* présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines, comme la lavande, le romarin, la sauge et beaucoup d'autres plantes sauvages (Kaloustian et al., 2003).

Commun dans les régions montagneuses et les bords de mer de l'Algérie, les lieux arides caillouteux, où l'on rencontre aussi de la même famille le serpolet (*Thymus serpyllum*) et du thym (*Thymus vulgaris*) batard et sauvage et très apprécié des lapins (Poletti, 1988 ; Ali-Delille, 2010).

Le genre *Thymus* est un des 220 genres les plus diversifiés de la famille des Labiées, avec pour centre de diversité la partie occidentale du bassin méditerranéen (Morales, 2002 ; Naghibi et al., 2005). Amiot (2005) note que comme beaucoup de labiées, elles sont connues pour leurs huiles essentielles aromatiques. L'espèce la plus connue est sans conteste *Thymus vulgaris* L. localement connu (zaatar). En français et anglais par exemple, on emploie fréquemment le nom du genre (thym et thyme respectivement) pour désigner l'espèce *Thymus vulgaris*.

III.2.2 Position taxonomique

Selon Morales (2002), la position taxonomique du *Thymus vulgaris* est :

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

III.2.3 Description botanique du thym

Le thym est une plante ligneuse, mesurant de 10 à 30 cm de haut. Ses rameaux serrés, dressés et velus, recouvert de feuilles opposées courtement pétiolées, ovales, oblongues, glabres, ciliées à la base (Figure13). Les fleurs sont rosées en capitules terminaux avec un calice glanduleux. L'odeur est thymolée, la saveur es chaude, aromatique, légèrement amère (Ali-Delille, 2010).



Fig.13 : Morphologie du Thym (Original, 2019).

III.2.4 Composition chimique et propriétés thérapeutiques du thym

De nombreuses études ont révélé que les parties aériennes de *Thymus vulgaris* sont très riches en plusieurs constituants dont la teneur varie selon la variabilité des conditions géographiques, climatiques, de séchage, de stockage et des méthodes d'études (extraction et détection) (Balladin et Headley, 1999 ; Amiot, 2005).

Balladin et Headley (1999) et Bouhdid et *al.* (2006) affirment que 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondants sont respectivement : thymol (44,4 - 58,1 %), *p*-cymène (9,1 - 18,5 %), γ -terpinène (6,9 - 18,0 %), carvacrol (2,4 - 4,2 %), linalol (4,0 - 6,2 %). La caractéristique d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* était sa teneur élevée du thymol.

Selon Cowan (1999), les principes actifs du thym sont :

- Les acides phénoliques: acide caféique, acide rosmarinique ;
- Les flavonoïdes: hespéridine, eriotrécine, narirutine, lutéoline ;
- Les polyphénols: tannin.

La feuille et la sommité fleurie de *Thymus vulgaris* sont traditionnellement utilisées par voie orale dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que : ballonnement épigastrique, lenteur à la digestion, parasites intestinaux, éructation, flatulence ainsi que dans le traitement symptomatique de la toux, la coqueluche, rhume et de la bronchite (Bruneton, 1999, Ali-Delille, 2010).

En usage local, elles sont traditionnellement utilisées en cas d'affection des voies respiratoires, pour le traitement de furoncles et des petites plaies après lavage abondant, pour soulager les piqûres d'insectes et les douleurs rhumatismales, en bain de bouche pour l'hygiène buccale (Ali-Delille, 2010).

L'huile essentielle de thym, riche en phénols, est douée de propriétés antibactériennes facilement mises en évidence *in vitro* (Bruneton, 1999). L'huile essentielle de trois plantes dont *Thymus vulgaris* a été testée, par Bouhdid et al. (2006), pour leur activité antibactérienne, l'huile de *Thymus vulgaris* témoigne d'une activité antibactérienne intéressante sur les bactéries gram positives comme sur les bactéries gram négatives.

III.3. Généralités sur le basilic

III.3.1 Origine et répartition géographique du basilic

Le basilic (*Ocimum basilicum* L.) appartient au genre *Ocimum* et à la famille des Lamiacées. C'est une plante herbacée annuelle originaire de l'Inde et de l'Asie tropicale qui s'est acclimatée en Europe tout au début des temps historiques (Ait-Youcef, 2006).

Actuellement, elle pousse à l'état sauvage dans les régions tropicales et subtropicales, incluant l'Afrique centrale et le Sud-est d'Asie (Simon et al. 1999, Bauwens, 2006). Cependant, en Algérie elle n'existe pratiquement pas à l'état sauvage, c'est une plante plutôt très cultivée (Ali-Delille, 2010).

III.3.2 Position taxonomique

Selon Sullivan (2009), la position taxonomique du basilic est :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Ocimum</i>
Espèce	<i>Ocimum basilicum</i> L.

III.3.3 Description botanique du basilic

Ocimum basilicum est une plante herbacée rameuse de 20 à 50 cm de haut, ses feuilles sont ovales, vertes, à fleurs d'un blanc rosé groupées en épis, les fruits contenus dans un calice coriace sont des tétrakènes noirs (Figure 14). C'est aussi une plante utilisée en cuisine pour sa suave odeur et sa saveur très agréable et mentholée (Ali-Delille, 2010).

C'est une herbacée annuelle sous les climats tempérés mais vivace en climat tropical.

Le genre *Ocimum* est composé de plusieurs espèces parmi lesquelles, le basilic citron (*O. canum* L.), le basilic sacré (*O. sanctum* L.) et le basilic commun (*O. basilicum* L.) (Guignard et Dupont, 2004 cité par Goucem, 2014).

Rhino et *al.* (2013) rappellent que les différentes variétés de basilic se distinguent par leurs couleurs, leurs formes, leurs tailles et leurs parfums. L'odeur du basilic qui est dû à des composés organiques volatils émis par les feuilles et les fleurs, principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes.

Ce sont des plantes à essence dont l'odeur se dégage par simple attouchement des feuilles ou des tiges. En effet, les huiles essentielles des Lamiacées se forment dans des poils à essence et se localisent à l'extérieur sous la cuticule qui se soulève (Dupont et Guignard, 2012).



Fig.14 : Morphologie du Basilic (Originale, 2019).

III.3.4 Composition chimique et propriétés thérapeutiques du basilic

D'après Akono et *al.*, (2012), l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* est de type monoterpénique (83,4%), avec une proportion de monoterpènes hydrocarbonés (56,2%) largement supérieure à celle des monoterpènes oxygénés (27,2%). Les principaux constituants sont : le limonène (30,9%) pour la fraction hydrocarbonée et le linalol (18,9%) pour la fraction oxygénée (Tableau 7).

Tableau 7: Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles d'*Ocimum basilicum* L. (Akono et *al.*, 2012).

Monoterpènes		Sesquiterpènes	
Hydrocarbonés (56,2%)	Oxygénés (27,2%)	Hydrocarbonés (12,4%)	Oxygénés (2,6%)
α -Thujène (0,9%) α -Pinène (0,3%) Camphène (2,1%) Sabinène (0,3%) β -Pinène (0,8%) p-Cymène (2,6%) β -Phéllandrène (15,3%) Limonène (30,9%) (Z)- β -Ocimène (2,1%) (E)- β -Ocimène (0,6%) Terpinolène (0,3%)	Linalol (18,9%) Thymol (6,5%) Carvacrol (1,8%)	α -Copaène (3,9%) β -Eléméne (1,8%) β -Caryophyllène (0,4%) Germacrène D (1,1%) β -Bisabolène (0,3%) (E, E)- α -Farnésène(2,1%) δ -Cadinène (1,0%) α -Cadinène (1,8%)	α -Cardinol (2,6%)
Total	83,4%	15%	

Le basilic est une herbe à haute valeur ajoutée car utilisée en cuisine pour son arôme et en médecine traditionnelle pour ses propriétés digestives, diurétiques, antispasmodiques et antiseptiques. Pour des problèmes cutanés, les feuilles servent de base à des cataplasmes externes.

Carminatives, rafraichissantes, les feuilles et les sommets fleuries sont stimulantes, excitantes, stomachiques, sternutatoires (Padrini et Lucheroni, 1997 ; Ali-Delille, 2010).

Dans les agro systèmes, il peut aussi rendre des services écologiques en aidant les plantes à se protéger des ravageurs (Rhino et *al.*, 2013).

On trouve souvent du basilic en pots près des entrées et des fenêtres dans les maisons car les feuilles sont réputées pour une action répulsive contre beaucoup d'insecte notamment les moustiques.

D'après Bauwens (2006), ce sont les huiles essentielles dont l'effet est le plus important aussi bien en usage interne (uniquement sur avis médical) qu'externe.

L'objectif de cette étude serait de tester l'effet de deux huiles essentielles *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* sur les larves L3 et L4 de *Tuta absoluta* dans le but de proposer un moyen de lutte biologique contre ce redoutable ravageur.

Les expériences menées sur l'activité insecticide des huiles essentielles ont été effectuées dans le laboratoire d'entomologie de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.

I. Echantillonnage

La récolte des feuilles infestées a été effectuée à la fin du mois de Juillet 2018, tôt le matin alors que les températures ne sont pas trop élevées à l'intérieur de la serre. La méthode d'échantillonnage utilisée consiste à prélever des feuilles de façon aléatoire ; chaque échantillon récolté est placé dans un sac puis acheminé au laboratoire.

II. Méthode d'extraction des larves L3 et L4

Le tri des échantillons pour obtenir des larves L3 et L4 se fait au laboratoire selon deux méthodes :

1. Déloger les larves avec une aiguille.
2. Prendre les feuilles de tomate en brassée, secouer et récolter les larves qui retombent sur la pailasse.

III. Matériel biologique

Larves de stade L3 et L4 de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sont obtenues par extraction à l'aide d'une aiguille sur feuille affectées.

Les huiles essentielles sont achetées.

IV. Matériel expérimental

Le matériel expérimental est constitué de plusieurs bocaux de 100 ml. Chacun des bocaux est muni d'une rondelle de papier filtre suspendue à son intérieur par un fil, qui est lui-même fixé sur le bouchon du bocal. Chaque papier filtre est imbibé d'acétone, solvant nécessaire pour l'étalement de la dose d'huile essentielle ajoutée ultérieurement.

Différentes concentrations des deux huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* sont testées (1uL, 3uL, 5uL, 10 uL).



Fig.15 : Dispositif expérimental.

V. Protocol expérimental

Le Protocol expérimental est constitué des étapes qui suivent :

- Aussitôt les larves récoltées, elles sont placées par stades dans les boites de pétri;
- Pour chaque huile essentielle et à différentes concentrations, le test est effectué. En effet, chaque dose a été répandue uniformément sur les disques de papier filtre préalablement traités à l'acétone;
- Des lots de larves sans aucune exposition à l'huile essentielle nous servirons de témoins. Ces lots sont également soumis au même nombre de répétition;
- Un lot de dix larves de chaque stade a été introduit dans chaque bocal qui a été aussitôt refermée pour éviter la volatilisation de l'huile essentielle. Quatre répétitions ont été effectuées pour chaque dose d'huile essentielle;
- Le nombre de larves mortes de chaque stade est comptabilisé en tenant compte du dosage des huiles essentielles et du temps auquel sont soumises les larves (1h, 3h, 6h, 24h, 48h).

VI. Analyse statistique

Pour estimer les effets insecticides des huiles essentielles, une analyse de la variance ANOVA a été effectuée avec le nombre d'insectes morts en fonction des concentrations et du temps à l'aide du logiciel Stat box. Dans le cas où les différences s'avèrent significatives, un test complémentaire de Newman et Keuls au seuil de 5% est effectué afin de comparer les moyennes et déterminer les groupes homogènes.

Le but de ce travail est de proposer l'utilisation des huiles essentielles de deux plantes aromatiques *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* en tant qu'insecticides contre le ravageur de la tomate (*Tuta absoluta*) comme moyens de lutte biologique en remplacement des pesticides dont la nocivité contre l'environnement et la santé n'est plus à démontrer.

I. Effet des huiles essentielles sur les deux stades larvaires.

Dans cette partie, plusieurs facteurs sont pris en considération comme les huiles, les stades larvaires, le temps d'exposition après traitement et les différentes doses appliquées.

I.1 *Thymus vulgaris*

La figure 16 illustre le taux de mortalité des larves du stade L3 après l'application de l'huile essentielle à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

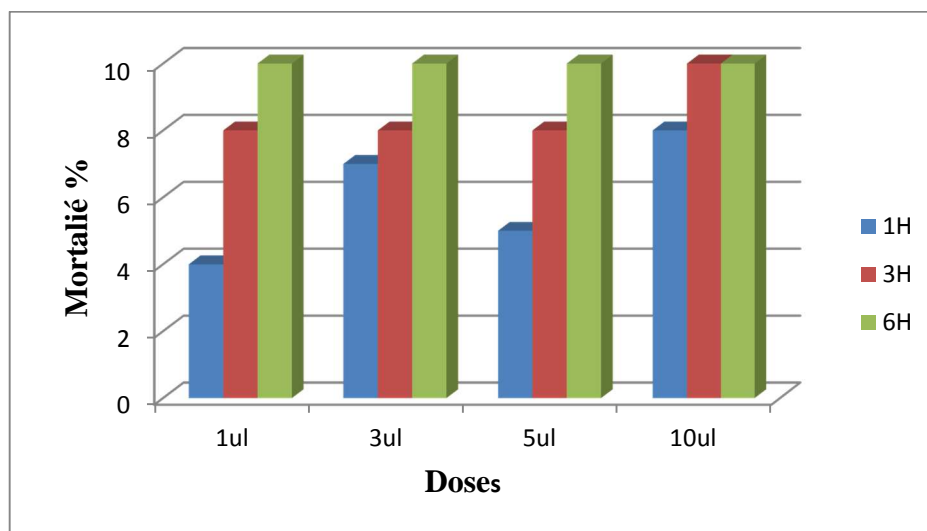


Fig.16: Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les larves L3 de *Tuta Absoluta*.

Les résultats de la figure 16 montrent que le taux de mortalité est inférieur à 50% pour les larves L3 à une concentration de 1µL d'huile essentielle de thym après une heure d'exposition. Après 3h un pourcentage de mortalité est estimé à 80%.

Le taux de mortalité dépasse les 50% pour une concentration de 3µL après une heure et 3h de temps.

Pour une concentration de 5µL, ils présentent une mortalité qui est respectivement de 50% et 80% après 1h et 3h d'exposition.

Pour la dose de 10µL, toutes les larves du stade L3 sont mortes après 3h d'exposition.

Le taux de mortalité est au maximum à 6h d'exposition pour toutes les doses puisqu'il atteint les 100%.

La figure 17 illustre le taux de mortalité des larves du stade L4 après l'application de l'huile essentielle de thym à différentes doses et en fonction du temps d'exposition.

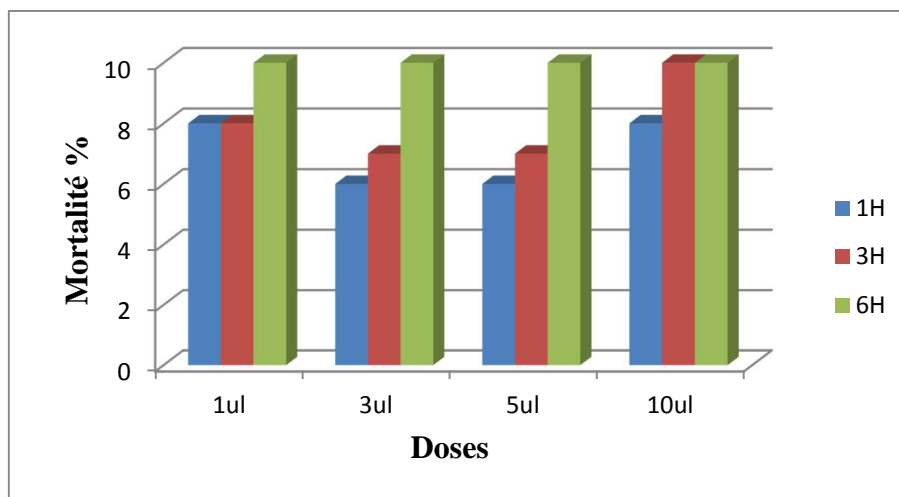


Fig.17 : Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les larves L4 de *Tuta Absoluta*.

Le taux de mortalité représenté dans la figure 17, dépasse les 50% pour toutes les concentrations et les différents temps d'exposition.

Le taux de mortalité est au maximum à 6h d'exposition pour toutes les doses, puisqu'il atteint les 100%.

L'analyse de la variance (ANOVA) à trois facteurs (stade larvaire, dose et durée d'exposition) pour l'huile essentielle testée aux doses allant de 1 à 10µL, a révélé une différence significative ($P=0,08$) pour le facteur stade larvaire et très hautement significative ($P=0,0002$) pour le facteur temps. Par contre, l'analyse statistique pour le facteur dose ne révèle pas de différence significative ($P= 0,10$) (Annexe 5).

Le test de Newman et Keuls au seuil $\alpha= 5\%$ a fait ressortir deux groupes pour le facteur temps.

Les résultats obtenus sont excellents, notamment pour les larves stade L4, nous pouvons donc en déduire que l'huile essentielle de thym peut être proposée aux agriculteurs puisqu'elle est efficace même à une faible dose de 1µL.

Les lots témoins pour les deux stades ont présentés deux individus morts.

I.2 *Ocimum basilicum*

La figure 18 illustre le taux de mortalité des larves du stade L3 après l'application de l'huile essentielle à différentes doses.

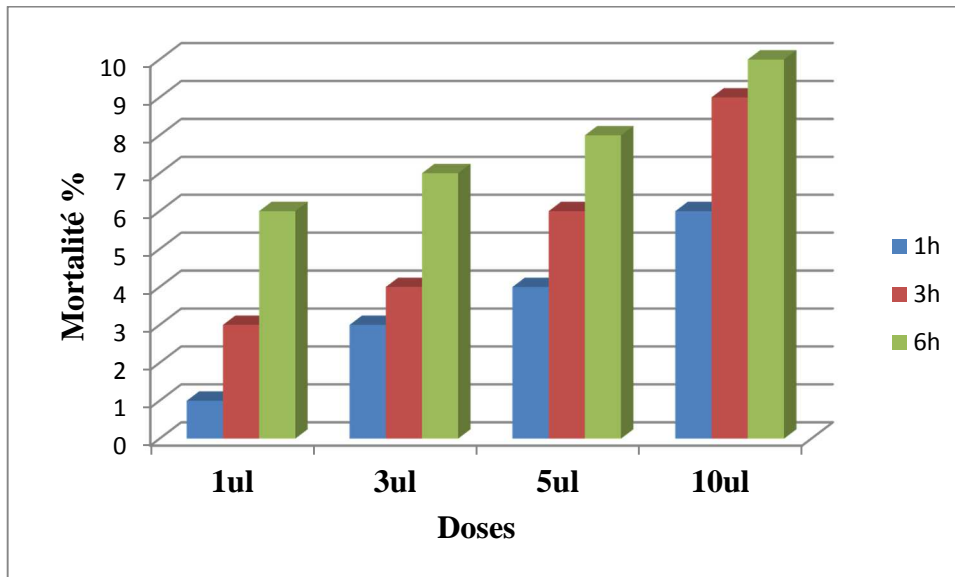


Fig.18: Effet de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sur les larves L3 de *Tuta absoluta*.

D'après les résultats présentés dans la figure 18, le taux de mortalité des larves L3 de *T. absoluta* augmente en fonction des doses d'huiles utilisées et de la durée d'exposition par inhalation.

L'huile essentielle utilisée aux doses de 1µL; 3µL et 5µL a montré des taux de mortalité les plus élevés à partir de 6h d'exposition; une mortalité de 100% est enregistrée à la plus forte dose (10µL) après une durée d'exposition de 6 heures.

La figure 19 illustre le taux de mortalité des larves du stade L4 après l'application de l'huile essentielle à différentes doses.

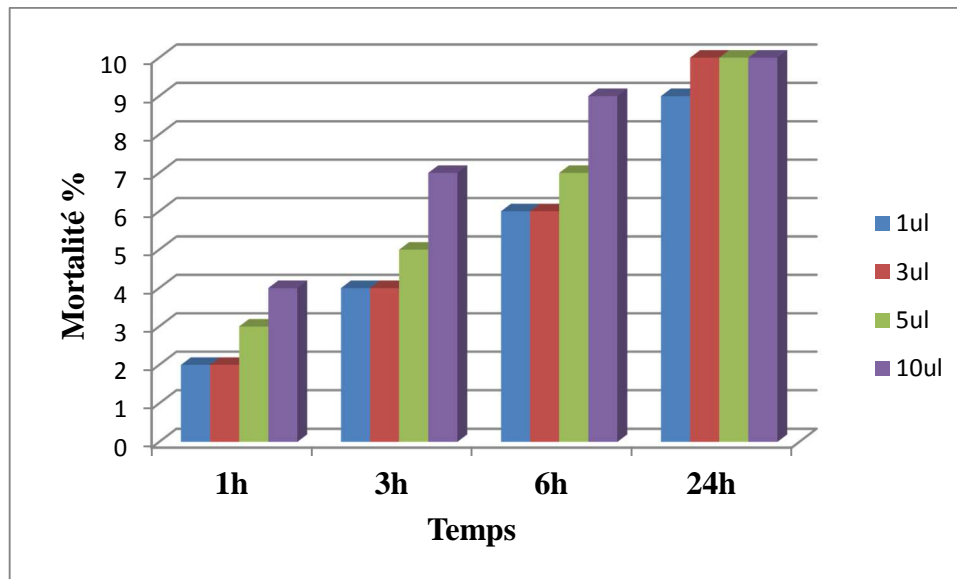


Fig.19 : Effet de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* sur les larves L4 de *Tuta absoluta*.

La figure 19 montre qu'à une heure d'exposition, on enregistre une très faible mortalité pour les différentes doses appliquées.

Le taux de mortalité des larves L4 de *T. absoluta* augmente à partir de la troisième heure d'exposition avec une concentration de 10 μ L.

Le taux de mortalité maximal est à 24h d'exposition, 80% obtenu avec 1 μ L et 100% à la dose de 3 μ L d'huile essentielle.

L'analyse de la variance (ANOVA) pour l'huile essentielle utilisée aux doses allant de 1 à 10 μ L, n'a pas montré de différences significatives ($P=0,48$ $P=0,16$ et $P=0,12$) pour les facteurs stade larvaire, dose et durée d'exposition et pour les interactions entre les trois facteurs ($P=0,94$ $P=0,81$ et $P=0,58$) (Annexe 6).

Nous pouvons déduire de ces résultats que l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* est moyennement efficace en tant qu'insecticide contre la mineuse de la tomate *T.absoluta*.

Les lots témoins pour les deux stades ont présentés deux individus morts.

I.3 Comparaison entre les pourcentages de mortalité des deux huiles essentielles sur les larves étudiées.

Dans cette partie, le principe des tests est le même avec une comparaison entre les pourcentages de mortalité provoquée par les huiles essentielles d'*Ocimum basilicum* et *Thymus vulgaris* sur les deux stades larvaires de *Tuta absoluta* (Fig. 20).

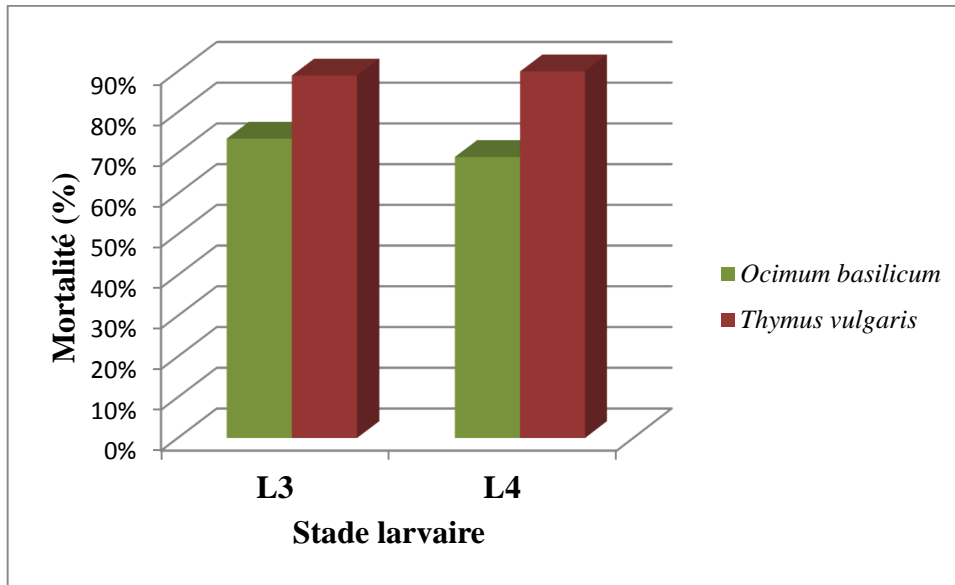


Figure 20 : Comparaison des toxicités de d'*Ocimum basilicum* et *Thymus vulgaris* sur les larves L3 et L4 de *Tuta absoluta*.

Nous remarquons dans la figure 20, que les huiles essentielles de thym et de basilic ont montré un effet biocide par inhalation.

Thymus vulgaris a une action insecticide nettement plus importante sur les larves de *T. absoluta* par rapport à celle d'*Ocimum basilicum*.

En tout état de cause, *T. vulgaris* peut constituer un meilleur traitement biologique contre les larves L3 et L4 de la mineuse de la tomate qui causent beaucoup de dégâts.

Discussion

Les pesticides, du fait de leur nature chimique, sont polluants et toxiques et plusieurs effets néfastes découlant de leur utilisation ont été répertoriés. L'utilisation des substances naturelles d'origine végétale à savoir les huiles essentielles constitue une alternative prometteuse (Ayed et al., 2017).

Dans cette étude nous avons tenté d'évaluer l'effet bio insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Ocimum basilicum* par inhalation sur les larves des stades L3 et L4 de *T. absoluta* en fonction des doses et de la durée d'exposition.

Plusieurs substances d'origine végétale ont été testées sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. Nos résultats concordent avec ceux d'Ait Taadaouit et al. (2011), qui ont étudié l'effet des extraits éthanoliques de l'*Arganiaspinosa* et *Thymus vulgaris* sur les larves de *Tuta absoluta*, un taux de mortalité très important (90 %) a été enregistré.

La lutte naturelle contre la mineuse de la tomate est étudiée partout dans le monde. Au Maroc, Nezha et al. (2011) montrent qu'une bonne activité des extraits testés des feuilles de *Thymus vulgaris* constitue un larvicide prometteur pour la lutte contre les larves de *Tuta absoluta*.

En Algérie, Bouayed Alam (2015) a signalé une bonne activité larvicide des extraits de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta* avec un taux de mortalité entre 70% et 90%.

Les travaux de Ammad (2016) de Blida ont montré que l'huile essentielle de l'origan utilisée a présenté une gradation de l'activité insecticide vis-à-vis des larves de la mineuse de la tomate en fonction des doses et du temps d'exposition.

A cet effet, Goucem-Khelfane (2014) signale que les huiles essentielles, mélanges monoterpéniques, sont des neurotoxiques agissant sur des cibles différentes en fonction de leurs natures chimiques. Par exemple, le linalool et l'estragol composés majeurs de l'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* perturbent l'activité neuronale au niveau des insectes.

Thymus vulgaris et *Ocimum basilicum* semblent être des plantes intéressantes car elles ont montré une toxicité contre les larves de *T. absoluta* dans un temps court et concentration faible pour les stades L3 et L4.

Les résultats obtenus dans ce travail montrent que l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* pourraient constituer des matières premières très intéressantes pour la formulation de bio-insecticides pour lutter contre le ravageur de la tomate *Tuta absoluta*. Néanmoins, des essais au champ seront nécessaires pour confirmer l'intérêt pratique de ces résultats.

Depuis sa première signalisation en Algérie au printemps 2008, *Tuta absoluta* a causé par son œuvre dévastatrice d'innombrables dégâts dans les champs de tomate, en brûlant le feuillage et en piquant les fruits, provoquant jusqu'à 100% de pertes de cultures sous serres et en plein champ. Une multitude de produits phytosanitaires ont été utilisés abusivement sans tenir compte de la santé humaine et de l'environnement.

Le travail de recherche entrepris dans le cadre de la valorisation et de l'utilisation des substances naturelles végétales dans la lutte contre ce ravageur. Nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Ocimum basilicum* contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.

Les résultats obtenus lors de l'exposition de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur les larves L3 de la mineuse de la tomate à une concentration de 1 μ L durant une heure d'exposition ont montré un taux de mortalité inférieur à 50%, et après 3h un pourcentage de 80%. Le taux de mortalité dépasse les 50% pour les concentrations de 3 μ L et 5 μ L à une heure et 3h de temps.

Pour la dose de 10 μ L, toutes les larves du stade L3 sont mortes à 3h d'exposition.

D'autre part, nous avons enregistré un taux de mortalité pour les larves L3 qui atteint les 100% à toutes les concentrations à 6h d'exposition par l'effet de *Thymus vulgaris*.

Le taux de mortalité des larves L4 dépasse les 50% pour toutes les concentrations et les différents temps d'exposition. Par ailleurs, on enregistre un taux de 100% à 6h d'exposition pour toutes les doses.

L'existence de différences significatives entre les différents paramètres étudiés montre que l'huile essentielle de thym possède une bonne activité insecticide sur les larves de *Tuta absoluta*.

L'huile essentielle d'*Ocimum basilicum* utilisée contre les larves L3 aux doses de 1 μ L; 3 μ L et 5 μ L a montré des taux de mortalité les plus élevés à partir de 6h d'exposition; une mortalité de 100% est enregistrée à la plus forte dose de 10 μ L après une durée d'exposition de 6 heures.

Le taux de mortalité des larves L4 de *Tuta Absoluta* augmente à partir de la troisième heure d'exposition à une concentration de 10 μ L et le taux de mortalité maximal est à 24h d'exposition, 80% obtenu avec 1 μ L et 100% à la dose de 3 μ L d'huile essentielle.

L'inexistence de différence significative entre les différents paramètres étudiés confirmerait une efficacité moyenne de l'huile essentielle de basilic contre les larves de *Tuta absoluta*.

Le pourcentage de mortalité des larves traitées à l'huile essentielle de thym est supérieur à celui des larves traitées à l'huile essentielle de basilic, néanmoins les deux huiles ont un pouvoir larvicide sur *Tuta absoluta*.

Les résultats très encourageants obtenus dans cette expérimentation méritent d'être exploités par la poursuite des recherches sur ces espèces botaniques. En fait, cet essai n'a été réalisé qu'à l'échelle du laboratoire et d'autres travaux sur le terrain seraient nécessaires pour pouvoir mettre en place un moyen de lutte biologique à base d'huiles essentielles de plantes qui seraient efficaces, économiques et respectueux de l'environnement.

- **AIT TAADAOUT N., NILAHYANE A., HSAINE M., ROCHDI A., HORMATALLAH A. et BOUHAROUD 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.

- **AIT-YOUCHEF M., 2006.** Plantes médicinales de Kabylie. Ed. Ibis Press, Paris. 350P.

- **AKONO P. NTONGA I, BELONG P, TCHOUMBOUGNANG F, Bakwo E.M. et FRANKEM H., 2012.** Composition chimique et effets insecticides des huiles essentielles des feuilles fraîches *Ocimum* spp. sur les adultes d'*Anopheles Funestus* ss. Journal of Applied Biosciences 59 : 43 40-43 48. ISSN 1997-5902.

- **ALI-DELILLE L., 2010.** Les plantes médicinales d'Algérie.2^{ème} Ed.BERTI, Alger. PP 52-226.

- **AMMAD, 2016.** Effet antifongique de *Citrus limonum* à l'égard de *Botryosphaera dothidae*. Jorrdan journal of Biological Sciences, 7 : PP 35-39.

- **AMIOT J., 2005.** *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaires. Thèse de Doctorat. Ecole nationale supérieure d'Agronomie de Montpellier.59P.

- **ANONYME., 2009.** Nouveau déprédateur de la tomate. Etats des lieux et programme d'action. Note de l'Institut National de Production des Végétaux (INPV).

- **ATHERTON D .G. et RUDICH J., 1986.** Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement. Ed. ATHERTON J.G and RUDICH J.London, New York. pp167-200.

- **AYED F., BEN HAMOUDA A., HAFSI C., LAARIF A. et CHAIEB I., 2017.** Caractérisation chimique de l'huile essentielle de *Mentha arvensis* et évaluation de ses potentialités antifongiques et insecticides. Premier symposium maghrébin sur la protection intégrée des plantes. Tunisie.79P.

- **BADAoui M.L., 2004.** Etude de certains caractères biologiques, morphologiques systématiques et biochimiques de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lépidoptère : Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie. Université de Mostaganem. Thèse de Magistère. 66p.

- **BALACHOWSKY A.S., 1966.** Entomologie appliquée à l'agriculture. T2 : Les lépidoptères. Ed. Masson et Cie., Paris. 564p.

- **BALLADIN D.A et HEADLEY O. 1999.** Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herbs. Renewable Energy. **17**: PP 523-531.

- **BERKANI A. et BADAoui M.I, 2008.** La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae). Annales de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, Juillet 2008.16P.

- **BAUWENS P., 2006.** Le Basilic : botanique, culture et gastronomie. Édsud. Belgique. 88P.

- **BLANCARD D., 1988.** Maladies de la tomate observée, identifiée, luttée. Ed. INRA, Paris. 232P.

- **BLANCARD D., MESSIAN C.M., ROUXEL F. et LAFON R., 1991 :** Maladies des plantes maraichères. Ed. INRA, 3ème édition, Paris. 552p.

- **BIURRUN R., 2008.** *Tuta absoluta*. La polilla del tomate, Navarra Agraria, Julio- Agosto 2008, PP 16-18.

- **BOUHDID S., IDAOMAR M., ZHIRI A., BOUHDID D., SKALI N S. et ABRINI J., 2006.** Thymus essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. Biochimie, Substances Naturelles et environnement, Congrès International de biochimies, Agadir. PP 324-327.

- **BOUAYAD ALAM S., 2015.** 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 *Solanum esculentum*. Thèse doctorat. Université de Tlemcen.120P.

- **BRUNETON J., 1999.** Pharmacognosie-Phytochimie, Plantes médicinales, Tec et Doc, Paris, 1119.
- **CHAUX C., FOURY L., 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : Légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc Lavoisier, Paris. 563p.
- **CHIBANE A., 1999.** Fiche Technique : Tomate sous serre, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°57, juin 1999, Edition MADRPM/DERD (Maroc).4p.
- **CHOUGAR S., 2011.** Bio écologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur trois variétés de tomates sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la Wilaya de Tizi- Ouzou», Univ de Tizi-Ouzou, Thèse de Magister, sciences biologiques, 94P.
- **CRONQUIST A., 1981.** An integreted system of classification of felloing plants.Colombia University ,125P.
- **COWAN M. M., 1999.** *Clinical microbiology reviews.*, 12 : PP 564-570.
- **DEGRYSE A.C. ; DELPLA I. et VOINIER M.A., 2008.** Risques et bénéfices possibles des huiles essentielles. Atelier Sante Environnement. EHESP (Ecole des Hautes Etudes En Santé Publique). PP 1-94.
- **DESNEUX N., WADJNBERG E., WHYCKHUYS K.A.G., BURGIO G., ARPAIA S., NARVAEZ-YASQUEZ C.A., LEZ-CABRERA J.G., RUESCAS D.C., TABONE E., FRANDON J., PIZZOL J., PONCET C., CABELLOT T. et URBANEJA A., 2010.** Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta* : Ecology, geographic and prospects for biological control. J. Pest-Sci, 83, PP 197-215.

- **DESNEUX N., LUNA M.G., GUILLEMAUD, T. et URBANEJA A., 2011.** The invasive South American tomato 603 pinworm, *Tuta absoluta*, continues to spread in Afro-Eurasia and beyond: the new threat to tomato 604 world production. J. Pest Sci. 84.PP 403-408.
- **DORE C. et VAROQUAUX F., 2006.** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, Paris. 698P.
- **D.S.A, 2019.** Direction des services agricoles de la wilaya de Tizi Ouzou. Service des statistiques.
- **DUPONT F. et GUIGNARD J.L., 2012.** Botanique : les familles de plantes. Ed. Elsevier Masson SAS. Issy-les-Moulineaux. Cedex, France. 237-240 PP.
- **ETTAIB R., BEN BELGACEM A., AOUN F. et BELKHADI M.S., 2017.** Détermination des plantes hôtes de *Tuta absoluta* au voisinage des serres géothermiques et l'évaluation des dégâts provoqués par les différents stades larvaires de l'insecte. Premier symposium maghrébin sur la protection intégrée des plantes. Tunisie.118P.
- **FAO., 2007 :** Disponible sur : <http://faostate.fao.org> et <http://ecocrop.fao.org> .P4-5.
- **FANNY B., 2008.** Effet Larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion. Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse.78P.
- **FERRERO M., 2009.** Le système tritrophique tomate-tétranyques-tisserands-*Phytoseiulus Longines*. Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Université de Valencia. Thèse de doctorat 116 PP.
- **GAUSSEN H., DEUROY J.F. et OZENDA P., 1982.** Précis de Botanique II "Les Végétaux Supérieurs". Ed : Masson, 1982. PP 215-408.

- **GONZALEZ R.H., 1989.** Insectos y ácaros de importancia en chilesantiago. Universidad de Chile del tomate. 310P.
- **GOUCEM KHELFANE K., 2014.** Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L.). Univ de Tizi-Ouzou, Thèse de Doctorat, sciences biologiques, 29P.
- **GUENAOUI Y., 2008.** Nouveau ravageurs de la tomate en Algérie. Première observation de *T. absoluta* mineuse de la tomate, invasive, dans la région de Mostaganem .Phytoma la défense du végétal. PP16-19.
- **GUENAOUI Y. et GUELAMALLAH A., 2008.** *Tuta absoluta* (MEYRICK) (Lepidoptera: Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Premières données sur sa biologie en fonction de la température. Conference Proceeding. 8P.
- **GUENAOUI Y., BENSAAD D., OUEZZANI K. et VERCHER R., 2011.** Perspectives d'utilisation des entomophages autochtones pour lutter contre *Tuta absoluta* MEYRICK (Lepidoptera : Gelechiidae) sur tomate sous abri non chauffé dans la région Nord-Ouest d'Algérie. Atouts et contraintes. AFPP. Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier 26 et 27 octobre 2011.
- **GUENAOUI Y., DEHLIZ A., BENSAAD R., LABDAOUI Z.E. et HAMOU K., 2015.** Seven years of studies on *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae) in Algéria : what have we learned about? Sixth International Scientific Agricultural Symposium, Agrosym.
- **HAMDANI D., 2012.** Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du Haricot, *Acanthoscelides obtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Mémoire Magister Sciences Biologiques. 35P.

- **IANNACONE J., LAMAS G., 2003.** Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú.

- **INPV., 2009.** La mineuse de la tomate. Institut National De La Protection Des Végétaux.

- **KALOUSTIAN J., EI-MOSELHY T. F. et PORTUGAL H., 2003.** Chemical and thermal analysis of the biopolymers in thyme (*Thymus vulgaris*). *Therm. Ochimica. Acta.* 401 : 7786P.

- **KEITA S. M., VINCENT C., SCHMIDT J.P., ARNASONJ.T. et BELANGER A., 2001.** Efficacy of Essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an *Bruchus maculatus* (Fab.)J. Stored Prod.Res. 37, PP 339-349.

- **KITAJIMA J., ISHIKAWA T., URABE A. et SATOH M., 2004.** Monoterpenoids and their glycosides from the leaf of thyme. *Phytochemistry.* 65 : PP 3279-3287.

- **KOLEV N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie : Légumes fruits. Ed. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, T.1, 207 P.

- **LIANG C.Y., LI W.L. Y., LIU., YU X. et WANG H., 2013.** Essential Oil Composition of *Mentha Crispate*, Chemistry of Natural Compounds, Vol. 48, No. 6, January.

- **MADR., 2018.** Données sur la production de la tomate en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques.

- **MARCANO R., 2008.** Minador pequeno de la hoja del tomate ; palomilla pequena, Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) ,1917. Plagas Agrícolas de Venezuela.

- **MATEUS R., CAMPOS., BIONDI A., ABHIJIN A., GUEDES R NC. et DESNEU N., 2017.** From the Western Palaearctic region to beyond: *Tuta absoluta* 10 years after invading Europe. J Pest Sci DOI 10.1007/s10340-017-0867-7.

- **MAZOYER M., 2002.** La rousse agricole. Le monde agricole au XXIe siècle .Ed. Larousse P769.

- **MERABET B., 2016.** Activités insecticides et antifongiques des huiles essentielles et hydrolats de *Chrysanthemum coronarium* et *Achillea compacta* sur les pathogènes de la tomate *Solanum esculentum*. Université Abou Baker Belkaid De Tlemcen. Mémoire Master, Ecologie Et Environnement, 08P.

- **MORALES R., 2002.** The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In : *Thyme : the genus Thymus. Ed. Taylor & Francis, London.* PP1-43.

- **NAGHIBI F., MOSADDEGH M., MOTAMED S.M. et GHORBANI A., 2005.** *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 4(2): PP 63-79.

- **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.

- **NOTZ AP., 1992.** Distribution d'œufs et de larves de *Scrobipalputa absoluta* dans plants de pomme de terre. *Revista de la Facultad de Agronomia (Maracay)* 18 : PP 425- 432.

- **OEPP/EPPPO., 2005.** *Tuta absoluta*, fiches informatiques sur les organismes de quarantaine. Bulletin N°35,PP 434-435.

- **OEPP/EPPPO, 2007.** Distribution maps of quarantine pests for Europe : *Tuta absoluta*. In [http://www.eppo.org/quarantaine/insects/Tuta absoluta/DSGNORAB Map.htm](http://www.eppo.org/quarantaine/insects/Tuta_absoluta/DSGNORAB_Map.htm):PP 1-2.

- **OZCAN M. et CHALCHAT J.C., 2004.** Aroma profile of *Thymus vulgaris* L growing wild in Turkey. *Bulgarian journal of plant physiology.*, 30(3-4): PP 68-73.

- **PADRINI F et LUCHERONI M.T. ,1996.** Les huiles essentielles .Ed de Vecchi. 11P.

- **POLETTI A., 1988.** Fleurs et plantes médicinales. 2ème Ed. Delachaux & Nistlé S. A. Suisse. PP 103 -131.

- **POVOLNY D., 1998.** New taxa and faunistic records of the tribe Gnorimoschemini from the Nearctic Region (Lepidoptera : Gelechiidae). *Stapfia* 55, P 327-347.
- **PYRON J.Y., 2006 :** Références productions légumières, Edition Lavoisier (synthèse agricole), Paris. 613P.
- **RAMEL J.M. et OUDARD E., 2008.** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), Eléments de reconnaissance. Fiche technique, L.N.P.V. et S.R.P.V. Avignon, Décembre 2008, Pdf, 2P.
- **REKIBI F., 2015.** Analyse compétitive de la filière tomate sous serre. Cas de la Wilaya de Biskra. Université Mohamed Khider Biskra. Mémoire De Magistère, Sciences Agronomiques, 7P.
- **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.
- **RHINO B., THIBAUT C. et VERCHERE A., 2013.** Réseau caribéen pour le développement de systèmes horticoles agro écologiques. CIRAD.UPR HORTSYS Martinique.
- **RIBA G., SFOORZA R. et SILVY C., 2008.** Lutte biologique. In : La Science au présent 2008. Une année d'actualité scientifique et technique. Encyclopædia Universalis France, PP201-213.
- **SALVO A. et VALLADARES G.R., 2007 :** Leafminer parasitoids and pest management. *Cien.Inv.Agr.*34 (3) : PP 167-185.
- **SIMON J.E., MORALES M.R., PHIPPEN W.B., VIEIRA RR.F. et HAO Z., 1999.** « *Basil :a source of aroma compounds and a popular culinary and ornamental herb* »,In

Janick, Ed : Perspectives on new crops and new uses, Ashes □ press ; Alexandria, VA, USA, p : PP499-505.

- **SIQUEIRA H.A.A., GUEDES R.N.C. et PICANCO M.C., 2000.** Insecticide resistance in population of *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). Agricultural and Forest Entomology, Volume 2, N° 2, PP147-153.
- **SULLIVAN C., 2009.** Herbs Basil (*Ocimum basilicum*), Hamilton College Seminar. Food For Thought : The Science, Culture et Politics of Food in Springer 2009.
- **TOUSSAINT A., et BAUDOIN J P., 2010.** Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de la collection <<Luc Fichot>>. Phytotechnie tropicale et horticulture. Gembloux AGRO Biotech.
- **TRPTTIN-CAUDAL Y., GRASSELY D. et MILLOT P., 1995.** Maîtrise de la protection sanitaire/Tomate sous serre et abris. Centre Technique Interprofessionnelle Des Fruits Et Légumes, France.
- **URBANEJA A., VERCHER R., NAVARRO V., GARCIA M.F. et POCUNNA J.L., 2007.** Lapolliladel tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma Espana no. 194, PP 16-23.
- **VIEIRA M.M., 2008.** Mineira do tomateiro (*Tuta absoluta*). Uma nova ameaca a producao de tomat. V Seminario Internaciol do Tomate de Industria, Mora, 23 de Fevereiro de 2008.5P.
- **WANG K.G., FERGUSON A. et SHIPP J.L., 1998.** Incidence of tomato pinu wormkeiferia *Lycopersicollorwalsingham* (Lepidoptera : Géléchiidae) on green house tomato in southern Ontario and its control using mating description. PP 122-136.

Annexe 1 : L'huile essentielle Basilic / Stade L3

Doses \ Temps			1h	3h	6h	24h	48h
	1ul	R ₁	1	3	6	10	10
R ₂		3	4	7	10	10	
R ₃		2	4	6	9	10	
R ₄		0	3	7	10	10	
3ul	R ₁	3	4	7	10	10	
	R ₂	2	3	6	10	10	
	R ₃	3	5	8	10	10	
	R ₄	2	3	8	10	10	
5ul	R ₁	4	6	8	10	10	
	R ₂	4	7	8	10	10	
	R ₃	3	5	7	10	10	
	R ₄	4	6	8	10	10	
10ul	R ₁	6	9	10	10	10	
	R ₂	5	8	10	10	10	
	R ₃	4	7	9	10	10	
	R ₄	6	9	10	10	10	

Annexe 2: L'huile essentielle Basilic / Stade L4

Doses \ Temps			1h	3h	6h	24h	48h
	1ul	R ₁	2	4	6	9	10
R ₂		1	3	6	9	10	
R ₃		3	5	8	10	10	
R ₄		2	4	7	10	10	
3ul	R ₁	2	4	6	10	10	
	R ₂	3	5	7	10	10	
	R ₃	4	5	8	10	10	
	R ₄	2	4	7	9	10	
5ul	R ₁	3	5	7	10	10	
	R ₂	5	7	9	10	10	
	R ₃	4	6	8	10	10	
	R ₄	5	6	8	10	10	
10ul	R ₁	4	7	9	10	10	
	R ₂	7	8	9	10	10	
	R ₃	6	8	10	10	10	
	R ₄	4	7	9	10	10	

Annexe 3 : L'huile essentielle Thym / Stade L3

Doses \ Temps	1h		3h	6h
	1ul	R ₁	4	8
R ₂		6	9	10
R ₃		5	7	10
R ₄		6	8	10
3ul	R ₁	7	8	10
	R ₂	8	10	10
	R ₃	5	9	10
	R ₄	6	8	10
5ul	R ₁	5	8	10
	R ₂	7	8	10
	R ₃	7	9	10
	R ₄	6	8	10
10ul	R ₁	8	10	10
	R ₂	7	10	10
	R ₃	8	9	10
	R ₄	9	10	10

Annexe 4: L'huile essentielle Thym / Stade L4

Doses \ Temps	1h		3h	6h
	1ul	R ₁	8	8
R ₂		8	9	10
R ₃		7	7	10
R ₄		8	8	10
3ul	R ₁	6	7	10
	R ₂	7	8	10
	R ₃	7	8	10
	R ₄	8	9	10
5ul	R ₁	6	7	10
	R ₂	9	9	10
	R ₃	9	9	10
	R ₄	10	7	10
10ul	R ₁	8	10	10
	R ₂	9	10	10
	R ₃	9	10	10
	R ₄	10	9	10

Annexe 5 : Analyse de la variance du Thym

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3898842	49	79568,2				
VAR.FACTEUR 1	82499,25	1	82499,25	3,306	0,08469		
VAR.FACTEUR 2	230360,5	4	57590,13	2,308	0,10207		
VAR.FACTEUR 3	1073164	4	268290,9	10,752	0,00022		
VAR.INTER F1*2	193458	4	48364,5	1,938	0,15237		
VAR.INTER F1*3	213127,3	4	53281,81	2,135	0,12287		
VAR.INTER F2*3	1706996	16	106687,3	4,276	0,00312		
VAR.RESIDUELLE 1	399237	16	24952,31			157,963	130,74%

Annexe 6: Analyse de la variance du Basilic.

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5127820	49	104649,4				
VAR.FACTEUR 1	55378,5	1	55378,5	0,531	0,48299		
VAR.FACTEUR 2	784507	4	196126,8	1,879	0,16269		
VAR.FACTEUR 3	875950,5	4	218987,6	2,098	0,12797		
VAR.INTER F1*2	72679	4	18169,75	0,174	0,94624		
VAR.INTER F1*3	162575,3	4	40643,81	0,389	0,81439		
VAR.INTER F2*3	1506579	16	94161,16	0,902	0,58053		
VAR.RESIDUELLE 1	1670151	16	104384,5			323,086	163,37%

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* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae).

Résumé

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* est un insecte envahissant hautement destructeur qui s'attaque aux tomates sous serre et en plein champ. Elle a été signalée en Algérie au printemps 2008. Les pesticides chimiques pour contrôler ce ravageur, produisent des effets néfastes sur tous les organismes, ils augmentent le taux de risque pour la santé publique et l'environnement. Afin de réduire l'impact de ces produits, des essais de lutte par des produits d'origine végétal sont testés. L'objectif principal de notre travail est de démontrer l'effet insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* contre les larves L3 et L4 de la mineuse de la tomate, *T.absoluta*. Les résultats obtenus lors de l'exposition des huiles essentielles ont permis d'observer une mortalité de 100%, cela varie selon la dose et le temps d'exposition.

Mots clés : Biocide, *Tuta absoluta*, huile essentielle, thym, basilic.

Insecticidal effect of the essential oils of *Thymus vulgaris* and *Ocimum basilicum* on late stage larvae of tomato leafminer *Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae).

Abstract

The tomato leafminer, *Tuta absoluta* is a highly destructive invasive insect that attacks tomatoes under glass and in the open field. It was reported in Algeria in the spring of 2008. Chemical pesticides to control this pest, produce adverse effects on all organisms, they increase the rate of risk for public health and the environment. In order to reduce the impact of these products, control trials using products of plant origin are tested. The main objective of our work is to demonstrate the insecticidal effect of the essential oils of *Thymus vulgaris* and *Ocimum basilicum* against the larvae L3 and L4 of the tomato leafminer *T.absoluta*. The results obtained during the exposure of the essential oils made it possible to observe a mortality of 100% that varies according to the dose and the time of exposure.

Key words

Tomato leafminer, *Tuta absoluta*, Essential oil, thyme, basil.