



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

Présenté par

AZZOUZ Redouane

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

THÈME

Etude de l'activité insecticide de l'huile essentielle de *Juniperus
oxycedrus* vis-à-vis de *Tuta absoluta*

Soutenu publiquement le 30/09/2019

Devant le jury :

Président	Mr. BEKADA	A.	Pr.	Univ. Mostaganem
Examinatrice	Mme. BENOURED	F.	MCA.	Univ. Mostaganem
Promotrice	Mme. BOUALEM	M.	MCA.	Univ. Mostaganem
Co-Promotrice	Melle. KRACHE	F.	Doctorante	Univ. Mostaganem

Année universitaire: 2019-2020

Remerciements

En tout premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donné la force pour survivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

Ensuite, mes remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Je m'adresse particulièrement:

- À **M^{me}. BOUALEM Malika, maître de Conférences 'A' à la faculté des sciences de la nature et de la vie de Mostaganem** : Je vous remercie énormément d'avoir accepté de diriger ce travail. Je tiens à vous exprimer toutes mes reconnaissances pour votre encadrement, votre disponibilité, vos précieux conseils qui m'ont permis de surmonter les difficultés, ainsi que pour la confiance et l'autonomie que vous m'avez accordées.

- À **M^{elle}. KRACHE Ferial Doctorante à la faculté des sciences de la nature et de la vie de Mostaganem** : Je vous remercie pour votre aide et vos conseils.

- **Aux membres de jury:**

- **Mr. BEKADA Ahmed**, professeur au département d'Agronomie, faculté des sciences de la nature et de la vie à l'Université Abdelhamid Ibn Badis (Mostaganem), pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury. Qu'il soit ici remercié pour avoir accepté cette tâche et pour l'intérêt qu'il a porté à ce travail.

- **Mme. BENOUARED Fouzia, maître de Conférences 'A' à la faculté des sciences de la nature et de la vie de Mostaganem** : d'avoir bien voulu examiner ce travail de recherche et de l'honneur qu'elle nous a fait en participant à ce jury. Qu'elle trouve ici mes vifs remerciements.

- **À tout le personnel des laboratoires de la faculté de la nature et de la vie (Mostaganem)**

- Enfin toutes mes reconnaissances sont adressées à tous ceux et celles qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail et soutenus dans les moments difficiles.

Résumé

Résumé

La mineuse des feuilles de tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick), est un ravageur majeur des tomates en Algérie. Depuis sa propagation, la lutte chimique était la principale méthode de lutte. Cependant, une efficacité réduite de certains des insecticides recommandés a été observée. Cette étude vise à proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation de produits naturels "bioinsecticides" pour lutter contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick), qui est considérée comme une menace sérieuse pour la production de tomates en Algérie et dans le monde. Pour atteindre cet objectif, on a évalué la toxicité de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* L. contre les larves de *Tuta absoluta* (L1, L2, L3 et L4). Les essais biologiques ont été réalisés *in vitro*, dans des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre. La détermination des doses létales 50 et 90 (DL50 et DL90) de cette huile essentielle a été effectuée. Les valeurs de LD50 et LD90 sont respectivement de 3,09 et 8,19% calculées après une exposition de huit jours confirmant le degré élevé de toxicité de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* L. contre les larves de *Tuta absoluta*. Le rôle des huiles essentielles dans la lutte contre la mineuse de la tomate est discuté.

Mots clés: Tomate - *Tuta absoluta* (Meyrick) – Bioinsecticides - *Juniperus oxycedrus* L. - Huiles essentielles.

Abstract

The tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick), is a major pest of tomatoes in Algeria. Since its spread, chemical control was the main method of control. However, reduced effectiveness of some of the recommended insecticides has been observed. This study aims to propose alternative solutions based on the use of natural products "bioinsecticide" to fight against the tomato leafminer, *Tuta absoluta* (Meyrick), which is considered a serious threat to tomato production in Algeria and worldwide. To achieve this objective, we evaluated the toxicity of the essential oil of *Juniperus oxycedrus* L. against larvae of *Tuta absoluta*. Bioassays were performed *in vitro* in petri dishes 9 cm in diameter. The determination of the lethal doses 50 and 90 (LD50/LD90) of this essential oil has been made. The values of LD50 and LD90 are respectively 3.09 and 8.19% calculated after eight days of exposure confirms the high degree of toxicity of the essential oil of *Juniperus oxycedrus* L. against the larvae of *Tuta absoluta*. Essential oils role in the fight against tomato leafminer is discussed.

Key word: Tomato - *Tuta absoluta* (Meyrick) - Bioinsecticides - *Juniperus oxycedrus* L. - Essential oils.

ملخص

تعتبر حافرة أوراق الطماطم، *Tuta absoluta* (Meyrick)، آفة كبيرة من الطماطم في الجزائر. منذ انتشاره، كانت الرقابة الكيميائية هي الطريقة الرئيسية للتحكم. ومع ذلك، فقد لوحظ انخفاض فعالية بعض المبيدات الحشرية الموصى بها. تهدف هذه الدراسة إلى اقتراح حلول بديلة تعتمد على استخدام المنتجات الطبيعية "المبيدات الحيوية" لمحاربة حافرة أوراق الطماطم، والتي تعتبر تهديدًا خطيرًا لإنتاج الطماطم في الجزائر والعالم. لتحقيق هذا الهدف، قمنا بتقييم فعالية الزيوت الأساسية لنبات *Juniperus oxycedrus* L. ضد يرقات *Tuta absoluta*. أجريت الاختبارات الحيوية في المختبر في أطباق بتري قطرها 9 سم. تم تحديد الجرعات المميتة 50 و 90 للزيت الأساسي. تم احتساب قيم DL50 و DL90 على التوالي 3.09 و 8.19% بعد انقضاء ثمانية أيام، مما يؤكد الدرجة العالية لسمية الزيوت الأساسية من *Juniperus oxycedrus* L. ضد يرقات *Tuta absoluta*. وقد تمت مناقشة دور الزيوت الأساسية في محاربة حافرة أوراق الطماطم.

الكلمات المفتاحية: الطماطم - *Tuta absoluta* (Meyrick) - المبيدات الحيوية - *Juniperus oxycedrus* L. - الزيوت الأساسية.

Table des matières

Introduction.....	1
I. Synthèse bibliographique.....	3
I. La tomate <i>Lycopersicon esculentum</i>.....	3
Introduction.....	3
1.1. Classification de la tomate.....	3
1.2. Description morphologique de la tomate.....	4
1.2.1. Appareil végétatif.....	4
a. Tiges.....	4
b. Feuilles.....	4
c. Racines.....	5
1.2.2. Appareil reproducteur.....	5
a. Fleurs.....	5
b. Fruits.....	5
c. Graines.....	6
1.3. Cycle biologique de la tomate.....	6
1.3.1. La germination.....	6
1.3.2. La croissance.....	6
1.3.3. La floraison.....	7
1.3.4. La pollinisation.....	7
1.3.5. La fructification et la maturité des fruits.....	7
1.4. Les caractéristiques physiologiques de la tomate.....	7
1.4.1. Les exigences climatiques.....	7
a. La température.....	7
b. L'eau et l'humidité.....	8
c. La lumière.....	8
d. 1.4.2. Les exigences édaphiques.....	8
e. Le type du sol.....	8
f. PH du sol.....	8
g. La salinité.....	8
h. La température du sol.....	8
1.4.3. Les exigences nutritionnelles.....	9
a. Les exigences hydriques.....	9
b. Les éléments fertilisants.....	9

1.5. Importance économique de la culture de tomate.....	9
1.5.1. Importance de la tomate dans le monde.....	9
1.5.2. Importance de la tomate en Algérie.....	9
1.5.3. Importance de la tomate dans la région de Mostaganem.....	10
1.6. Valeur nutritionnelle de la tomate.....	10
1.7. Ennemis de la tomate.....	11
1.7.1. Maladies.....	11
a. Maladies cryptogamiques.....	11
b. Maladies bactériennes.....	11
1.7.2. Ravageurs.....	11
a. Les noctuelles.....	11
b. Les pucerons.....	11
c. Les thrips.....	12
d. Les acariens.....	12
e. Les aleurodes.....	12
f. La mineuse de la tomate.....	12
II. La mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	13
Introduction.....	13
2.1. Position systématique de <i>Tuta absoluta</i>	13
2.2. Distribution géographique.....	14
2.2.1. Dans le monde.....	14
2.2.2. En Algérie.....	15
2.3. Description de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	15
2.3.1. Œuf.....	15
2.3.2. Larve.....	15
2.3.3. Nymphe.....	16
2.3.4. Adulte.....	16
2.4. Biologie de <i>Tuta absoluta</i> Meyrick.....	16
2.5. Symptômes et dégâts de <i>Tuta absoluta</i> sur la tomate.....	17
2.5.1. Sur le feuillage.....	17
2.5.2. Sur les fruits.....	18
2.5.3. Sur les tiges.....	19
2.6. Moyens de lutte contre <i>Tuta absoluta</i>	19
2.6.1. Lutte préventive.....	19
2.6.2. Lutte curative.....	19

a. Lutte biotechnique.....	19
b. Lutte chimique.....	19
c. Lutte biologique.....	20
a. Champignons entomopathogènes.....	20
b. Bactéries entomopathogènes.....	20
c. Acariens parasites.....	21
d. Nématodes entomopathogènes.....	21
e. Lutte par les plantes ou Phytothérapie.....	21
d. Résistance variétale.....	22
III. <i>Juniperus oxycedrus</i>.....	23
Introduction.....	23
3.1. Généralités sur Genévrier.....	23
3.2. Espèce <i>Juniperus oxycedrus</i>	23
3.3. Métabolites secondaires de <i>Juniperus oxycedrus</i>	25
3.3.1. Composés phénoliques.....	25
3.3.2. Les huiles essentielles.....	25
3.4. Définition des huiles essentielles.....	26
3.5. Répartition et localisation des huiles essentielles.....	27
3.6. Activités biologiques des huiles essentielles.....	28
3.6.1. Activité insecticide des huiles essentielles.....	28
3.6.2. Activité antibactérienne.....	29
3.6.3. Activité antifongique.....	29
3.7. Toxicité des huiles essentielles.....	30
3.8. Méthodes d'extraction des huiles essentielles.....	31
3.8.1. Distillation et entraînement à la vapeur.....	31
3.8.2. Hydrodistillation.....	31
3.8.3. Extraction par solvants volatils.....	31
3.8.4. Extraction par enfleurage.....	32
3.9. Conservation des huiles essentielles.....	32
II. Partie expérimentale.....	33
Chapitre I : Matériel et méthodes.....	33
I.1 Objectif.....	33
I.2. Matériel biologique.....	33
I.2.1. Matériel animal.....	33

I.2.2. Matériel végétal.....	33
I.3. Extraction des huiles essentielles.....	34
I.3.1 Calcul du rendement en huiles essentielles.....	34
I.4. Test biologique <i>in vitro</i>	35
II. Paramètres étudiés.....	36
II.1. Détermination du taux de mortalité.....	36
II.2. Détermination des doses létales 50 et 90.....	36
II.3. Analyses statistiques.....	36
Chapitre II : Résultats et discussion.....	37
I. Résultats.....	37
I.1. Rendement en huiles essentielles.....	37
I.2. Mortalité larvaire.....	37
I.2.1. Stade L1.....	37
I.2.2. Stade L2.....	37
I.2.3. Stade L3.....	38
I.2.4. Stade L4.....	38
I.3. Taux de transformation des larves en stade nymphale.....	43
I.4. Sensibilité des stades larvaires de <i>T. absoluta</i> (L1, L2, L3 et L4) aux huiles essentielles de <i>Juniperus oxycedrus</i>	43
I.5. Calcul des DL 50 et DL 90.....	44
II. Discussion.....	45
Conclusion et perspectives.....	47
Références bibliographiques.....	48
Annexe	

Liste des abréviations

DL 50 et DL90 : dose létale

J. oxycedrus : *Juniperus oxycedrus*

L1 : premier stade larvaire

L2 : deuxième stade larvaire

L3 : troisième stade larvaire

L4 : quatrième stade larvaire

T. absoluta : *Tuta absoluta*

Liste des figures

Figure 1 : les tiges de la tomate.....	4
Figure 2 : les feuilles de la tomate.....	4
Figure 3 : les fleurs de la tomate.....	5
Figure 4 : les fruits de la tomate.....	5
Figure 5 : les graines de la tomate.....	6
Figure 6 : Aire de répartition de <i>Tuta absoluta</i> dans le monde de l'année 2006 à 2016.....	14
Figure 7 : Stades de développement de <i>Tuta absoluta</i>	16
Figure 8 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur feuille de tomate.....	18
Figure 9 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur le fruit de tomate.....	18
Figure 10 : <i>Juniperus oxycedrus</i>	24
Figure 11 : Photo satellitaire du site d'échantillonnage.....	33
Figure 12 : <i>J. oxycedrus</i>	34
Figure 13 : Dispositif expérimental du test biologique <i>in vitro</i>	35
Figure 14 : Mortalités cumulées des larves de premier stade (L1) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	39
Figure 15 : Mortalités cumulées des larves de deuxième stade (L2) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	39
Figure 16 : Mortalités cumulées des larves de troisième stade (L3) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	40
Figure 17 : Mortalités cumulées des larves de quatrième stade (L4) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	40
Figure 18 : Mortalités corrigées des larves de premier stade (L1) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	41
Figure 19 : Mortalités corrigées des larves de deuxième stade (L2) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	41

Figure 20 : Mortalités corrigées des larves de troisième stade (L3) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	42
Figure 21 : Mortalités corrigées des larves de quatrième stade (L4) de <i>T. absoluta</i> traitées avec l'huile essentielle de <i>J. oxycedrus</i>	42
Figure 22 : Taux de transformation des larves de <i>T. absoluta</i> en nymphes.....	43
Figure 23 : Mortalités corrigées des larves de <i>T. absoluta</i> sous l'effet des huiles essentielles de <i>J. oxycedrus</i>	44
Figure 24 : Rendement en huiles essentielles de l'espèce <i>J. oxycedrus</i>	44

Liste des tableaux

Tableau 01 : Production de tomate dans la wilaya de Mostaganem.....10

*Introduction
générale*

Introduction générale

La tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) est une plante de la famille des Solanacées. Elle est originaire des Andes d'Amérique et elle est, cultivée sous toutes les latitudes pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (Chaux et Foury, 1994), sous serre et en plein champ sur une superficie d'environ 03 million d'hectare, ce qui présente près d'1/3 des surfaces mondiales consacrés aux légumes (Hireche, 2013).

En Algérie, une forte extension des superficies destinées à la production de la tomate a été enregistrée en raison de l'intérêt particulier que portent les agriculteurs à cette culture. Sa production est classée à la deuxième place après la pomme de terre et elle représente plus que 5% de la production maraichères (Hireche, 2013).

Cependant, cette culture est attaquée par plusieurs maladies et ravageurs. Selon Trottin-Caudal (2011), les principaux insectes ravageurs sous serre sont les aleurodes, les pucerons, les acariens, les thrips, les pucerons, les noctuelles, les punaises et les mineuses ; parmi ces ravageurs la mineuse appelée « *Tuta absoluta* Meyrick » qui est un microlépidoptère phytophage de la famille des Gelechiidae, elle est le ravageur le plus nuisible de la tomate de nos jours (Bogorni *et al.*, 2003 et Pires, 2008) vu ses attaques sur toutes les parties aériennes selon (Filho *et al.*, 2000 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). Cette espèce s'est introduite en Algérie pour la première fois à Mostaganem au printemps 2008, puis elle s'est propagée dans tout le pays (Berkani et Badaoui, 2008 et Guenaoui et Ghelamallah, 2008). Ce ravageur se caractérise par un potentiel de reproduction élevé et son hôte principal est la tomate, mais il s'attaque aussi aux autres cultures de Solanacées. Les plantes de tomates peuvent être contaminées de l'état de plantule à celui de plante mature (Arno et Gabarra, 2011).

A travers l'histoire, l'humanité a été toujours intéressée par les composés naturels pour différents buts, beaucoup de produits naturels qui ont un rôle de régulation, lorsque d'autres fonctionnent comme défenseurs chimiques contre les bioagresseurs.

En fait, notre pays dispose d'un grand patrimoine de plantes médicinales, Un grand nombre de plantes aromatiques, médicinales et autres possèdent des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent leurs applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie et phytothérapie, cosmétologie et en agriculture (Lakhdari *et al.*, 2016).

Le genre genévrier notamment l'espèce *Juniperus oxycedrus* est un exemple éloquent d'espèce qui contient des métabolites secondaires, quia fait l'objet de plusieurs études. Des études phytochimiques portées sur les taxons de *Juniperus* ont démontré la présence d'une grande diversité de métabolites secondaires avec une variété d'effets pharmacologiques (Moreno *et al.*, 1998).

Denombreuse études dans la littérature ont rapporté la composition en huiles essentielles du genévrier oxycèdre extraites à partir des feuilles (Liorens-Molina et al., 2016), des baies (Alan et al., 2016), des rameaux (Alan et al., 2016) et de la partie aérienne (Derwich et Chabir 2011).

Dans le monde, plusieurs travaux sont élaborés sur les activités biologiques de cette espèce, on cite principalement ceux de (Orhan et al., 2011 ;). En Algérie les études ont été faites sur les aiguilles (Chaouche et al., 2013) l'écorces de la racine (Chaouche et al., 2013 ; Chaouche et al., 2014) et la partie aérienne (Djeridane et al., 2006).

Les extraits des végétaux peuvent constituer une importante alternative dans la lutte contre ce ravageur pour une agriculture durable, l'utilisation des pesticides conventionnels de synthèse ayant eu un impact écologique et sanitaire néfaste (résistance des ravageurs, contamination de l'environnement et des écosystèmes, perte de la diversité) (Regnault-Roger, et al., 2008).

C'est dans cette perspective que notre étude a été orientée, et a pour objectif d'évaluer, *in vitro*, l'efficacité des huiles essentielles de *Juniperus oxycedrus* dans l'atténuation des effets des larves de *Tuta absoluta* sur la tomate.

Le travail a été structuré en deux parties ;

- Une première partie traite une synthèse portant sur des généralités sur la tomate, ainsi qu'une présentation de *T. absoluta* et de la plante insecticide *Juniperus oxycedrus*.
- Une seconde partie divisée en deux chapitres, un premier chapitre dans lequel sont exposées les caractéristiques du matériel végétal utilisé et les différentes méthodes employées pour la réalisation des différentes expérimentations. Et un deuxième chapitre englobe les résultats auxquels on est parvenu et leur discussion.

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Tomate

Chapitre I:La tomate *Lycopersicon esculentum*

Introduction

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). Cette solanacée occupe une place privilégiée dans le secteur maraîcher de l'Algérie. La production nationale annuelle en ce légume fruit a dépassé les 975 mille tonnes en 2013 (FAO Stat, 2016).

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

1.1. Classification de la tomate

La tomate est une plante herbacée de la famille des Solanacées. Il existe plus de 4000 variétés de tomate ; certaines sont résistantes aux maladies et aux ravageurs, d'autres sont différentes par les caractéristiques de leurs fruits et leur précocité (Van Eck et al., 2006).

Parmi les dénominations il existe ; *Solanum esculentum*, *Solanum lycopersicum*, *Lycopersicon lycopersicum* ou *Lycopersicon esculentum*. Les données génétiques, phylogénétiques, morphologiques et géographiques ont confirmé l'appartenance de la tomate au genre *Solanum*, ce qui a permis d'accepter définitivement le nom de *Solanum lycopersicum* par la communauté scientifique (Tanksley et al., 1992).

Dupon et Guignard (2012) rappellent que la tomate appartient à la classification suivante :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Asteridae

Ordre : Solonales

Famille : Solanaceae

Genre : *Solanum* ou *Lycopersicon*

Espèce : *Lycopersicon esculentum* Mill.

1.2. Description morphologique de la tomate

La tomate est une plante herbacée annuelle, appartenant au groupe des légumes-fruits (BabaAissa, 1999 ; Shankara et *al.*, 2005).

1.2.1. Appareil végétatif

d. Tiges (Fig.1)

Le port de croissance varie entre érigé et anguleuse fortement poilue, au début pousse d'une façon monopodiale et devient sympodiale après 4 ou 5 feuilles, il peut atteindre une longueur de 02m ou plus (Shankara et *al.*,2005).



Figure 1 : les tiges de la tomate (Originale, 2019)

e. Feuilles (Fig.2)

Les feuilles de la tomate sont composées, imparipennées et disposées en spirale, elles comprennent 5 à 7 faux lobes très découpés. Le bord du limbe est denté, elles mesurent 10 à 25 cm de long. Elles portent des poils glanduleux, ces derniers contenant une caractéristique à la plante (Shankara et *al.*,2005).



Figure 2 : les feuilles de la tomate (Originale, 2019)

f. Racines

Les plantes de la tomate possèdent un système racinaire fort et pivotant se développe jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale est très dense, ramifiée et très active sur les 30 à 40 premiers centimètres (Shankara et *al.*, 2005).

1.2.2. Appareil reproducteur**g. Fleurs (Fig.3)**

Les fleurs sont petites, jaunes en forme d'étoiles, groupées sur un même pédoncule en bouquet lâche de 3 à 8 fleurs, bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. Pour les pièces florales en général il y a 6 pétales de 1 cm de longueur, qui sont jaunes et courbées (Shankara et *al.*, 2005).



Figure 3 : les fleurs de la tomate (Originale, 2019)

h. Fruits (Fig.4)

Les fruits chez la tomate sont des baies, charnus et tendres, de couleur verte plus ou moins foncée avant maturité (Blancard et *al.*, 2009), passant par l'orange, sa couleur à maturité varie de jaune au rouge (Naika et *al.*, 2005), renferment des graines appelées pépins, ces derniers sont entourés d'une sorte de mucilage provenant de l'enveloppe de la graine (Polese, 2007).



Figure 4 : les fruits de la tomate (Originale, 2019)

i. Graines (Fig.5)

Les graines en forme de rein ou de poire beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. Un nombre variable de graines renfermé dans une baie de tomate moyennement de 50 à 100 graines, généralement le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Shankara et *al.*, 2005).

Comme pour les céréales, la longévité des graines de tomate est de 5 à 10. Ces graines sont chargées de réserves qui assure une bonne faculté germinative, permettent à l'embryon de s'alimenter en attendant que la jeune plantule puisse subvenir à elle-même (Heller, 1990).



Figure 5 : les graines de la tomate (Originale, 2019)

1.3. Cycle biologique de la tomate

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

1.3.1. La germination

La germination et le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Hopkins, 2003). Chez la tomate la germination est épigée, nécessite une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% (Chaux et Foury, 1994).

1.3.2. La croissance

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

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

1.3.3. La floraison

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

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

1.3.4. La pollinisation

Les conditions climatiques ont un effet sur la libération et la fixation du pollen, par exemple si la température nocturne est inférieure à 13 °C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates qui causent une difficulté du dépôt de pollen (Shankara et al., 2005). L'intervention des agents extérieurs est nécessaire pour cette étape, le vent ou certains insectes comme le bourdon (Chaux et Faury, 1994). Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite (Shankara et al., 2005).

1.3.5. La fructification et la maturité des fruits

Le pistil qui se développe pour former le fruit. La paroi de l'ovaire s'épaissit et les ovules qui ont été fécondés se transforment en graines qui contiennent les embryons. Le reste du pistil (style et stigmate) disparaît, ainsi que les pétales et les étamines qui tombent, un coup de froid ou de chaud au moment de la fécondation peut gêner la mise à fruit (Shankara et *al.*, 2005).

1.4. Les caractéristiques physiologiques de la tomate

1.4.1. Les exigences climatiques

- **La température:** La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La température est le facteur le plus déterminant pour la production de la tomate car la culture réagit fortement aux variations thermiques (Lambert, 2006). La température optimale pour la plupart des variétés se situent entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de température, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus végétaux sont endommagés. L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (Shankara et *al.*, 2005).
- **L'eau et l'humidité:** La plante est très sensible à l'hygrométrie ; elle ne tolère pas les sols engorgés, ni l'humidité élevée (plus de 80%) et une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure pour la fécondation. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Il est essentiel de prévoir un apport d'eau suffisant pendant la fructification. Le stress causé par une carence d'eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits (Shankara et *al.*, 2005).
- **La lumière:** La lumière est un facteur écologique fondamental qui intervient dans la qualité de la photosynthèse. Elle intervient également sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. La tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais, exigeante en énergie lumineuse. La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la plante. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation (Shankara et *al.*, 2005). En outre, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruit et la couleur des fruits.

1.4.2. Les exigences édaphiques

- **Le type du sol:** La tomate peut être cultivée sur une large gamme de sol. Elle aime les sols profonds, meubles, bien aérés, bien drainés et riches en humus. Une texture sablonneuse ou

sablo lumineuse est préférable (Huat, 2008). La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée vis-à-vis de la salinité.

- **PH du sol:** Selon Chaux et Foury (1994), La tomate est très tolérante en pH. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre 6.0 et 7.0.
- **La salinité:** Il est généralement considéré qu'un excès de vigueur du plant de tomate en début de culture retarde la précocité de la production. La modulation de la concentration saline de la solution nutritive est un des moyens utilisés pour maîtriser le développement du jeune plant (Brun et Montarone, 1987).
- **La température du sol:** C'est le premier facteur dont dépendent le pourcentage de levée et la vitesse de germination. Les semis doivent être soumis à une température supérieure à 16 C°. La plante croît lorsque la température du sol passe de 13°C à 30°C (Zuang, 1991). Cette dernière intervient sur la croissance des racines, ainsi que sur l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs.

1.4.3. Les exigences nutritionnelles

- **Les exigences hydriques:** La tomate est l'une des cultures les plus exigeantes en eau. D'après Bentvelsen (1980), les besoins de tomate en plein champ se situent entre 4000 et 5000 m³/ha. L'évolution des besoins en eau de la tomate est fonction de ses stades de développement et l'environnement.
- **Les éléments fertilisants:** La tomate nécessite des éléments fertilisants tels que l'azote (N), le phosphore (P), le potasse (K) ainsi que le magnésium (Mg). Une production d'une tonne de tomate requiert environ 2.2 à 2.7 Kg d'Azote, 0.7 à 0.9 Kg de phosphore, 3 à 3.3 Kg de potasse et 0.5 à 1 Kg de magnésium (Naika et al., 2005).

1.5. Importance économique de la culture de tomate

1.5.1. Importance de la tomate dans le monde

La tomate occupe une place très importante dans l'agriculture mondiale. Elle est cultivée dans presque tous les pays du monde; sa production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri (Desmas, 2005).

Selon (FAOSTAT, 2015) la tomate est la 2ème culture légumière après la pomme de terre par sa production au niveau mondial. Une production de plus de 34 million de tonne sur 4,98 million ha annuellement.

La production mondiale de tomates a battu un record historique en 2016, dépassant les 177.000 millions de kilos, selon les données de FAOSTAT. Plus précisément, au cours de cette année, il y avait une production totale de 177.042 million de kilos, soit 29,08% de plus qu'il y a dix ans. Dont la superficie consacrée à la production était de 4 782 754 hectares avec un rendement moyen de 3,7 kilos/m².

- **Principaux pays producteurs dans le monde**

En tête de classement nous retrouvons la Chine avec un volume de tomate produit de 56 308 910 T soit 31,8 % du total mondial, vient ensuite l'Inde avec 18 399 000 T, puis les Etats-Unis avec 13 048 410 T et un rendement de 9,03 kg /m², la Turquie avec 12 600 000 T et en 5ème position, l'Egypte avec 7 943 000 T (FAO STAT, 2016).

1.5.2. Importance de la tomate en Algérie

Une forte extension des superficies destinées à la production de la tomate a été enregistrée en raison de l'intérêt particulier que portent les agriculteurs à cette culture. Sa production est classée à la deuxième place après la pomme de terre et elle représente plus que 5% de la production maraichères (Baci, 1995; Hireche, 2013).

La production de tomate en Algérie a évolué différemment d'une année à l'autre. En effet, la production la plus importante a été enregistrée pendant les années 2010, 2012, 2013 et 2014 avec un tonnage respectif de 830 531, 887 097, 109 2273 et 1 023 445. Par contre, cette production a montré une baisse très appréciable durant les années 2011 et 2015. Ceci pourrait être en relation direct avec les superficies consacrées à cette culture par les agriculteurs (DSA, 2015).

1.5.3. Importance de la tomate dans la région de Mostaganem

Selon les statistiques de la direction des services agricoles (2016) de la Wilaya de Mostaganem (Tab.1), la production de la tomate a présenté pendant les années (2003-2005) une certaine stabilité des superficies cultivées de l'ordre de 2 123 à 2 340 ha. D'autre part, cette production a diminué en 2006 ou il a été enregistré 426 260qx pour une superficie de 2011 ha. Pour reprendre son expansion durant les années (2008- 2016).

Tableau 01 : Production de tomate dans la wilaya de Mostaganem (DSA, 2016).

Année	Superficie (ha)	Rendement (qx/ha)	Production (qx)
2009	1957	258,1	505 050
2010	2336	291,2	680 143
2011	2298	288,5	662 643
2012	2512	310,4	779 695
2013	2427	335,1	813 313
2014	2541	372,7	946 966

2016	1802,82	402,26	725 220
------	---------	--------	---------

1.6. Valeur nutritionnelle de la tomate

La consommation de la tomate constitue un régime sain et équilibré (Naika et *al.*, 2005). Saettel (2000) et Favier et *al.* (2003) donnent une composition du fruit qui permet d'apprécier le taux des éléments importants ; ainsi, pour 100g de fruits, il y a 94% d'eau, le reste est constitué de protéines, de lipides, de glucides (5%) et de fibres totales (1%). La tomate est riche en minéraux, vitamines, carotènes et en lycopène. Cet antioxydant diminuerait le risque de maladies cardiaques et certaines formes de cancer dont celui de la prostate (Favier et *al.*, 2003).

1.7. Ennemis de la tomate

Il y a deux sources de problèmes sanitaires: les maladies et les ravageurs (Ben Hassena, 2009).

1.7.1. Maladies

- **Maladies cryptogamiques**

Sur la tomate, les tâches foliaires à Hyphomycètes sont prédominantes. Les infections sont entretenues par la forte humidité des bas-fonds et les adventices poussant à proximité. Parmi les maladies cryptogamiques, on peut distinguer les pourritures de feuilles. Ces nécroses sont causées par la *Choanephora cucurbitarum*, moisissure des feuilles de l'aubergine dont les dégâts sont à redouter sur les fruits (Shankara et *al.*, 2005).

- **Maladies bactériennes**

Le problème bactérien le plus grave est le flétrissement des plants de tomate. Les pieds atteints présentent de petites verrues sur la tige, une coloration de la moelle et une pourriture des racines. L'agent causal est *Pseudomonas solanacearum* ayant pour hôtes plusieurs cultures, la gravité de la maladie est liée à l'état de contamination du sol, sa forte teneur en eau (sol insuffisamment drainé) et à la saison (Shankara et *al.*, 2005).

1.7.2. Ravageurs

Les ravageurs de la tomate sont nombreux mais les principaux sont:

- **Les noctuelles**

L'espèce *Helicover armigera* (Hübner), constitue un problème supplémentaire pour la culture de la tomate qui peut dans certaines zones dépasser celui de *T. absoluta* (Dahliz, com. Pers.). Les

chenilles de ces lépidoptères endommagent le feuillage et pénètrent dans les fruits détériorant leur qualité. Les fruits deviennent invendables et impropres à la consommation (Mazollier et *al.*, 2001).

- **Les pucerons**

Trois espèces de pucerons sont régulièrement observées en culture de tomate : le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer), le puceron de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas) et accessoirement le puceron du cotonnier (*Aphis gossypii* Glover). La ponction de la sève engendre des perturbations qui se manifestent par la crispation des feuilles ou déformation des organes attaqués (Leclant, 1999 ; Rondoni et *al.*, 2014) qui affaiblissent la plante. Le miellat excrété par les pucerons favorise le développement de la fumagine qui gêne la photosynthèse et la respiration du végétal. Les pucerons peuvent transmettre des virus aux plantes visitées (Shankara et *al.*, 2005).

On évalue à 30% les virus des plantes transmis par différentes espèces de pucerons (Moriones et Luis-Arteaga, 2002). A titre d'exemple, *M. persicae* peut transmettre plus de 100 viroses (Fraval, 2009). Les dommages dus aux viroses peuvent être plus importants que ceux occasionnés par la spoliation de la sève (Maison et Massonie, 1982).

- **Les thrips**

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

- **Les acariens**

Les acariens peuvent être d'une grande importance économique pour la culture de la tomate. L'espèce *Tetranychus evansi* (Baker et Pritchard) a été détectée pour la première fois en Algérie sur tomate en 2009 dans la région de Mostaganem (Guenaoui, 2010). Les dégâts peuvent aller de la chute des feuilles au dépérissement des plantes attaquées (Ferrero, 2009). Actuellement, les agriculteurs se plaignent de plus en plus d'attaques d'acariens sur tomate.

- **Les aleurodes**

Deux espèces d'aleurodes sont très abondantes en cultures de tomate :

L'aleurode des serres (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) et l'aleurode du tabac (*Bemisia tabaci* Gennadius). Les larves et les adultes prélèvent une grande quantité de sève brute (Oriani et *al.*,

2011), le miellat excrété salit les plantes et favorise la formation de fumagine due à *Cladosporium* sp. Qui entrave la photosynthèse et empêche la respiration des feuilles (Smith, 2009). En plus de leur action de spoliation de la sève, ces insectes peuvent transmettre des virus phytopathogènes redoutables tels que le virus de la maladie des feuilles jaunes en cuiller de la tomate (TYLCV: *Tomato Yellow Leaf Curl Virus*) (Jiang et al., 2004) ou le virus de la chlorose de la tomate (TICV) (Fraval, 2009; Melouk et al., 2013).

- **La mineuse de la tomate**

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

*Chapitre II: Mineuse de
la tomate*

Chapitre II: La mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

Introduction

Depuis 2008, un ravageur originaire d'Amérique du sud a fait son entrée sur le territoire algérien, il s'agit de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) (Guenauoui, 2008).

Les larves à tous les stades causent d'importants dégâts sur feuilles, fleurs, tiges et fruits, les pertes de rendement sont comprises entre 70% et 100% (Oliviera et *al.*, 2007 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). Afin de lutter efficacement contre ce fléau qui préoccupe les producteurs, il est nécessaire de connaître sa biologie et son écologie avant de combiner les moyens de luttés.

2.1. Position systématique de *Tuta absoluta*

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick a été décrite pour la première fois en 1917 par l'entomologiste Meyrick au Pérou. Cette espèce a connu plusieurs appellations avant d'être nommée définitivement *Tuta absoluta* par Povolny en 1994 (Siqueira et *al.*, 2001).

1. *Phthorimaea absoluta* Meyrick (1917) ;
2. *Gnorimoschema absoluta* Clarke (1965) ;
3. *Scrobipalpa absoluta* Povolny (1964) ;
4. *Scrobipalpuloidea absoluta* Povolny (1987) ;
5. *Tuta absoluta* Povolny (1994).

Selon Povolny (1994), la position systématique de *Tuta absoluta* est comme suit :

Règne :	Animalia
Phylum :	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Lepidoptera
Sous-ordre :	Glossata
Super-famille :	Gelechioidea
Famille :	Gelechiidae
Sous famille :	Gelechiinae
Genre :	<i>Tuta</i>
Espèce :	<i>Tuta absoluta</i> Meyrick (1917).

2.2. Distribution géographique

2.2.1. Dans le monde

Décrit initialement au Pérou, *T. absoluta* s'est répandu dans toute l'Amérique du Sud : Chili (1935), Argentine (1964), Bolivie et Brésil (1980) (Siqueira et al., 2001). En Europe, cet insecte a marqué sa présence pour la première fois en Espagne, dans le sud-est en Valence (Urbaneja et al., 2009). Le premier signalement de *Tuta absoluta* en Italie a été fait au printemps 2008 dans les régions de Calabria, Abruzzo, Campania et Sardegnia et en France était en Octobre 2008 en Corse (EPPO, 2009). En mars 2009 l'insecte a été détecté pour la première fois aux Pays-Bas et au Royaume-Uni dans un site de production de tomate sous serre dans le Sud-est dans la région d'Essex (Fera, 2009). La Grèce a déclaré la présence du ravageur dans la région de Crète en juin 2009, aussi en Allemagne la première détection était en 2009 et en Hongrie en 2010 (EPPO, 2011).

Le Maroc, a signalé la mineuse de la tomate pour la première fois en mai 2008 dans la province de Nador et a entraîné des dégâts très importants sur la tomate sous serre et en plein champ (EPPO, 2008), pour la Tunisie les premières attaques ont été observées sur tomate la fin d'Octobre 2008 (Germain et al., 2009) (Fig.6).

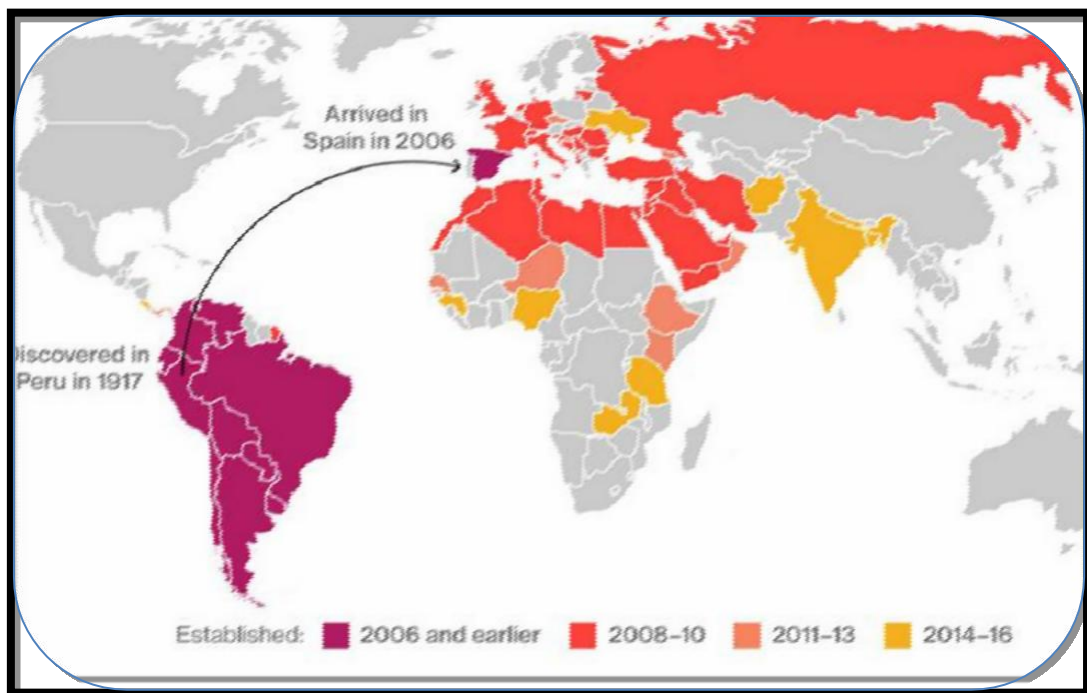


Figure 6: Aire de répartition de *Tuta absoluta* dans le monde de l'année 2006 à 2016 (EPPO, 2016)

2.2.2. En Algérie

Au printemps 2008, la mineuse *T. absoluta* a été signalée pour la première fois à Mostaganem, dans les cultures de tomate sous serre, puis s'est étendue dans les régions littorale et sublittoral vers l'Est (Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008 ; INPV, 2008)

Il est difficile de donner avec précision les voies d'introduction de *T. absoluta*, mais sa présence en Algérie obéit au même itinéraire suivi par *Aleurothrixus floccococcus* et *Phyllocnistis citrella*. En effet, lorsqu'un insecte est signalé pour la première fois en Espagne, il est automatiquement signalé en Algérie une année après. Il faut préciser que les côtes espagnoles ne sont pas éloignées des côtes algériennes, les facteurs climatiques (vent), le trafic important des voyageurs et les échanges commerciaux très intenses entre les deux pays sont autant de voies de pénétration (Berkani et Badaoui, 2008).

2.3. Description de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

Tuta absoluta a un potentiel de reproduction élevé et un cycle de vie qui dure entre 24 et 76 jours en fonction des conditions environnementales (Fig.7), ce dernier comporte quatre stades à savoir un stade œuf, un stade larvaire lui-même divisé en 4 phases (L1, L2, L3 et L4), un stade nymphe et un stade adulte (Salama et al., 2014).

2.3.1. Œuf

Les œufs ont une forme ovale de couleur blanche crème à jaune (Fig.7), mesurant environ 0,36 mm de long et 0,22 mm de large. Ils sont déposés sur la face inférieure de la feuille soit regroupés ou isolés. La couleur devient plus foncée à l'approche de l'éclosion des larves (Molla et al., 2008).

2.3.2. Larve

L'insecte se caractérise par la présence de quatre stades larvaires bien définis et différenciés en taille et en couleur (Molla et al., 2008).

A l'éclosion une larve néonate est de couleur claire avec une tête sombre mesurant environ 0,6 à 0,9 mm (Silva, 2008). Elle atteint une taille de 1,6 mm de long à la fin du premier stade larvaire (L1) (Molla et al., 2008 ; Silva, 2008) (Fig.7).

Les larves plus âgées consomment plus. Leur couleur change du vert clair au deuxième stade larvaire (L2) au vert foncé au troisième stade larvaire (L3) (Fig.7), leur taille atteint 2,8 mm au stade L2 et 4,7 mm au stade L3 (Silva, 2008 ; Molla et al., 2008).

Au dernier stade larvaire L4, la larve atteint entre 7,3 et 8 mm ; la face dorsale prend une couleur rose clair à rouge carmin (Molla et al., 2008). C'est la fin du développement larvaire et le début de la phase prénymphe.

2.3.3. Nymphes

C'est le stade pendant lequel la larve cesse de s'alimenter. La chrysalide est de couleur vert – marron, de forme cylindrique(Fig.7), sa taille est de 4,3 à 5 mm de large et 1,1 mm de diamètre, couverte généralement par un cocon blanc et soyeux (Arno et Gabbara, 2010).

2.3.4. Adulte

Le petit papillon de nuit mesure environ 7mm de long pour une envergure de 10 à 11mm. Il est de couleur grise, et ses ailes sont couvertes de taches brunes(Fig.7). Il est muni d'antennes filiformes presque aussi longues que son corps (Germain et *al.*, 2009). Le mâle est plus petit et moins volumineux que la femelle. L'essentiel des activités (la ponte) est crépusculaire à nocturne et même matinale. Au cours de la journée, l'insecte est au repos et se dissimule parmi les feuilles (Uchoa-Fernandes et *al.*, 1995).

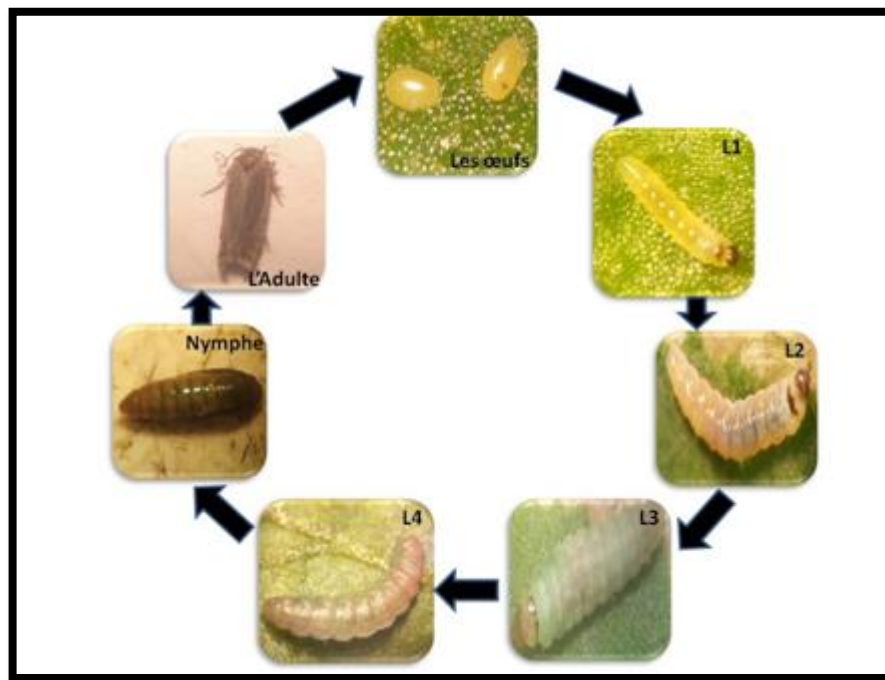


Figure 7: Stades de développement de *Tuta absoluta* (Bouchareb et Defous,2019)

2.4. Biologie de *Tuta absoluta* Meyrick

T. absoluta est un insecte avec de grande potentialité de reproduction. Une femelle peut en effet pondre sur la partie aérienne de la plante hôte jusqu'à 260 œufs pendant sa durée de vie (Berkani et Badaoui, 2008). Selon Molla et *al.*, (2008), la dispersion et l'accouplement sont effectués le matin. Les femelles s'accouplent une fois par jour durant plus de quatre heures ; plusieurs accouplements, six au maximum peuvent avoir lieu au cours de leur vie (Silva, 2008). La ponte commence en général

de 2 à 3 jours après l'émergence, de préférence à la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures (Haji et *al.*, 1988).

Dès l'éclosion de l'œuf, la larve jeune se déplace pendant plusieurs minutes avant de perforer l'épiderme des feuilles, des bourgeons ou les fruits pour vivre en endophyte (Silva, 2008). Les larves de différents stades de développement creusent des mines dans lesquelles il y'a des excréments bruns ; la période larvaire varie en fonction de la température, elle est de 12 à 14 jours (Pereira et *al.*, 2008; Pires et *al.*, 2010).

Les chenilles sont très actives car elles se déplacent dans différentes parties de la plante dans les heures les plus chaudes de la journée, surtout le troisième et le quatrième stade qui font le plus de dégâts (Pires et *al.*, 2010). A la fin de son cycle, la larve aura consommé 2,8 cm² de surface foliaire, dont 2,2 cm² sont consommés par le 4ème stade (Bogorni et *al.*, 2003). A la fin du 4ème stade larvaire, l'insecte cesse de s'alimenter et se prépare pour se métamorphoser. La larve peut quitter la galerie en se laissant transporter par un fil de soie sur le sol où se déroule la nymphose jusqu'à l'émergence (Torres et *al.*, 2002). La chrysalide reste dans le substrat environ 6 à 10 jours avant l'émergence (Silva, 2008). Parfois la nymphose a lieu dans une cavité de la feuille de la plante.

La longévité d'un adulte varie en fonction des conditions climatiques. Elle est estimée en moyenne entre 10 à 15 jours chez les femelles et de 6 à 7 jours chez les mâles (Estay et Bruna, 2002).

La mineuse de la tomate est une espèce multivoltine, elle possède 10 à 12 générations par an lorsque la nourriture est disponible (Schoen, 2009). La température minimale d'activité est de 9°C. Le développement est important lorsque les températures sont élevées comme pendant la période estivale (Notz, 1992).

2.5. Symptômes et dégâts de *Tuta absoluta* sur la tomate

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

2.5.1. Sur le feuillage

Les larves pénètrent entre les deux épidermes de la feuille et se nourrissent à partir des cellules du parenchyme à l'aide de leurs crochets mandibulaires entraînant une destruction d'une grande partie de la surface foliaire de la plante (Mihsfeldt et Parra, 1999). Les attaques se manifestent par l'apparition sur les feuilles de galeries blanchâtres (Fig.8), renfermant chacune une chenille et ses déjections. Les mines finissent par se nécroser et brunir faisant penser à une violente attaque de mildiou (Suinaga et *al.*, 2004).



Figure 8: Dégâts de *T. absoluta* sur feuille de tomate (Originale,2019)

2.5.2. Sur les fruits

Les chenilles s'attaquent aux fruits verts comme aux fruits mûrs (Fig.9). Les tomates présentent des nécroses sur le calice ou des trous de sorties à leur surface. Ces nécroses peuvent être profonde et rendent les fruits invendables et impropres à la consommation (Ramel et Oudard, 2008).



Figure 9: Dégâts de *T. absoluta* sur le fruit de tomate (Originale,2019)

2.5.3. Sur les tiges

La larve pénètre à l'intérieur des tiges et forme des galeries et laisse ces déjections, ce qui perturbent le développement générale des plantes (Pereira et *al.*, 2008).

2.6. Moyens de lutte contre *Tuta absoluta*

2.6.1. Lutte préventive

Correspond à la mise en place d'un ensemble de mesures pour empêcher la propagation du phytophage en réduisant les sources de l'infestation. Avant le repiquage, les plants utilisés doivent être sains, sans signe de présence de *T. absoluta* et tous les plants atteints doivent être éliminés au niveau de la pépinière. La destruction des résidus de récolte infestés et l'élimination des chrysalides au niveau du sol sont nécessaires pour prévenir toute contamination par le ravageur à partir des anciennes cultures (Lietti et *al.*, 2005). L'emploi du paillage du sol et l'installation de filet insect-proof sont vivement souhaité.

En pleine culture l'élimination des feuilles sénescentes contaminées de la partie basale de la plante est une bonne pratique, car elle constitue un moyen de réduction des infestations par les larves (Larrain, 1992). Après arrachage de chaque culture infestée il faut respecter un délai de vide sanitaire d'environ 6 semaines avant l'installation d'une nouvelle plantation (Ramel et Oudard, 2008).

D'autres options comme l'élimination des plantes hôtes adventices et l'assolement en intercalant la culture avec d'autres cultures qui ne sont pas Solanacées peuvent constituer des moyens du contrôle du bio-agresseur (Dubon, 2010). Avant toute intervention il faut suivre les populations et mettre en place un système de surveillance permettant de déceler la présence de l'insecte.

2.6.2. Lutte curative

- **Lutte biotechnique**

Ce procédé consiste à installer dans la zone à tomate sous serre des pièges à phéromone. Le piégeage permet une détection de ce ravageur dès son apparition dans la zone de culture et permet de limiter les dégâts sur plants par la mise en place rapide de stratégies de lutte adaptées (Monserrat, 2008). Le piégeage massif a montré de bons résultats en complément à d'autres moyens de lutte puisqu'il permet de limiter au maximum les traitements curatifs à base d'insecticides dans les cultures de tomate (Michereff et Vilela, 2000).

- **Lutte chimique**

La lutte chimique contre les insectes fait appel aux insecticides. C'est la principale mesure de contrôle utilisée par les agriculteurs afin de maintenir le nombre de ravageurs en dessous du seuil de

nuisibilité. Elle est basée sur l'application de molécules détruisant ou limitant les populations des bio-agresseurs (Doré et *al.*, 2006)..

Lietti et *al.* (2005), rapportent que les organophosphorés ont été initialement utilisés pour le contrôle de *T. absoluta*, ils ont été progressivement remplacés par des Pyréthrinoïdes pendant les années 1970. Au début des années 1980, l'utilisation du Cartap en alternance avec les Pyréthrinoïdes et le Thiocyclam a donné des résultats positifs en cette période (Lietti et *al.*, 2005). Durant les années 1990, plusieurs insecticides ont été introduits, tels que l'Abamectine, l'Acylurée, le Spinosad, le Tebufonozide. Ces molécules qui ont donné satisfaction au début de leur utilisation ont commencé à perdre leur efficacité sur le terrain suite à la résistance développée progressivement par les populations de l'insecte à travers les pays d'Amérique du Sud (Siqueira et *al.*, 2001; Suinaga et *al.*, 2004).

La lutte chimique est un élément incontournable pour le programme de lutte contre la mineuse de la tomate. Elle a donné des résultats très variables selon les matières actives, tout en restant inefficace pour l'éradication complète du ravageur (Filho, 2000).

- **Lutte biologique**

En raison des aspects négatifs de l'utilisation d'insecticides, de nombreux chercheurs ont envisagé d'autres moyens de lutte contre *Tuta absoluta*. Depuis 1991, des progrès significatifs ont été accomplis dans la lutte biologique contre ce ravageur, mais les populations d'ennemis naturels sont sévèrement réduites par les applications excessives de pesticides (Michereff et Vilela, 2000).

La lutte biologique est l'usage d'organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles (Riba et *al.*, 2008). Les organismes vivants utilisés, alors appelés auxiliaires, antagonistes ou agents de lutte, peuvent être des parasitoïdes, des prédateurs, ou des pathogènes (virus, bactéries, champignons), ou des compétiteurs qui occupent la niche écologique plus vite que l'espèce nuisible (Doré et *al.*, 2006 ; Riba et *al.*, 2008), tout en maintenant un équilibre naturel (Salvo et Valladares, 2007).

a. Champignons entomopathogènes

Ces microorganismes sont des agents de lutte de grand intérêt puisqu'ils ont l'avantage d'affecter tous les stades de développement de l'insecte, y compris les œufs (Samuels et *al.*, 2002; Ferreira et *al.*, 2005). Les espèces de champignons entomopathogènes les plus utilisées en lutte biologique appartiennent aux genres *Beauveria*, *Metharizium*, *Verticillium*, *Erynia*, *Hirsutella* et *Entomophthora* (De Kouassi, 2001).

b. Bactéries entomopathogènes

Selon Starnes et *al.* (1993), plus d'une centaine de bactéries ont été identifiées comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique. Ces bactéries entomopathogènes appartiennent surtout, à trois grandes familles qui sont *Bacillaceae*, les *Enterobacteriaceae* et les *Pseudomonaceae* (Greathead et *al.*, 1994). Des études ont montrées qu'un traitement à base de la bactérie *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki* réduit significativement le nombre des larves et d'œufs pondus par *Tuta absoluta* (Ramel et Oudard, 2008).

c. Acariens parasites

Les acariens *Pyemotidae* sont souvent observés en association avec des insectes dans différents habitats, y compris les élevages (Cross et *al.*, 1975). La première observation du parasitisme des *Pyemotes* sp sur les larves de *T. absoluta* a été constatée au cours d'élevage (Cross et *al.*, 1981). Cet acarien peut parasiter également le stade nymphal et les adultes (Moser et *al.*, 1987). *Pyemotes* sp. peut constituer une nouvelle alternative pour le contrôle biologique de *T. absoluta*, mais avant de recommander son utilisation, il faut prendre en considération qu'il peut également provoquer une dermatite chez les êtres humains (Oliveira et *al.*, 2007).

d. Nématodes entomopathogènes

Les nématodes entomopathogènes sont des parasites obligatoires d'insectes qui se développent et se multiplient aux dépens de ceux-ci. Ils appartiennent à l'ordre des Rhabditidae et concernent deux genres: *Heterorhabditis* et *Steinernema* (Boemare et *al.*, 1996). Les nématodes pathogènes d'insectes sont utilisés dans certains pays comme agents de lutte biologique pour le contrôle des insectes nuisibles des cultures.

e. Lutte par les plantes ou Phytothérapie

La lutte biologique qui attire l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales comme insecticides (Boutaleb Joutei, 2010).

La plante constitue un grand potentiel pour nos sociétés. Outre le rôle alimentaire, médicinal, social, culturel et socio-économique, la plante ou les produits dérivés de plantes sont utilisés pour la conservation ou pour la protection des récoltes et des plantes (Bonzi, 2007). Il existe un grand nombre de plantes qui ont des propriétés pesticides. Les flores locales, cultivées ou spontanées, offrent beaucoup de possibilités pour la lutte phytosanitaire (Bouras et Benhamza, 2013).

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Bonzi, 2007). Les produits biodégradables provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer

la protection de leurs cultures à un coût relativement faible. La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations (Bonzi, 2007).

- **Résistance variétale**

Parmi les alternatives de la lutte chimique l'utilisation de variétés résistantes. Leite et *al.* (2004), ont étudié le facteur de résistance et de la sensibilité variétale, ils ont démontré que les variétés ayant une faible quantité de substances allélochimiques pendant les différentes phases végétatives étaient les moins infestées, alors que le contraire va attirer la mineuse vers la culture de tomate et augmente ainsi la sensibilité de ces dernières aux attaques. Chez les espèces du genre *Lycopersicon* plusieurs sources de résistance à divers ravageurs de la tomate ont été identifiées (Ventura et Vendramim, 1996). La tomate sauvage *Lycopersicon hirsutum* f. *glabratum* contient des substances toxiques pour *T. absoluta* (Giustolin et Vendramin, 1994). Cette espèce sauvage se montre comme une source de résistance contre cet insecte. Par conséquent, des recherches sont nécessaires pour la détection des génotypes résistants (Maxwell et Jennings, 1991).

Selon Demol et *al.* (2002), la création de variétés résistantes est la meilleure solution pour éviter les dégâts provoqués par le bio-agresseur. Ces résistances sont obtenues par croisement avec les espèces sauvages. Les tomates hybrides ainsi obtenues comportent de nouveaux gènes de résistances.

Chapitre III:
Juniperus oxycedrus

Chapitre III: *Juniperus oxycedrus***Introduction**

Les plantes aromatiques et médicinales ont été employées pendant des siècles comme remèdes pour les maladies humaines parce qu'elles contiennent des composantes à valeurs thérapeutiques (Nostro et *al.*, 2000). Les extraits naturels issus de ces plantes possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui peuvent être utilisés dans divers domaines à savoir la médecine, la pharmacologie et la cosmétologie (Madsen et Bertelsen, 1995).

Ces dernières années, divers métabolites secondaires des végétaux ont été largement étudiés comme source d'agents médicinaux contre diverses infections. Les classes importantes de ce groupe de composés comprennent les alcaloïdes, les composés phénoliques et les huiles essentielles. Ces substances ou composés ont une application thérapeutique contre les microorganismes pathogènes (les insectes, les bactéries, les champignons et les virus), les radicaux libres et l'inflammation (Okigbo et Omodamiro, 2006).

3.1. Généralités sur Genévrier

C'est un conifère originaire de l'hémisphère Nord, de la famille des Cupressacées, il se présente sous forme d'arbres et d'arbustes (Adams, 2004). Il produit des graines dans des fruits qualifiés de baies, rouges ou mauves. Ces derniers sont en réalité des cônes, de structure similaire aux cônes du pin. Leurs feuilles sont généralement en aiguilles sur les jeunes plantes et en écailles sur les plantes adultes. Il existe une soixantaine d'espèces de genévriers comme *J. communis*, *J. virginiana*, *J. chinensis*, *J. phoenicea*, *J. sabina* et *J. oxycedrus* (Adams, 2004).

Il était indiqué pour le traitement des problèmes urinaires et pour lutter contre la toux. Il a des propriétés antirhumatismales, carminatives, antiseptiques, antifongiques et antioxydantes (Grünwald et Jancke, 2004). Il est aussi employé pour soulager la dysenterie, l'hémorragie, l'arthrite rhumatoïdale et les douleurs menstruelles (Seca et Silva, 2006).

3.2. Espèce *Juniperus oxycedrus*

Juniperus oxycedrus est une espèce typique de la région méditerranéenne, sa répartition s'étend dans l'Afrique du nord (Maroc, Algérie et la Tunisie) (Fig.10). Il se trouve aussi en Espagne, en France, en Italie, en Portugal, en Turquie, dans la péninsule Balkanique, et aussi dans l'Est du Caucase et au Nord de l'Iran. C'est une espèce qui se développe sur des pentes sèches, mais elle est rare sur les dunes de sable. Elle apprécie les lieux arides, rocaillieux, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au chêne vert et au chêne kermès (Brus et *al.*, 2011).

Cette espèce comprend cinq sous espèces qui diffèrent selon leurs habitats, le diamètre des cônes et la largeur des aiguilles: subsp. *macrocarpa*, subsp. *badia*, subsp. *transtagana* et subsp. *oxycedrus* (Klimko et *al.*, 2007) et subsp. *rufesens* (Medini et *al.*, 2009). En Algérie, Quézel et Médial (2003) notent deux sous espèces; subsp. *rufesens* et subsp. *macrocarpa*.

L'huile de cade, extraite par distillation des branches et des bois de la plante, elle est largement employée dans la dermatologie humaine et vétérinaire pour traiter l'eczéma et autres maladies de la peau, aussi elle est utilisée comme composant de parfum dans les savons, détergents, crèmes, lotions et parfums (Bouhlal et *al.*, 1988). En outre, cette plante est également utilisée pour traiter divers maux: l'hyperglycémie, l'obésité, la tuberculose, la bronchite et la pneumonie (Sanchez de Medina et *al.*, 1994).

Les extraits de *Juniperus* présentent de nombreuses activités biologiques, c'est-à-dire antioxydants (Chaouche et *al.*, 2013), antiseptiques (Taviano et *al.*, 2013) anti inflammatoires (Lesjak et *al.*, 2013), analgésiques (Akkol et *al.*, 2009), anticancéreux (Kusari et *al.*, 2010), antidiabétiques (Orhan et *al.*, 2012) et neuroprotecteurs (Tavares et *al.*, 2012).



Figure 10: *Juniperus oxycedrus* (Originale, 2019)

La systématique de *Juniperus oxycedrus* est la suivante (Klimko et al., 2007).

Règne:	Plantes
Embranchement:	Spermaphytes
Sous-embranchement:	Gymnospermes
Classe:	Conifères
Ordre:	Coniférales
Famille:	Cupressacées
Genre:	<i>Juniperus</i>
Espèce:	<i>Juniperus oxycedrus</i> L., 1957

3.3. Métabolites secondaires de *Juniperus oxycedrus*

3.3.1. Composés phénoliques

L'étude réalisée par Lesjak et al. en 2013 sur les feuilles et les cônes femelles de *J. oxycedrus* L. subsp. *Macrocarpa*, récoltée dans la République de Croatie, leur a permis de distinguer différentes composées comme la rutine, la catéchine, la quercitrine, l'épicatéchine et l'amentoflavone. Chaouche et al. (2014) rapportent que l'écorce de racine de *Juniperus oxycedrus* récoltée en Algérie est une source riche en composés phénoliques tels que les oligomères de la proanthocyanidine, l'hexose de la quercétine, la quercitrine et le glucoside de la dysamnetine qui sont considérés comme des antioxydants naturels précieux.

Taviano et al., 2013 ont comparé la composition chimique des baies mûres de *J. oxycedrus* L. subsp. *Oxycedrus* et *J. oxycedrus* L. subsp. *Macrocarpa*, recueillis dans différentes régions de Turquie. Ils ont trouvés que la teneur totale en composés phénoliques était environ trois fois plus élevée chez subsp. *macrocarpa* ($17,89 \pm 0,23$ mg/g d'extrait) que chez subsp. *oxycedrus* ($5,14 \pm 0,06$ mg/g d'extrait). L'analyse HPLC a révélé une présence de sept composés phénoliques comme la rutine, l'hypolaétin-7-pentoside, l'apigénine, le cupressoflavone, l'amentoflavone, le biflavone, le métil-biflavone.

3.3.2. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles du genre *Juniperus* sont généralement extraites par distillation et sont le résultat d'un mélange complexe et variable de divers composés tels les terpènes et les phénols (Bertaudière-Montes et Montès, 2004).

La composition de l'huile essentielle de *J. oxycedrus* est dominée par l' α -pinène (41,3%), des quantités modérées de phellandrène, p-cymène, phellandrène, limonène, myrcène, terpénool, (E)-nerolidol et d'oxyde de manoyl. Par contre, *J. oxycedrus* ssp. *macrocarpa* contient beaucoup de

sabinène (26,5%) et de l' pinène (22,6%). L'huile de *J. oxycedrus* ssp. *badia* est riche en pinène (20,7%), mais contient moins de sabinène (0,1%) ; alors qu'elle possède des quantités importantes d'oxyde manoyl (10,9%) (Adams, 2000).

Par ailleurs, La composition des huiles essentielles des feuilles de la section *Juniperus* est généralement beaucoup plus simple et dominée par les monoterpènes simples, contrairement aux huiles essentielles de la section *Sabina*, où les monoterpènes oxygénés (par exemple le camphre) et les sesquiterpènes (par exemple cadinols, Cedrol) sont les composés majoritaires (Adams et al., 2005).

Les principaux constituants des huiles essentielles de *J. oxycedrus* sont des hydrocarbures terpéniques, en particulier pinène α , myrcène et germacrène D dans les huiles des baies et α - pinène, β -phellandrène et Δ 3-carène dans les huiles des feuilles. Bien que ces huiles sont généralement caractérisées par une teneur élevée en α -pinène, quelle que soit la sous-espèce et son origine, plusieurs compositions peuvent être distinguées en fonction du contenu et de l'abondance en d'autres composés. Par exemple, en ce qui concerne les huiles des feuilles, les compositions rapportées sont les suivantes: *J. oxycedrus* ssp. *oxycedrus* (ou sous-espèce non précisée), α -pinène (Portugal, Sardaigne et Croatie) α -pinène / Δ -3-carène (Portugal, Espagne); α -pinène / limonène (Italie, Grèce); α -pinène / limonène / α -terpinyl acétate / β -caryophyllène (Italie); α -pinène / -phellandrene / terpinolène (Grèce), germacrène D et de l'oxyde de manoyl (extrait par CO₂ supercritique, Sardaigne); pour *J. oxycedrus* ssp. *badia* et riche en α -pinène / germacrène D / oxyde de manoyl (Espagne). La troisième sous-espèce *J. oxycedrus* ssp. *macrocarpa*, α -pinène (Italie), α -pinène / terpinéol (Italie); α - pinène / sabinène (Espagne) (Boti et al., 2006) , germacrène D (Algérie) (Djebaili et al., 2013).

La composition des huiles des baies et dominée par: α -pinène (*J. oxycedrus* ssp. *macrocarpa* (Italie), *J. oxycedrus* ssp. *oxycedrus* (Portugal et Italie, des sous-espèces non spécifiées de la Croatie, Grèce et Espagne); α -pinène / myrcène (Italie); le myrcène / α -pinène/ γ -cadinène (Crète) ou myrcène / citronellol / α -pinène (Grèce); sesquiterpènes (*J. oxycedrus*, Espagne); germacrène D / pinène / myrcène (Boti et al., 2006).

3.4. Définition des huiles essentielles

Le terme huiles essentielles, également appelées huiles volatiles ou huiles étherées, est utilisé pour désigner les extraits de plantes aromatiques. Il s'agit d'un mélange de nombreux composants tels que les terpènes, les amines, le soufre, les composés halogénés (chez les algues marines), les hydrocarbures non terpéniques, et d'autres (les acides, les alcools, les aldéhydes, les phénols, etc.) (Ramawat et Mérillon, 2013).

Ce sont des composés à faible solubilité dans l'eau, mais solubles dans les graisses, l'alcool, les solvants organiques et d'autres substances hydrophobes et sont généralement liquides à température ambiante. Ils sont stockés dans des cellules spécialisées des plantes, généralement des cellules sécrétrices ou des conduits (les conduits à résine), des glandes ou trichomes (poils glandulaires) et peuvent être extraites des feuilles, fleurs, bourgeons, graines, fruits, racines, bois ou de l'écorce des plantes par différentes méthodes, y compris l'extraction par solvant et fluide supercritique, expressions sous pression, fermentation ou enfleurage, mais aussi à la vapeur basse ou haute pression ou hydrodistillation. Les huiles essentielles sont souvent décrites comme des métabolites secondaires des plantes. Traditionnellement, les métabolites secondaires sont des composés synthétisés par la plante et qui ne semblent pas être essentiels pour la croissance et le développement des plantes; mais semblent ils avoir un rôle dans le système de défense des plantes contre les herbivores animaux et microbiens (Thormar, 2011). Ils sont aussi impliqués dans l'attraction des insectes pollinisateurs et le système de communication (allélopathie) au sein du monde végétal (Buckle, 1997).

La composition chimique et la teneur des plantes en huiles essentielles sont fonction de plusieurs facteurs qui peuvent affecter la qualité de ces dernières. Effectivement, la composition chimique de toutes les plantes vivantes dépend du climat et des conditions environnementales (tels que les précipitations, l'ensoleillement, l'acidité du sol, altitude, etc.) et de la pollution. Cependant, la façon la plus simple pour être sûr de la composition de l'huile essentielle est d'utiliser des méthodes d'analyse modernes, telles que la chromatographie en phase gazeuse (CG) ou de préférence la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM) (Buckle, 1997).

3.5. Répartition et localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont produites dans le cytoplasme de certaines cellules des plantes. Une fois l'huile synthétisée, les cellules s'en séparent par synérèse (expulsion) et les gouttelettes se regroupent en plages plus étendues (Beauchesne et al, 2006).

La synthèse et le stockage des huiles essentielles sont généralement associés à la présence de structures histologiques spécialisées (Bruneton, 1999). Toutes les parties des plantes aromatiques peuvent contenir de l'huile essentielle :

- Les fleurs (oranger) ;
- Les feuilles (eucalyptus, menthe) ;
- Les organes souterrains (racines, rhizomes) ;
- Les fruits (fenouil);
- Les graines (noix de muscade) ;
- Le bois et les écorces (cannelle) (Beauchesne et al, 2006).

3.6. Activités biologiques des huiles essentielles

En dépit de leur histoire d'être considérées comme, métabolites secondaires, il devient clair que les huiles essentielles et leurs composants ont des fonctions biologiques spécifiques, dont beaucoup se prêtent à une exploitation commerciale ; la diversité et la complexité des composés présents dans les huiles essentielles, offrent à ces dernières la capacité d'affecter de nombreux systèmes biologiques. Les activités biologiques des plus grands centres d'intérêt figurent autour des applications dans la santé, l'agriculture et l'industrie cosmétique et alimentaire ; dans le domaine de la santé et de la médecine, les huiles essentielles ont un large éventail de propriétés biologiques, telles que antimicrobienne, anticancéreuse, analgésique, antioxydante, anti-inflammatoire, d'autres possèdent des effets immuno-modulateurs et antiplaquettaire, et les activités anti-thrombotiques (Thormar, 2011).

L'utilisation répandue des insecticides synthétiques a mené à beaucoup de conséquences négatives (la résistance des insecticide, la toxicité sur la faune auxiliaire, les problèmes de résidu et la pollution environnemental) ayant pour résultat l'attention croissante étant donnée aux produits naturels (Isman et Machial, 2006).

Les plantes peuvent fournir des solutions de rechange potentielles aux agents actuellement utilisés contre les insectes parce qu'elles constituent une source riche en produits chimiques bioactifs. Beaucoup d'efforts ont été donc concentrés sur les matériaux dérivés de plante pour les produits potentiellement utiles en tant qu'agents commerciaux de lutte contre les insectes (Kim et *al.*, 2003). Les plantes aromatiques sont parmi les insecticides les plus efficaces d'origine botanique et les huiles essentielles constituent souvent la fraction bioactive des extraits de plantes (Shaaya et *al.*, 1997).

3.6.1. Activité insecticide des huiles essentielles

L'effet insecticide des huiles essentielles par contact, ingestion et par fumigation a été bien démontré contre les déprédateurs des denrées entreposées, de nombreux travaux ont porté sur l'amélioration des formes d'utilisation des plantes qui permettent de renforcer et de rentabiliser leur activité insecticide (Isman, 2000). L'objectif est d'améliorer les techniques traditionnelles basées sur l'utilisation des ressources végétales renouvelables pour une meilleure gestion des déprédateurs.

Ces huiles essentielles agissent par diffusion. C'est ce qui leur permet d'atteindre toutes les interstices dans la masse de graines stockées. Elles peuvent donc être utilisées en fumigation et leur emploi est facile. Selon (Koumaglou, 1992) la technologie de leur extraction est simple et accessible à tous les niveaux.

Les huiles essentielles des plantes appartenant aux genres *Chenopodium*, *Eucalyptus* ont témoigné de leur efficacité insecticide, la poudre de *Chenopodium ambrosioides* était testée sur six ravageurs

de denrées stockées *Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius*, *S. zeamais* et *Prostephanus truncatus*, une concentration de 0,4 % provoqua la mortalité de plus de 60 % des bruches après deux jours de traitements (Tapondjou et al., 2002).

Tapondjou et al. (2002) montrent l'efficacité de l'huile essentielle de la même plante, en plus de celle d'*Eucalyptussalignasur*, *Callosobruchus maculatus*, et *C. ambrosioides*. Ces deux huiles exercent également un effet répulsif sur le bruche de niébé.

3.6.2. Activité antibactérienne

Du fait de la variabilité des quantités et des profils des composants des HEs, il est probable que leur activité antimicrobienne ne soit pas attribuable à un mécanisme unique, mais à plusieurs sites d'action au niveau cellulaire (Cox et al., 2000).

De façon générale, il a été observé une diversité d'actions toxiques des HEs sur les bactéries comme la perturbation de la membrane cytoplasmique, la perturbation de la force motrice de proton, fuite d'électron et la coagulation du contenu protéique des cellules (Davidson, 1997).

Le mode d'action des HE dépend en premier lieu du type et des caractéristiques des composants actifs, en particulier leur propriété hydrophobe qui leur permet de pénétrer dans la double couche phospholipidique de la membrane de la cellule bactérienne. Cela peut induire un changement de conformation de la membrane (Cox et al., 2000).

Une inhibition de la décarboxylation des acides aminés chez *Enterobacter aerogenes* a aussi été rapportée, les HEs peuvent aussi inhiber la synthèse de l'ADN, ARN, des protéines et des polysaccharides (Cox et al., 2001).

Néanmoins, certains composés phénoliques de bas poids moléculaire comme le thymol et le carvacrol peuvent adhérer à ces bactéries par fixation aux protéines et aux lipopolysaccharides pariétales grâce à leurs groupes fonctionnels et atteindre ainsi la membrane intérieure plus vulnérable (Dorman et Deans, 2000).

3.6.3. Activité antifongique

Dans le domaine phytosanitaire et agroalimentaire, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes et les microorganismes envahissant la denrée alimentaire (Lis-Balchin, 2002). Selon Voukouet al. (1988), les huiles essentielles les plus étudiées dans la littérature pour leurs propriétés antifongiques appartiennent à la famille des *Labiatae* : thym, origan, lavande, menthe, romarin, sauge, etc... Etant donnée la grande complexité de la composition chémotypique des huiles essentielles, malgré de possibles synergies certains auteurs préfèrent étudier l'effet d'un composé isolé pour pouvoir ensuite le comparer à l'activité globale de l'huile. Ainsi l'activité fongistatique des

composés aromatiques semble être liée à la présence de certaines fonctions chimiques. Ils concluent que les phénols (eugénol, chavicol 4-allyl-2-6-diméthoxyphénol) sont plus antifongiques et que les aldéhydes testés (cinnamique et hydrocinnamique). Ils présentent également des propriétés fongistatiques très marquées.

Les groupements méthoxy, à l'inverse, ne semblent pas apporter à ce type de molécules une fongitoxicité significative. Cette activité est estimée selon la durée d'inhibition de la croissance déterminée par simple observation macroscopique. L'activité antifongique décroît selon le type de fonction chimique : Phénols, Alcools, Aldéhydes, Cétones, Ethers et Hydrocarbures.

Parmi les aldéhydes aliphatiques, le cinnamaldéhyde s'est révélé le plus actif. En ce qui concerne les composés phénoliques, l'activité antifongique augmente avec l'encombrement stérique de la molécule (p-n-propylphénol > thymol > isoeugénol > eugénol) (Ultreet *al.*, 2002).

Chao et *al.* (2000) ont expliqués que l'addition de groupements alkyls au noyau benzène du phénol augmente le caractère antifongique. Par conséquent, un certain degré d'hydrophobicité des composés phénoliques ou aldéhydes aromatiques paraît donc requis pour exprimer une caractéristique antifongique optimale. L'activité des terpènes des huiles essentielles est en corrélation avec leur fonction chimique. Avec leurs travaux ils ont montré l'importance de la spécification du genre et de l'espèce, ainsi que de la variété de la plante d'où provient l'extrait.

3.7. Toxicité des huiles essentielles

Les HE sont des molécules actives. Elles peuvent avoir de graves effets secondaires. Il est important de respecter la posologie et la durée de la prise. Parmi ces effets, citons : des allergisants ou hypersensibilisants, photosensibilisants dus aux furocoumarines, neurotoxiques dus aux cétones, néphrotoxiques dus aux terpènes majoritaires dans l'huile essentielle de Térébenthine et des rameaux de Genévrier, hépatotoxiques dus aux phénols pris pendant des laps de temps trop importants ou à doses massives. L'eugénol, qui est l'un des constituants du Thym, est hépatotoxique. Chez l'enfant, 10 ml eugénol peut conduire à une insuffisance rénale. Il a été démontré que le linalol, l'un des constituants d'une autre espèce de thym, est cytotoxique pour les cellules de la peau humaine (El-Kolli, 2008).

En règle générale, les huiles essentielles ont une toxicité par voie orale faible ou très faible : la majorité des huiles qui sont couramment utilisées ont une dose létale (DL50) comprise entre 2 et 5 g/kg (Anis, Eucalyptus, Girofle...etc.) ou, ce qui est le plus fréquent, supérieure à 5 g/kg (Camomille, Lavande...etc.). D'autres, une quinzaine, ont une DL50 comprise entre 1 et 2 g /kg : Basilic, Estragon, Hysope (1,5ml/kg). Les plus toxiques sont les huiles essentielles de Boldo (0,13 g/kg ;

convulsions apparaissant dès 0,07 g/kg), de Chénopode (0,25 g/kg), de Thuya (0,83 g/kg), ainsi que l'essence de moutarde (0,34 g/kg) (Bruneton, 1999).

3.8. Méthodes d'extraction des huiles essentielles

Il est nécessaire de choisir la méthode la plus efficace qui donnera une huile de bonne qualité, un rendement élevé avec un coup économique faible et l'huile obtenu doit être limpide, concentrée, d'odeur fine caractéristique de la plante utilisée (Mebarki, 2010).

L'obtention des huiles essentielles des différentes parties de la plante se fait par plusieurs procédés, parmi les méthodes les plus utilisés, on cite :

3.8.1. Distillation et entraînement à la vapeur

C'est le procédé le mieux adapté à l'extraction des essences (Bego, 2001). Le matériel végétale n'est pas en contact avec l'eau, son principe réside dans l'utilisation de la pesanteur pour dégager et condenser le mélange « Vapeur d'eau- huile essentielle » dispersé dans la matière végétale (Lucchesi, 2007). Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entraînant les molécules aromatiques vers un système de refroidissement. La vapeur d'eau chargée ainsi d'essence retourne à l'état liquide par condensation, le produit de la distillation se sépare donc en deux phases distinctes : l'huile et l'eau condensée que l'on appelle eau florale ou hydrolat (Benjlali, 2004).

3.8.2. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est la méthode nommée pour l'extraction des huiles essentielles (Lucchesi, 2007). Selon Bruneton (1999), l'hydrodistillation consiste à immerger directement le matériel végétale à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite porté à ébullition, les vapeurs hétérogènes condensées sur une surface froide se transforme à l'état liquide, le mélange l'huile- eau se sépare par différence de densité. Cette méthode est généralement utilisée en cas des huiles essentielles dont les constituants chimiques sont thermorésistants.

3.8.3. Extraction par solvants volatils

C'est une méthode qui est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on ne peut extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les composants des huiles essentielles. Dans ce procédé un épuisement des plantes est effectué à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé « concrète ». Le traitement de cette concrète par l'alcool absolu conduit à « l'absolu » (Duraffourd et Lapraz, 2002). Le choix du

solvant est influencé par des paramètres techniques et économiques : sélectivité, stabilité, inertie chimique, température d'ébullition pas trop élevée pour permettre son élimination totale et pas trop faible pour éviter les pertes, sécurité de manipulation c'est à dire non toxique ou inflammable (Bruneton, 1999).

3.8.4. Extraction par enfleurage :

Ce procédé met à profit la liposolubilité des composants odorants des végétaux dans les corps gras, elle consiste à déposer des plantes en particulier les organes fragiles (pétale des roses) sur une couche mince de graisse. Selon les espèces, l'absorption des huiles essentielles des pétales par le gras peut prendre de 24 heures à 72 heures. Les pétales sont éliminés et remplacés par des pétales frais jusqu'à saturation du corps gras. On épuise ce corps gras par un solvant que l'on évapore ensuite sous vide (Benjlali, 2004).

3.9. Conservation des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des substances sensibles et très délicates, ce qui rend leur conservation difficile et obligatoire dans le but de limiter les risques de dégradation, ces dégradations peuvent modifier leurs propriétés si elles ne sont pas enfermées dans des flacons opaques à l'abri de la chaleur et de la lumière ; elles se conservent plusieurs années à l'exception des huiles essentielles des huiles essentielles extraites des zestes d'agrumes qui ne se conservent plus de 2 ans (Valnet, 2000).

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

I.1 Objectif

Tuta absoluta est considérée de nos jours, comme l'un des ravageurs les plus importants de la tomate (Pires et *al.*, 2010). Elle constitue un facteur limitant du développement de la culture puisqu'elle peut causer entre 70 et 100% de pertes (Pratissoli et Parra, 2000).

Elle est devenue résistante contre les insecticides habituellement utilisés, ce qui a incité les chercheurs à apporter des solutions vraiment efficaces, moins coûteuses et protectrices de l'environnement.

Cette étude consiste à tester le pouvoir insecticide des huiles essentielles des rameaux, des feuilles et des fruits de l'espèce végétale «*Juniperus oxycedrus*» sur les larves de «*T. absoluta*» dans le cadre de la valorisation des substances issues d'une source naturelle végétale.

I.2. Matériel biologique

I.2.1. Matériel animal

Il s'agit du ravageur principal «*T. absoluta*», le plus connu sur la culture de la tomate communément nommé la mineuse de la tomate. Les larves ont été récoltées sur des feuilles de tomate infestées élevées sous serre dans la ferme expérimentale de l'université de Mostaganem.

I.2.2. Matériel végétal

J. oxycedrus a été récoltée pour réaliser des bio-essais sur la mineuse de la tomate. La récolte de la plante a été réalisée au cours du mois de mars de la forêt de Stidia près de la réserve d'insertion de l'arganier située à 15Km à l'Ouest de la ville de Mostaganem (Fig.11).



Figure11 : Photo satellitaire du site d'échantillonnage (Google Earth, 2019)

Afin d'assurer une bonne extraction, le choix des feuilles et des fruits de *J. oxycedrus* (noix de cade) a porté sur des plantes fraîches saines et matures. Après prélèvement, les échantillons sélectionnés ont été mis dans des sacs en plastiques et transportés immédiatement au laboratoire (Fig.12).

Les différents essais ont été réalisés au niveau du laboratoire pédagogique de biochimie de la faculté SNV (ex ITA), Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.



Figure12 : *J. oxycedrus*(Originale, 2019)

I.3. Extraction des huiles essentielles

Pour accomplir cette partie de notre travail expérimental nous avons procédé à la pesée de 700g de matière végétale sèche dont les rameaux, les feuilles et fruits de *J. oxycedrus*, auxquels nous avons ajouté 2 litre d'eau distillée, et mis dans le dispositif d'entraînement à la vapeur en marche à une température de 100°C pendant 150 minutes.

La vapeur d'eau et les molécules aromatiques condensées ont été récupérées dans un tube gradué dans lequel la décantation a été effectuée. La séparation entre eau et huile essentielle se fait par différence de densité, ce qui permet de le récupérer facilement.

I.3.1 Calcul du rendement en huiles essentielles

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal sec à traiter (Carré, 1953).

$$R = (M/M_0) \times 100$$

R: Rendement en huile essentielle exprimé en %.

M : Masse en grammes de l'huile essentielle.

M₀ : Masse en grammes du matériel végétal sec à traiter.

Préparation des dilutions

A partir de l'huile obtenue, les doses à tester sont préparées par dilutions diluée avec l'acétone à 10% suit 5%, 10% et 15%.

Les témoins sont constitués par de l'eau distillée pour le témoin négatif et de l'acétone à 10% pour le témoin positif.

I.4. Test biologique *in vitro*

Le test a été réalisé *in vitro* dans des boîtes de Pétrie, ces dernières doivent être aérer pour éviter l'asphyxie des larves testées. Les couvercles des boîtes ont été confectionnés de manière à permettre l'aération par la présence d'un tulle à maille fine pour empêcher la sortie des larves.

Pour ce faire, dans chaque boîte de Pétri, nous avons déposé des feuilles de tomate saines sur des disques de papier absorbant imbibé d'eau distillée afin de garder la foliole fraîche, permettant le bon développement des larves durant la période d'observation.

Trois larves de *T. absoluta* (du même stade) ont été déposées délicatement sur la foliole. Le traitement des larves a été effectué par pulvérisation de l'huile en forme d'un jet sur les 03 larves en les rassemblant pour éviter la perte du produit.

Les doses utilisées ont été obtenues à partir de l'huile initiale. Trois concentrations ont été préparées : 5% ; 10%; et 15%. Pour chacune des concentrations ainsi que pour le témoin, cinq répétitions ont été réalisées (Fig.13).

Les observations ont été effectuées quotidiennement afin de déterminer l'effet larvicide de l'huile de *J. oxycedrus* sur la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Le dénombrement des larves mortes est effectué après 24 heures du traitement, puis pendant huit jours de traitement.



Figure 13 : Dispositif expérimental du test biologique *in vitro* (Originale, 2019).

II. Paramètres étudiés

II.1. Détermination du taux de mortalité

Selon Benazzeddine (2010), l'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individu dénombré mort dans une population traitée par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe, en fait dans toute population traitée une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formule d'Abbot (1925) :

$$\text{Mc\%} = [(\text{M0\%} - \text{MT\%}) / (100 - \text{MT\%})] \times 100$$

Mc% : Mortalité corrigée exprimé en %.

M0% : Mortalité observée après la pulvérisation.

MT% : Mortalité observé dans le témoin.

II.2. Détermination des doses létales 50 et 90

La DL50 et DL90 sont dans leur forme la plus simple, les doses d'un composé qui provoquent une mortalité de 50% et 90% dans une population d'insectes mais en expérience. C'est-à-dire ayant reçu une administration unique d'un produit dans des conditions expérimentales bien définies. Cette détermination est fondée sur l'évaluation des réponses de tout ou rien : mort ou survie des insectes (Wallace, 2008). L'efficacité d'un toxique se mesure par sa DL50 et DL90 qui représentent les quantités de substance toxique entraînant la mort de 50% et 90% d'individus d'un même lot respectivement. Elles sont déduites à partir du tracé de régression des mortalités corrigées (Benazzeddine, 2010).

II.3. Analyses statistiques

Les données des traitements ont été examinées par l'analyse de la variance (ANOVA). Le test de Student-Neuman-Keuls est utilisé pour comparer les moyennes, lorsque l'ANOVA montre une signification. $P \leq 0,05$ indique un effet significatif.

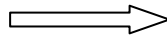
Chapitre II

Résultats et discussion

I. Résultats

I.1. Rendement en huiles essentielles

$$R = (M/M_0) \times 100$$



$$R = 0,7/700 \times 100 = 0,1\%$$

$$R = 0,1\%$$

I.2. Mortalité larvaire

Les résultats de cette étude montrent que les huiles essentielles extraites à partir des feuilles de *Juniperus oxycedrus* utilisées pour les différents traitements semblent avoir un effet sur le développement des différents stades larvaires de *T. absoluta*.

Les données des traitements sont consignées dans les figures 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 et 21.

I.2.1. Stade L1

Selon les résultats enregistrés, les huiles essentielles extraites des feuilles de *Juniperus oxycedrus* ont agi différemment sur le comportement des larves du premier stade (L1) de *T. absoluta*.

En effet, lorsque ces dernières ont été soumises à un traitement par pulvérisation de l'eau distillée (témoin négatif) et des solutions des huiles essentielles à des concentrations de 5, 10 et 15% (Fig.14), l'influence des dits composés est restée sans effet pendant les premières heures du fait de leur pénétration lente. Ceci a abouti à une mortalité de l'ordre de 13,33% 24h après le début de l'épandage. Contrairement aux tests précédents, les larves traitées par l'acétone (témoin positif), un taux de mortalité de 40% a été enregistré seulement 24h après l'application du traitement.

Comparativement aux premières observations, l'action semble reprendre timidement 48h après avec un taux de mortalité cumulée de 33,33% chez les larves traitées à l'eau distillée. Une mortalité de 53,33% a été inscrite suite à l'application du témoin positif et d'une concentration de 5% de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus*.

Ce n'est qu'après un temps relativement long que les huiles essentielles se sont mises en contact avec les larves. C'est ainsi que les plus importantes mortalités, de l'ordre de 66,67 et 86,67%, ont été comptabilisées respectivement chez les larves traitées par des concentrations de 10 et 15%, 48h après le début des traitements. Au vu des résultats périodiques, la totalité des individus L1, morts à la fin de l'expérimentation.

La figure 18 illustre l'évolution des taux des mortalités corrigées des L1 en fonction du temps et de la dose des huiles des feuilles de *Juniperus oxycedrus* utilisé. La plus forte dose (15%) occasionne une mortalité totale (100%) des larves au 3^{ème} jour suivi par les doses (5 et 10%) au quatrième jour de traitement.

I.2.2. Stade L2

Les données du test relevées sur le lot des L2 confirment les informations recueillies chez les L1. En effet, au cours des premières observations, les huiles essentielles ont engendrés des mortalités comparables (Fig.15) à ceux obtenues précédemment (L1).

Une faible mortalité a été consignée 24h après la pulvérisation des différentes solutions. Après 48h, les mortalités observées ont été plus élevées chez les larves traitées par 10 et 15% de l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* atteignant respectivement 53,33 et 73,33% de l'effectif total.

En parallèle, selon les résultats mentionnés dans la figure 15, il apparaît que les taux de mortalité cumulée sur les larves du deuxième stade de *T. absoluta*, n'ayant pas subi de traitement, sont nettement inférieurs avec des taux de 73,33 et 60% respectivement dans les lots témoins (négatif et positif), après 4 jours de traitement. Une mortalité estimée à 100% au niveau des différents traitements, à la fin de l'expérimentation.

Par tranches d'heures, un maximum de 80% de mortalité a été enregistré entre 48 et 72h, soit 20% de moins par rapport aux L1 (80% vs 100%), ceci montre en partie l'efficacité des huiles selon l'âge des larves de *T. absoluta*.

En comparant les taux des mortalités cumulées avec les taux des mortalités corrigées illustrés sur la figure 19, on constate que les doses 10 et 15% sont les plus efficaces avec un taux de mortalité corrigée de 100% après une exposition de 96h.

I.2.3. Stade L3

D'après la figure 16, les feuilles de tomate contaminées par les larves L3 et qui ont été traitées par pulvérisation avec l'huile essentielle de *Juniperus oxycedrus* à 15% ont montré une action rapide de la solution, engendrant par conséquent un taux de mortalité de 33,33% 24h après l'application, alors que pour les témoins positif et négatif des mortalités de 20 et 13,33% ont été observées respectivement.

L'effet des solutions des huiles essentielles à des concentrations de 10 et 15% s'est poursuivi, plus de la moitié de la population des L3 sont mortes 72h après traitement. Les plus fortes mortalités sont visibles 5 jours après traitement avec des taux de 73,33% chez les larves traitées à l'eau distillée et par la solution 15% et de 100 et 86,67 % respectivement en présence des concentrations 5 et 10%. Il est important de signaler qu'à la fin de l'expérimentation toute l'efficacité de la solution d'huile à 5% a été montrée avec un taux de mortalité 100%.

Une mortalité corrigée estimée à 100% a été observée sur les L3, 5 jours après pulvérisation des solutions d'huile à des doses de 5 et à 93,33% à des doses de 10% et 15% (Fig.20).

I.2.4. Stade L4

La figure 17 montre les taux de mortalités enregistrées sur les feuilles de tomate minées par les larves du quatrième stade. Il semble que l'effet de l'huile essentielle a débuté, chez les individus traités par des concentrations de 5 et 10%, 24h après l'application avec 6,67 et 13,33% de larves mortes, respectivement. Par contre, aucune mortalité n'a été observée sur le lot traité par la solution de 15%. 48h après, la mortalité cumulée a enregistré une légère augmentation.

Après 4 jours de traitement, le maximum d'individus atteints est noté, au niveau des lots conduits à 5 et 15% d'huile avec 80% de mortalité (Fig.17). A la fin des tests, l'huile a atteint la totalité des larves de quatrième stade (100%) à des doses de 10 et 15%.

De même pour les L4, la dose 10% a causé une mortalité corrigée de 100% à partir du 5^{ème} jour (Fig.21).

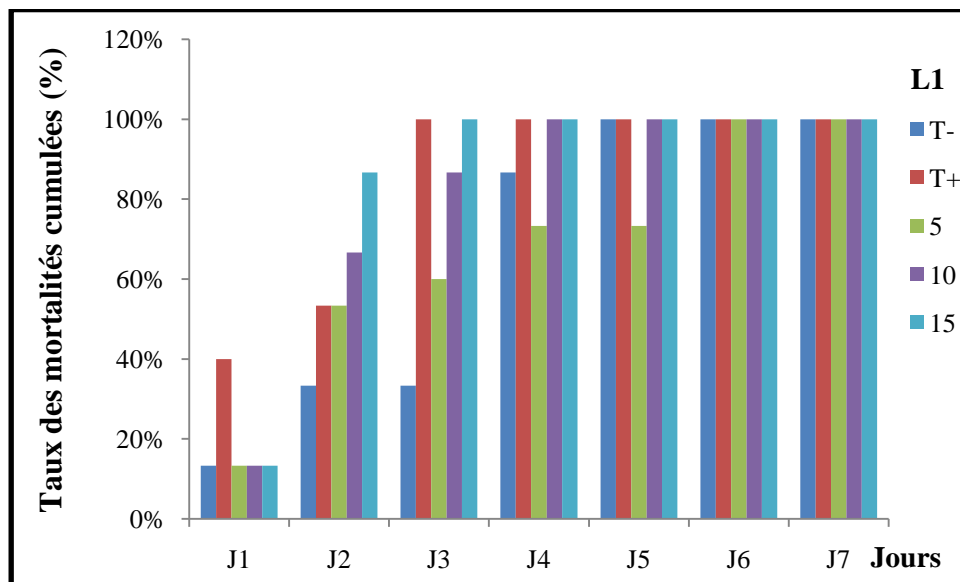


Figure 14 : Mortalités cumulées des larves de premier stade (L1) de *T. absoluta* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

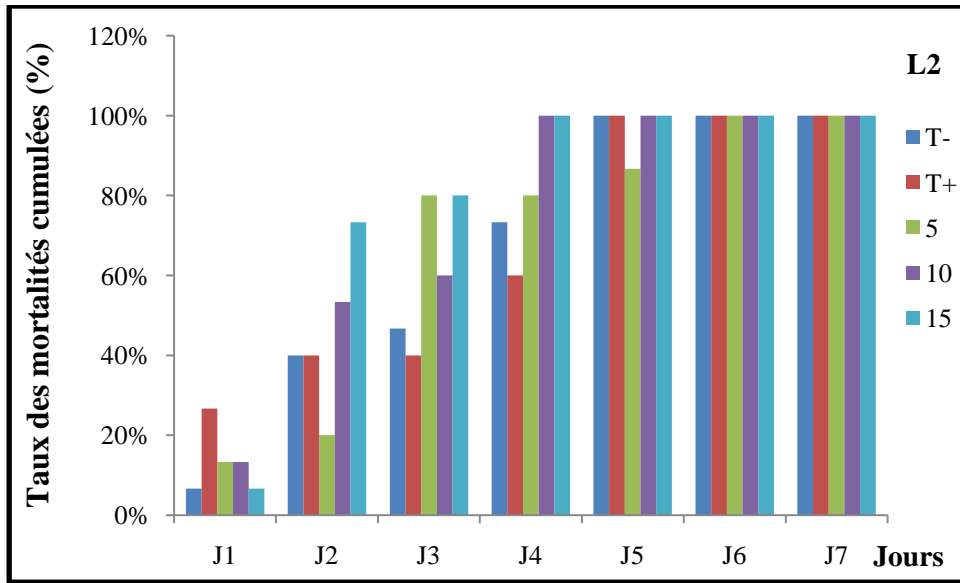


Figure 15 : Mortalités cumulées des larves de deuxième stade (L2) de *T. absolutat* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

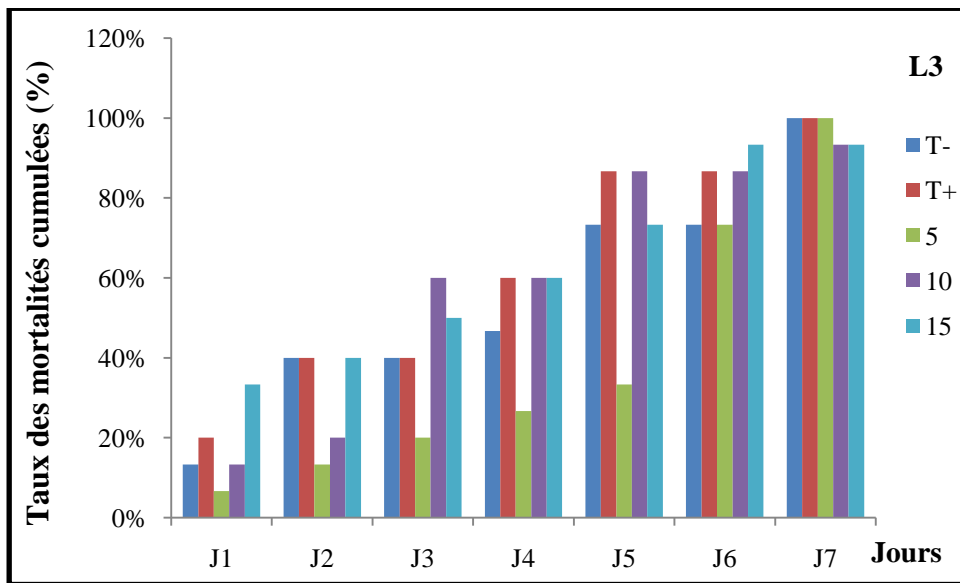


Figure 16 : Mortalités cumulées des larves de troisième stade (L3) de *T. absolutat* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

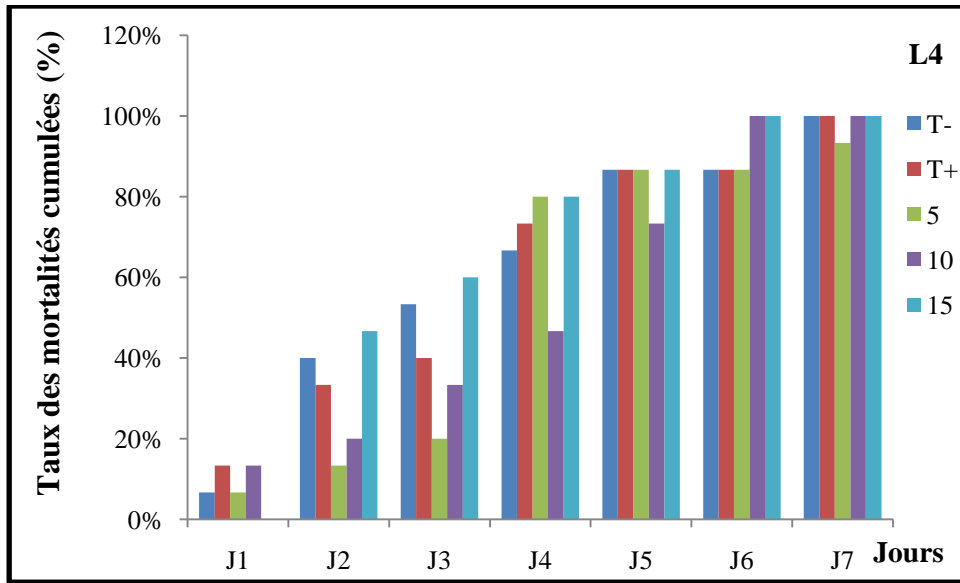


Figure 17 : Mortalités cumulées des larves de quatrième stade (L4) de *T. absoluta* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

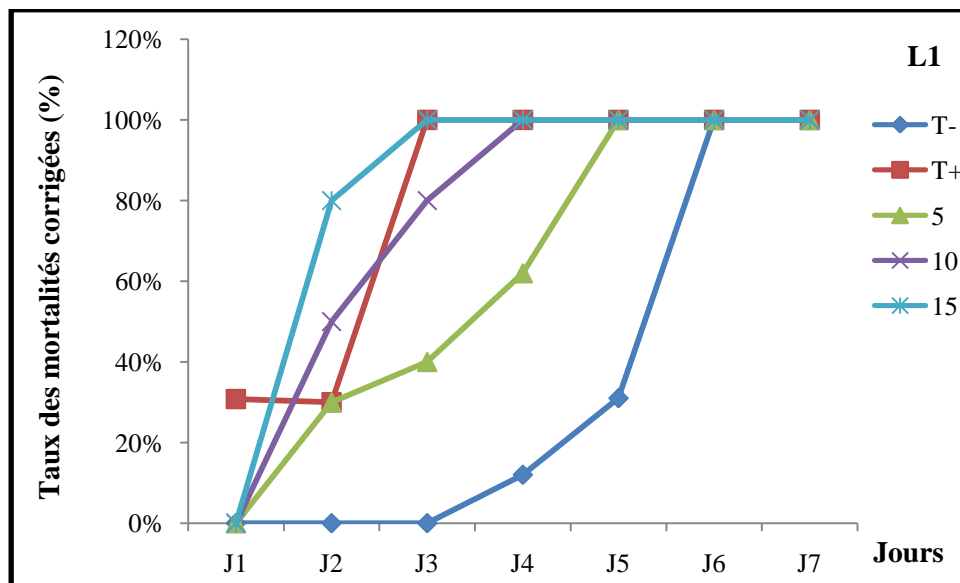


Figure 18 : Mortalités corrigées des larves de premier stade (L1) de *T. absoluta* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

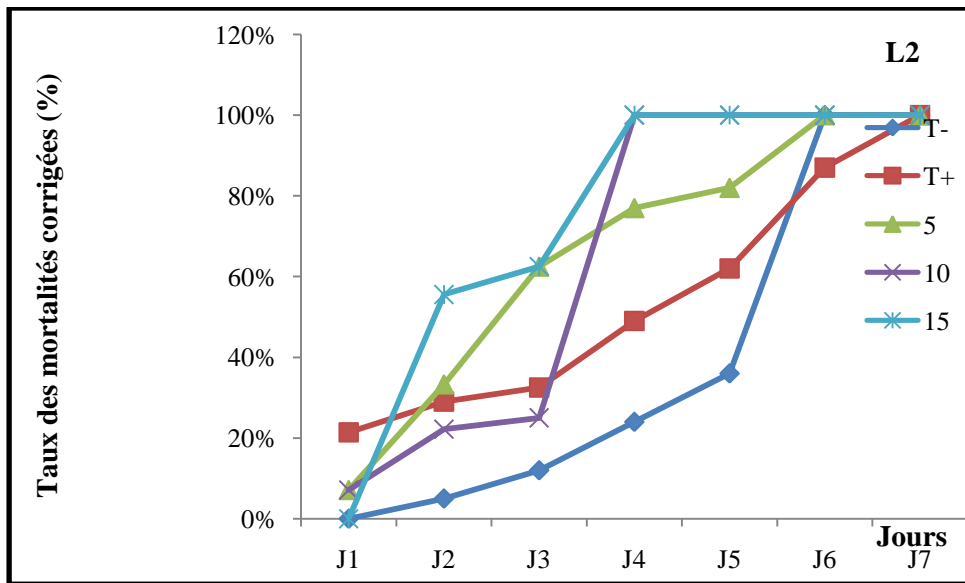


Figure 19 : Mortalités corrigées des larves de deuxième stade (L2) de *T. absoluta* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

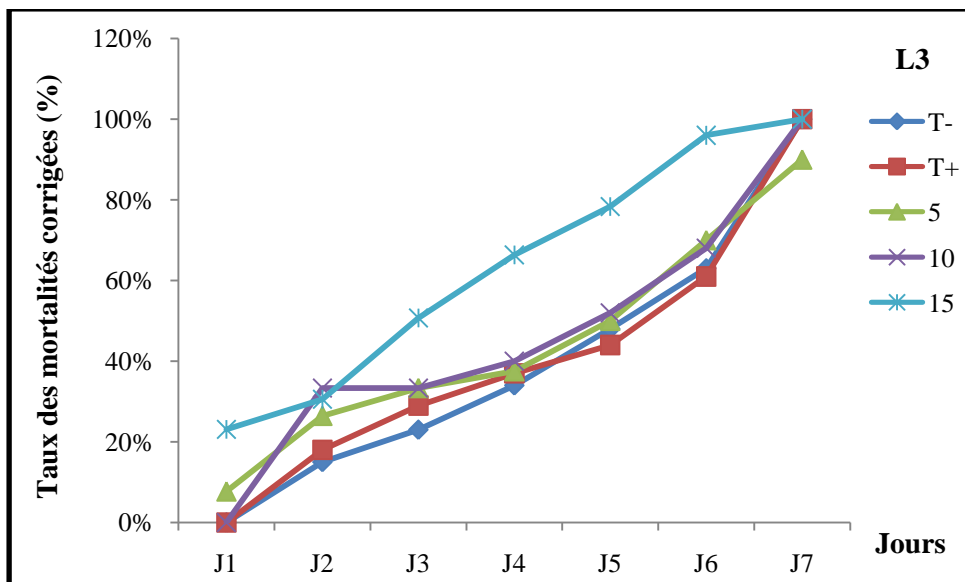


Figure 20 : Mortalités corrigées des larves de troisième stade (L3) de *T. absoluta* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

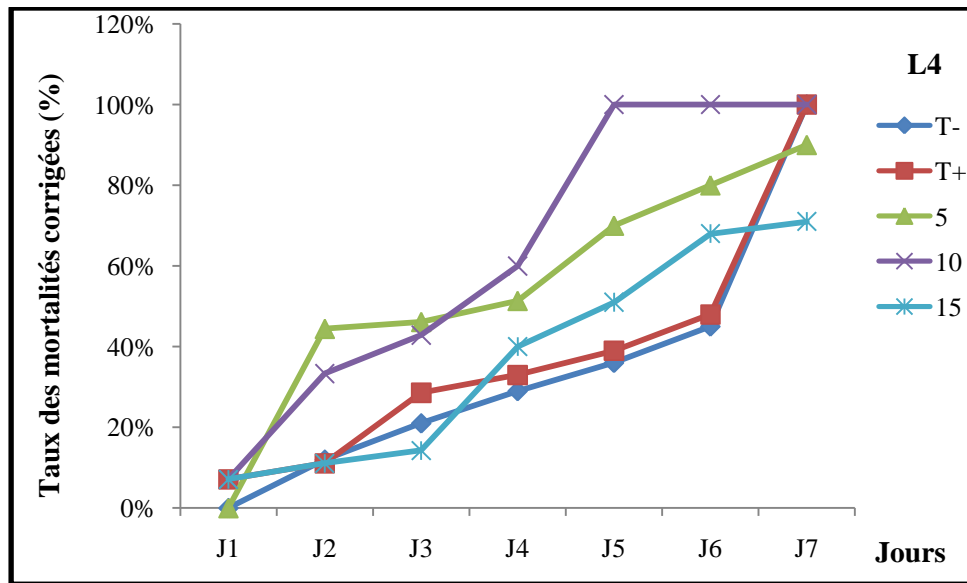


Figure 21 : Mortalités corrigées des larves de quatrième stade (L4) de *T. absoluta* traitées avec l'huile essentielle de *J. oxycedrus*.

I.3. Taux de transformation des larves en stade nymphale

La figure 22 illustre le passage du troisième et quatrième stade larvaire en nymphe à un taux de 13,33% noté au deuxième jour de traitement, pour atteindre un taux de 20% les quatre derniers jours.

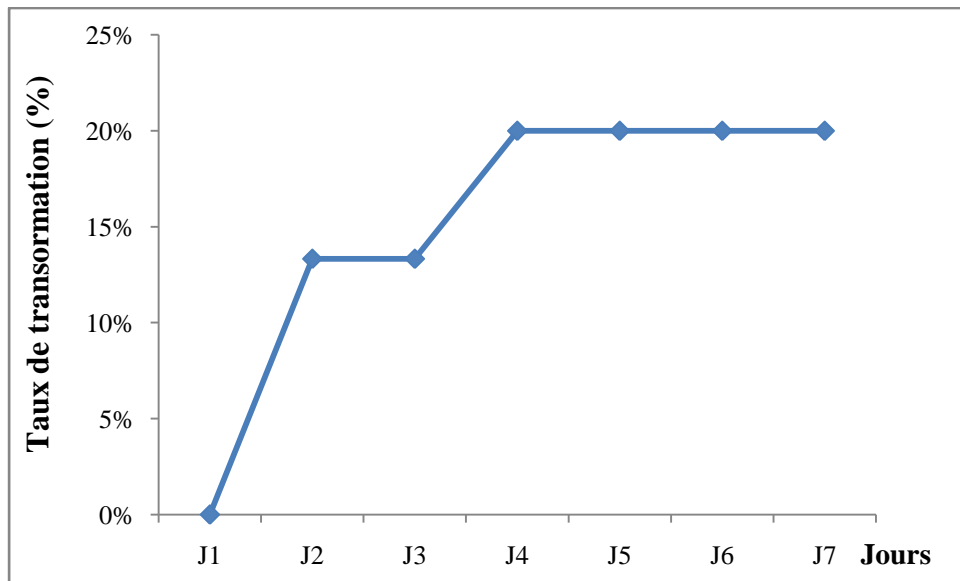


Figure 22 : Taux de transformation des larves de *T. absoluta* en nymphes

I.4. Sensibilité des stades larvaires de *T. absoluta* (L1, L2, L3 et L4) aux huiles essentielles de *Juniperus oxycedrus*

L'objectif de cette analyse est de mettre en relief l'influence du facteur traitement sur la mortalité des larves de *T. absoluta*. Pour se faire et pour chaque traitement, les mortalités enregistrées huit jours après l'exposition des larves aux huiles essentielles ont été prises en considération et cela pour chacun des stades larvaires dont les taux ont été additionnés. Les moyennes observées sur les lots de traitements ont été comparées par la méthode de Newman-Keuls au seuil de signification $\alpha = 0,05$ (Tab.1, 2 et 3/Annexe 1).

L'analyse de la variance à deux critères de classification a mis en évidence l'effet du facteur "traitement" avec $F_{4,3} = 8,51$ à $P < 0,05$ (Tab.1/Annexe 1).

Selon les données enregistrées, il semble que le niveau de mortalité est réellement lié à l'âge de la larve; les larves les plus jeunes (L1 et L2) sont les plus sensibles.

La solution des huiles essentielles utilisée agit d'une manière significative 48h après la première intervention, avec des taux d'efficacité de 68,88 ; 48,88 ; 24,44 et 26,66% respectivement pour les L1, L2, L3 et L4.

L'efficacité de la solution est frappante sur les jeunes larves (L1=77,14% et L2=71,43%) contrairement aux L3 et L4 avec respectivement 57,24 et 61,33%.

Dans la même perspective des analyses, l'interaction des facteurs "traitement" et "stade larvaire" a mis en évidence un effet significatif avec une valeur $F_{4,3} = 3,682$ ($P < 0,05$). En effet, sur les larves de *T. absoluta* traitées, une différence significative est notée entre les différents stades ; les L3 sont révélées les moins sensibles à l'application des huiles essentielles avec 60,76%, par contre la

mortalité enregistrée sur les larves de second stade (L2) est la plus élevée avec 69,71% suivi des L4(65,14%) et des L1 avec 64,94. La sensibilité des différents stades larvaires de *T. absoluta* à la solution des huiles essentielles de *J. oxycedrus* est significativement différente en fin d'expérimentation; les larves les plus jeunes sont avérées les plus sensibles (Tab.3/Annexe 1).

En dépit de cette action létale différente selon les stades testés, la sensibilité des larves est restée remarquablement significative lorsqu'elles ont été exposées à la solution des huiles essentielles.

I.5. Calcul des DL 50 et DL 90

Le calcul de la corrélation entre les doses des huiles essentielles et la mortalité corrigée des larves de *T. absoluta*, montre la relation proportionnelle qui existe entre les différentes doses et le taux de mortalité des larves (Fig.23).

A partir de l'équation de la droite de régression qui correspond respectivement à la mortalité corrigée en fonction des concentrations des huiles *Juniperus oxycedrus* sur les la mortalité des larves de *T. absoluta*, La DL 50 calculée est de 3,09% et la DL90 obtenue est égale à 8,19%.

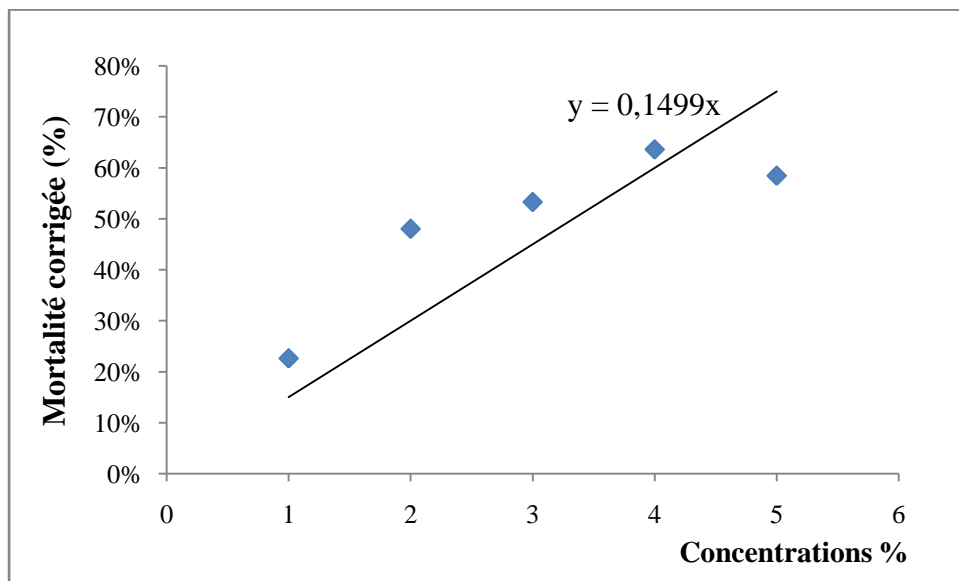


Figure 23 : Mortalités corrigées des larves de *T. absolutas* sous l'effet des huiles essentielles de *J. oxycedrus*.

II. Discussion

Le résultat obtenu du rendement en huiles essentielles de *Juniperus oxycedrus.L* est similaire au rendement trouvée par (Dop et al., 2006) obtenu à partir des feuilles de la même espèce récoltée dans la région de Déjela en Algaree (0,1%), d'autre part le rendement de de la meme espèce en huiles essentielles est de (2,12%) en Turquie (Alan et al.,2016) , de (1,2%) en Espagne (Llorens-Molina et al., 2016) (Fig.24).

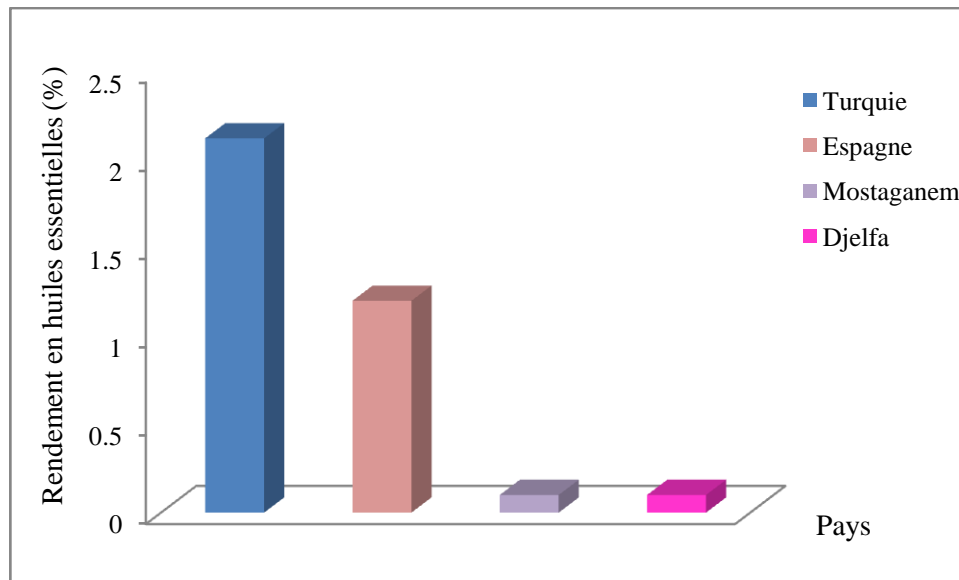


Figure 24 : Rendement en huiles essentielles de *Juniperus oxycedrus L*

Dans le programme de lutte contre des espèces nuisibles, la compréhension des altérations, induites par l'exposition aux pesticides pourrait contribuer à prédire l'effet toxique se produisant au niveau de l'organisme biologique (Fransco et Guilhermino, 2002) et orienter ainsi les organismes décideurs vers un choix raisonné dans les molécules par rapport à l'agent nuisible à contrôler. Le développement de la résistance aux insecticides suscite de plus en plus l'intérêt des scientifiques en vue du contrôle des divers insectes nuisible, dont les ravageurs de cultures. Le choix des pesticides doit donc se faire impérativement en tenant compte de l'absence de toxicité pour l'environnement mais aussi en fonction du phénomène de résistance (Jiang et Mullao, 2009). Cependant, l'utilisation des bio-pesticides comme toute substance introduite dans l'organisme n'empêche pas l'apparition et le développement d'une résistance.

Les plantes sont connues par la synthèse de métabolites secondaires à effets pesticides ou insectifuges. Ces substances permettent aux végétaux de se défendre contre les différents bio-agresseurs.

Plusieurs substances d'origine végétale ont été testées sur les pucerons et la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Ait Taadaouit et al. (2011) ont étudié l'effet des extraits éthanoliques de l'*Argania spinosa* et *Thymus vulgaris* sur les larves de ce *T. absoluta*, un taux de mortalité très important (90 %) a été enregistré avec la 1ère plante. Allal-Benfekih et al. (2011) ont obtenu une toxicité de plus de 75 % en utilisant les extraits aqueux de l'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urticaurens* pour combattre ce ravageur. De même, Konan et al. (2014) ont obtenu une mortalité de 100% parmi les populations larvaires de *T. absoluta*, après 04 jours seulement d'application des extraits éthanoliques d'*Azadirachta indica*.

Peu de travaux sur les effets bio-pesticides des plantes spontanées ont été menés. L'Algérie dispose de plusieurs espèces végétales qui sont connues par leurs effets biocides (Lakhdari et al., 2016).

Le présent travail expose des données préliminaires sur cet aspect. La plante étudiée *J. oxycedrus* a montré une importante toxicité contre la mineuse de la tomate *T. absoluta*.

L'activité insecticide des huiles essentielles de *J. oxycedrus* sur *T. absoluta*, est faible pour les stades larvaires avancés (L3 et L4) et efficace sur les L1 et L2 même à une concentration faible de 5%.

La nature volatile des constituants des huiles essentielles; nous amène à penser que le principe actif serait probablement un ou des constituants volatils contenus dans l'huile essentielle. Les effets toxiques et répulsifs de cette huile essentielle pourraient dépendre de sa composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes (Casida, 1990). Les huiles essentielles contiennent par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (Cseke et Kaufman, 1999). La composition de l'huile essentielle de *J. oxycedrus* est dominée par l' α -pinène (41,3%), des quantités modérées de phellandrène, p-cymène, phellandrène, limonène, myrcène, terpineol, (E)-nerolidol et d'oxyde manoyl (Adams, 2000). Cependant, il serait difficile de penser que l'activité insecticide de cette huile se limite uniquement à certains de ses constituants majoritaires; elle pourrait aussi être due à un autre constituant ou à un effet synergique de plusieurs constituants (Agnes et al., 2009).

Les résultats obtenus dans ce travail montrent que les huiles essentielles de *J. oxycedrus* pourraient constituer des substances premières très intéressantes pour la formulation de bio-insecticides pour lutter contre le principal ravageur de la tomate *T. absoluta*. Néanmoins, des essais au champ seront nécessaires pour confirmer l'intérêt pratique de ces résultats.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Dans le but d'apporter des éclaircissements sur le rôle des huiles essentielles dans la lutte contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, des travaux expérimentaux ont été consacrés à l'évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles des feuilles de l'espèce *Juniperus oxycedrus* récoltée dans la wilaya de Mostaganem (Stidia) sur les différents stades larvaire de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.

Les résultats du test *in vitro* montrent que les taux de mortalité des larves traitées sont supérieurs à ceux des larves témoins pour les différents stades larvaires. En effet l'huile essentielle de *J. oxycedrus* présente une activité insecticide faible pour les stades larvaires avancés L3 et L4 et efficace sur les L1 et L2 même à une concentration faible de 5%.

A travers cette étude, il a été constaté que la plante étudiée nécessite une DL50 qui dépasse les 3,09% et une DL90 dépassant les 8,19%.

Au terme de ce travail on peut conclure que la plante *J. oxycedrus* manifeste une activité insecticide à l'égard des larves de *T. absoluta*. La plante étudiée est prometteuse comme source de bio-insecticides et ouvre des possibilités d'investigations dans le domaine de la lutte biologique. Il est donc impératif de conserver les huiles de cette plante afin de découvrir leur rôle dans la lutte biologique contre les insectes.

Le présent travail, ouvre de nouvelles perspectives de recherches permettant d'expliquer la pour le mode d'action de ces huiles et d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité toxique contre les insectes. Pour ce faire il serait donc nécessaire de:

- ✚ Tester ces huiles essentielles, *in vivo*, pour mieux comprendre le mécanisme d'action des molécules bioactives de cette plante, leur dose thérapeutique ainsi que leur toxicité. Cela permettrait de préparer des produits pharmaceutiques de grand intérêt thérapeutique.
- ✚ Inciter les agriculteurs à utiliser des produits naturels pour réduire l'action combinée de *tuta absoluta* et de ces maladies microbiennes sans nuire à l'environnement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abbott W.A. 1925.** Method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of economic Entomology* 18: 265-267.
- Adams R.P. 2000.** Systematics of *Juniperus* based on leaf essential oils and random amplified polymorphic DNAs (RAPDs). *Biochemical Systematics and Ecology* 28. 515- 228.
- Adams R.P. 2004.** *Junipers of the World: The Genus Juniperus*. 4th Edition, Trafford Publishing, Vancouver, B. C.
- Adams R.P., Julie A.M, Ram N.Pand Andrea E. S. 2005.** Cryptic Speciation between *Juniperus deltoides* and *Juniperus Oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean. *Biochemical Systematics and Ecology* 33(8): 771–87.
- Agnes F. N., Tapondjou1 A.L., Tendonkeng F. and Tchouanguiep F. M. 2009.** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *TROPICULTURA*, 2009, 27, 3, 137-143.
- Aït 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* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae). Actes du 1er Congrès International de l'Arganier, Agadir (Maroc), 15-17 décembre 2011, Pp :411-417.
- Akkol E.K., Güvenç A. and Yesilada E. 2009.** Comparative study on the antinociceptive and anti-inflammatory activities of five *Juniperus* taxa. *Journal of Ethnopharmacology*, **125**(2): 330-336.
- Alan S., Kürkçüoğlu M. and Şener G. (2016).** Composition of the Essential Oils of *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* Growing in Turkey. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*. 13(3): 300-303.
- Allal L., Benfekif I., Bellatreche M., Bounaceur F. et Tail G. 2011.** Première approche de l'utilisation d'extraits aqueux d'*Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urtica urens* contre les stades endophytes de *Tuta absoluta* (Lepidoptera, gelechiidae) ravageur tomate en Algérie, 683p.
- Arno J. et Gabbara R. 2010.** Resultados de las experiencias de control biológico de la pillila del tomate en cultivo de invernadero y aire libre en Cataluña. *Phytoma España* 217: 65-68.
- Baba Aissa F. 1999.** Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb), Librairie moderne, Rouïba, 173 p.
- Baci L. 1995.** Les contraintes au développement du secteur des fruits et légumes en Algérie : faiblesse des rendements et opacité des marchés, Ed. CIHEAM. Options Méditerranéennes, Série. B / n°14, pp : 265-277.
- Beauchesne A., Bellefleur E. and Lacroix G. 2006.** L'huile essentielle d'orange.
- Bego Ph. 2001.** Connaître l'essentiel sur les huiles essentielles. Collection aromathérapie pratique et familiale, Ed. MDB Paris, pp.2-3.
- Ben Hassena A. 2009.** Induction de la réaction de défense chez les plantes pour lutter contre les maladies. Thèse doctorat 134 pp. Université de Tunis.

- Benjlali B. 2004.** Extraction des plantes aromatiques et médicinales cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Manuel pratique. Huiles essentielles : de la plante à la commercialisation. 17-59
- Bennazedine. S . 2010.** Activité insecticides de cinq huiles essentielles vis-a-vis de *Sipophuloryzae* (Coleoptera ; Cuculionidea) et *Tribolium cofusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El Harrache. Alger.
- Benton J.J. 1999.**Tomate plante culture: In the field, Greenhouse and Home garden. By CRC press LLC. P183.
- Bentvelsen C.L.M. 1980.** Réponse des rendements à l'eau. Ed. Dunod. 235p.
- 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. pp 16.
- Bertaudière-Montes V. and Montès N. 2004.***Le Genévrier*, éd. Actes Sud, *Le Nom de l'arbre*, 96 pp.
- Biurrun N. 2008.** *Tuta absoluta* la polilla del tomate, Ed. i.t.a.Agricola, pp: 16-18.
- Blancard D., Laterrot H., Marchoux G.et Candresse T., 2009.** Les maladies de la tomate: identifier connaître, maîtriser: Versailles, FRA : Editions Quae, 750 p.
- Boemare N.E., Laumond C., Mauleon H. 1996.** The entomopathogenic nematode-bacterium complex: biology, life cycle and vertebrate safety. *Biocontrol Science Technology*, 6: 333–346.
- Bogorni P.C., Silva R.A. et Carvalho G.S. 2003.** Leaf mesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum* Mill. *Ciencia rural*, Santa Maria : V23 n°1 Janv.Févr., 7-11.
- Bonzi S. 2007.** Efficacité des extraits aqueux de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) : cas particulier de *Colletotricum* graminicola (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et Van Kesteren, Mémoire de diplôme d'études approfondies en gestion intégrée des ressources naturelles. Burkina faso.
- Boti J.B., Bighelli A., Cavaleiro C., Salgueiro L. and Casanova J. 2006.** Chemical Variability of *Juniperus Oxycedrus* Ssp. Oxycedrus Berry and Leaf Oils from Corsica, Analysed by Combination of GC, GC-MS and 13C-NMR. *Flavour and FragranceJournal* 21(2): 268–73.
- Bouhlal K., Meynadier J.M., Peyron J.L., Peyron L., Marion J.P., Bonetti G. and Meynadier J. 1988.** Le cade en dermatology. *Parfums, Cosmétiques et Aromes*, 83:73-82.
- Bouras A. et Benhamza S.2013.** Impact de deux extraits végétaux, le basilic *Ocimum basilicum* et l'ail *Alliumsativum*, dans la lutte contre la mineuse de tomate *Tutaabsoluta* sur six varietes de tomate *Lycopersicumesculentum* sous abris plastique a L.T.D.A.S. de Hassi Ben Abdellehourgla. P 30-31-32.
- Boutaleb Joutei A.2010.** Synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique qu Maroc. Proceeding du septieme Congrès de l'association Marocaine de protection des plantes. Rabat, Maroc. Vol 2. 377-389.

- Brun R. Montarone M. 1987.** Influence de la concentration saline de la solution nutritive sur la réaction de la plante. *Ed : inra. Paris.*
- Bruneton J. 1999.** Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales. Edition Techniques et documentation. 3^{ème} Edition Lavoisier, Paris. 1120
- Brus R., Ballian D., Zhelev P., Pandz M., Bobinac M., Acevski J., Raftoyannis Y. and Jarni K. 2011.** Absence of geographical structure of morphological variation in *Juniperus oxycedrus L. subsp. Oxycedrus*. *European Journal of Forest Research*. **130** (4): 657-670.
- Buckle J. 1997.** Clinical aromatherapy. *Essential oils in practice* 2nd ed. United States of America, 424 p.
- Casida J.H. 1990.** Pesticide mode of action, evidence for implications of a finite number of biochemical targets. *In: Casida J.E. (ed.). Pesticides and alternatives. Innovative chemical and Biological Approaches to Pest Control. Amsterdam: Elsevier, pp. 11-22.*
- Celma A.R., Cuadros F. and Lopez-Rodriguez F. 2009.** Characterization of industrial tomato by-products from infrared drying process. *Food bioproducts proc.*, 87;282-291.
- Chao S.C., Young D.G. and Oberg G.J. 2000.** Screening for inhibitory activity of essential oils on selected Bacteria, Fungi and viruses. *Journal of Essential oil Research*. 12, p:639-649.
- Chaouch T.M. 2013.** Contribution à l'étude des activités anti oxydantes et anti microbiennes des extraits de quelques plantes médicinales. TLEMCEN.
- Chaouche T. M., Haddouchi F., Atik-Bekara F., Ksouri R., Azzi R., Boucherit Z., Tefiani C. and Larbat R. 2014.** Antioxidant, haemolytic activities and HPLC–DAD–ESI–MSn characterization of phenolic compounds from root bark of *Juniperus oxycedrus subsp. oxycedrus*. *Industrial Crops and Products*. **51**: 6-10.
- Chaux C. et Foury C.I. 1994.** Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruits. Tec et Doc Lavoisier. 226p.
- Cox S.D., Man C.M. and Markham J.L. 2001.** Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*, *J. App. Microbial*. 91:492-497.
- Cox S.D., Man C.M., Markham J.L., Bell H.C., Gustafson J.E., Warmington J.R., Willie S.G. 2000.** The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tree oil). *J. App. Microbial*. 88: 170-175.
- Cross W.H., McGovern H.W. et Cross E.A. 1975.** Insect hosts of parasitic mites called *Pyemotes ventricosus* (Newport). *J. Ga. Entomol. Soc.*, 10, 1-8.
- Cross W.H., Moser J.C. et Rack G. 1981.** Some new forms of *Pyemotes* (*Acarina: Pyemotidae*) from forest insects, with remarks on polymorphism. *Internat. J. Acarol.*, **7**, 179-196.
- Cseke, L.J. et P.B. Kaufman. 1999.** How and why these compounds are synthesized by plants. Pages 37-90. In Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), *Natural Products from Plants*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- D.S.A. 2015, 2016.** Direction des services agricoles de la wilaya de Mostaganem. Service des statistiques.

- Davidson P.M. 1997.** Methods for testing the efficacy of food antimicrobial. *Food Technology*, 43, p:148-155.
- De Kouassi M. 2001.** Les possibilités de la lutte microbiologique. Emphase sur le champignon entomopathogène *B. bassiana*. *Vertigo* : vol 2 ; n° 2.
- Demol J., Baudoin J., Louant B., Marechal R., Mergeai G. et Otoul E. 2002.** Amélioration des plantes ; application aux principales espèces cultivées en régions tropicales. Ed. Les presses agronomiques de Gembloux, ASBL. Belgique. 105p.
- Derwich E. And Chabir R. 2011.** Identification of the volatile constituents of the essential oil of *juniperus oxycedrus* (cupressaceae) from the north centre region of morocco. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 4: 50-54.
- Desmas S. 2005.** Analyse comparative de compétitivité : le cas de la filière tomate dans le contexte euro-méditerranéen. Thèse Ing. Agr., Inst. Agr. Méditerranéen. Montpellier. France. pp 10.
- Djebaili H., Zelligui A. and Gherraf N. 2013.** Germacrene-D a characteristic component of the Essential Oils from the Leaves of *Juniperus oxycedrus* ssp . *macrocarpa* (S . et Sm .) Ball Growing in El Kala. , *J. Nat. Prod. Plant Resour.*, 3 (1):40-44.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N. 2006.** Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*. 97: 654–660.
- Doré T., Roger-Estrade J., Le Bail M. et Ney B.M.P. 2006.** L'agronomie aujourd'hui, Quae Eds. 384p.
- Dorman H.J.D. et S.G. Deans, 2000.-** Antimicrobial agent from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, 88 (2), 308-316.
- Dubon. 2010.** Tout reste à tester sur *Tuta absoluta*. Réussir fruits et légumes, n°291
- Dupon F. et Guignard J.L. 2012.** Botanique les familles de plante. Edition Elsevier Masson. France, 300 p.
- Duraffourd C. et Lapraz J.C. 2002.** Traité de phytothérapie clinique. Ed malonie. Paris.
- El Kolti M. 2008.** Contribution à l'étude de la composition chimique et de l'activité antimicrobienne des huiles essentielles d'*Athemispedunculata* Desp., d'*Athemispunctata* Vahi. et de *Daucus crinitus* Desf. Mémoire de Magistère, Département de biologie, Faculté des sciences, UFA de Sétif.
- EPPO. 2008.** Eppo reporting service-pests and Diseases, n°7, 17p.
- EPPO. 2009.** Eppo reporting service-pests and Diseases, n°10, 24p.
- EPPO. 2011.** Joint International Symposium on management of *Tuta absoluta* Agadir, Morocco, 2011-11-16/18.
- EPPO. 2016.** First report of *Tuta absoluta* in Bulgaria. EPPO Reporting Service, 1(02): 2.
- Estay P.P et Bruna A. 2002.** Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile. Santiago, INIA Centro regional de investigacion, La platina. 111p.

- Estay P.P et Bruna A., 2002.** Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile. Santiago, INIA Centro regional de investigacion, La platina. 111p.
- FAOSTAT. 2015, 2016.** Base des données des statistiques de l'organisation des nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Favier J.Irland-Riper J., Toque C. et Feinberg M. 2003.** Phytostimulants et eliciteurs pour végétaux : propriétés et garanties réglementaire- Séminaire sur les recherches en agriculture biologique INRAACTA Draveil, 20-21 nov 2003. 8P.
- Fera M. 2009.** The Food and environment Resarch Agency, Fera confirms the first outbreak in the UK of *Tuta absoluta* – the South American tomato moth.
- Fernandez S. et Montagne A. 1990.** Biología del minador del tomate, *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Boletín de entomología Venezolana. 5(12): 89-99.
- Ferreira J.F., Marques E.J., Marques I.M.R., Oliveira J.V. et Santos Junior H.J.G. 2005.** efeito de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorokin sobre ovos de *Alabama argillacea* (Huebner.) (Lepidoptera: Noctuidae). *Magistra* 17 (3), 19–123.
- 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. Thèse de doctorat 116 pp. Université deValencia.
- Filho M. M., Vilela E. F., Jhamb G. N., Attygallec A., Svatos A. et Meinwald J. 2000.** Initial Studies of Mating Disruption of the Tomato Moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) Using Synthetic Sex Pheromone ; J. Braz. Chem. Soc., Vol. 11, No. 6, p : 621-628.
- Fransco M.F. and Guillhermino L. 2002.** Effects of dimithoate and beta-naphtho flavone on selected biomarkers of *Poecilia reticulata*. *Fish.Physiol.Biochem.*,26, 149-156.
- Fraval A. 2009.** La Mineuse sud-américaine de la tomate. INSCYES 12. N°154, 1 p.
- Gallais A. et Bannerot H. 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées, objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, Paris. 382p.
- Germain J.F., Lacordaire A.I., Cocquempot C., Ramel J.M. et Oudrad E. 2009.** PHM- revue horticole (04/09). N°512.
- Giustolin T.A. et Vendramim J. 1994.** Efeito de duas especies de tomateiro na biologia de *Scrobipalpus absoluta* (Meyrick). *An. Soc. Entomol. Brasil*, p.p, 511-517.
- Greathead D.J., Kooyman C., Launois-Luong M.H. et Popov G.B. 1994.** Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Ed. Cirad/Prifas, Collection Acridologie Opérationnelle, Montpellier, 147p.
- Grünwald J. et Jancke C. 2004.** Guide de la phytothérapie. *Editions Marabout*, 416.
- Guenauoui 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.
- Guenauoui Y. 2010.** Première observation de la mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2010. *Phytoma*, N°:617, p.p.18 -19.

- Guenauoui Y. et 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-8ème Conférence Internationale sur les ravageurs en Agriculture, Montpellier SupAgro, France, 22-23 octobre 2008. ISBN 2-905550-17-1. 645-651P.
- Haji F.N.P., Oliveira C.A.V., Amorim Neto M.S. et Batista J.G.S. 1988.** Flutuação populacional da traça do tomateiro no submédio São Francisco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.23, n.1, p.7-14.
- Heller R. 1990.** Physiologie végétale 2. Développement. Masson. Paris.
- Hireche M. 2013.** Etude de l'activité antioxydante de la tomate séchée. Thèse de doctorat 27-28.
- Hopkins W.G., 2003.** Physiologie Végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge .R. Ed. de Boeck, pp.309-362.
- Houamel S. 2013.** Etude bioécologique des thrips inféodés aux cultures sous serre dans la région d'El Ghrous (Biskra). Mémoire de Magister en sciences agronomiques de l'université de Biskra, 68 p.
- Huat J. 2008.** Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de la tomate de plein champ à Mayotte. Thèse doctorat. L'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech., 264 p.
- INPV. 2008.** Nouveau prédateur de la tomate : états des lieux et programme d'action » Note de L'Institut National de la Protection des Végétaux, Ministère de l'Agriculture, Algérie, Juillet 2008, 11p.
- Isman M.B. 2000.** Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection., N° 19. pp 603-608.
- Isman M.B. and Machial C.M. 2006.** Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. In: Rai, M., Carpinella, M.C. (Eds.),
- Jiang Y. and Mullao S. 2009.** Laboratory and field evaluation of spinosad, biorational natural product, against larvae of Culex mosquitoes. J. Am Mosq control Assoc., 25(4), 456-66.
- Jiang Y.X., De Bals-Bedford I.D., Nombela G. and Muniz M. 2004.** Effect of *Bemisia tabaci* biotype in the transmission of Tomato Yellow Leaf Curl Sardinia Virus (TYLCSV-ES) between tomato and common weeds. Span. J. Agric. Res. 02 (1): 115-119.
- Kim D.O., Jeong S.W. and Lee C.Y. 2003.** Antioxydant capacity of phenolic photochemicals from various cultivars of plums. food chemistry, 81, 321, 326.
- Klimko M., Boratynska K., Montserrat J.M., Didukh Y., Romo A., Gomez D., Kluza-Wieloch M., Marcysiak K. and Boratynski A. 2007.** Morphological variation of *Juniperus oxycedrus* subsp. *Oxycedrus* (Cupressaceae) in the Mediterranean region. *Flora -Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 202(2): 133-147.
- Konan E.M., Taha A.K.C. and Mahmoud M.E.E. 2014** Effects of Botanical Extracts of Neem (*Azadirachta indica*) and Jatropha (*Jatropha curcus*) on Eggs and Larvae of Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). Persian Gulf Crop Protection, 3 (3): 41-46

- Koumaglo H.K. 1992.** Quelle alternative pour le développement du monde rural. La Valorisation des Production Végétales : Cas des Produits Aromatique et des Huiles Essentielles. Réunion Scientifique Internationale. IRST Butare, pp.263-268.
- Kusari S., Zuhlke S. and Spiteller M. 2010.** Chemometric evaluation of the anticancer prodrug podophyllotoxin and potential therapeutic analogues in *Juniperus* and *Podophyllum* species. *Phytochemical Analysis*, 22(2): 128- 143.
- Lakhdari W., Dehliz A., Acheuk F., Mlik R., Hammi H., Doumandji-Mitiche B., Gheriani S., Berrekbia M., Guernit K. et CHERGUI S. 2016.** Ethnobotanical study of some plants used in traditional medicine in the region of Oued Righ (Algerian Sahara). *Journal of Medicinal Plants Studies* 2016; 4(2): 204-211.
- Lambert L. 2006.** Lutte anti insectes appliquée aux tomates de serre, MAPAQ ; (QC). Profil de la culture des tomates de serre au Canada. Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre pour la lutte antiparasitaire. Agriculture et agroalimentaire. Canada. Aout 2006.
- Larrain P. 1992.** Plagas en cultivos bajo plástico. IPA La Platina 73, p. 41-52.
- Laumonier A. 1979.** Culture légumineuses et marichaires; Tome III, édition J.B Bablière, Paris, 112 pages.
- Leclant F., 1999-** Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. II Cultures maraichères. ACTA – Séverine PELOQ. 98 p.
- Leclerc B. et Raynal J.J. 2014,** Elles sont bonnes mes tomates ! , Terre vivante, 120p. (ISBN 978-2-36098-121-2).
- Leite G.L.D., Picanco M., Jham G.N. et Cienc F.M. 2004.** Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: *Gelechiidae*) and *Liriomyza spp.* (Diptera: *Agromyzidae*) attacks on *Lycopersicon esculentum* Mill. Leaves, Ed. agrotec, Lavras, v. 28, n. 1, p. 42-48.
- Lesjak M.M., Beara I.N., Orcic D.Z., Risti J.D., Anackov G.T., Bozin B.N. and Mimica-Duki N.M. 2013.** Chemical characterisation and biological effects of *Juniperus foetidissima* Willd. 1806. *LWT - Food Science and Technology*, 53(2): 530-539.
- Lietti M.M.M., Botto E. et Alzogaray R.A. 2005.** Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Neotropical entomology* 34(1):113-119.
- Liorens-Molina J. A., Vacas S. and Sabater J. (2016).** Essential oil composition of berries and leaves of *Juniperus oxycedrus ssp. oxycedrus* L. from two typical substrates of Valencia (Spain). *Natural Volatiles & Essential Oils*. 3: 23-30.
- Lis-Balchin M. 2002.** « Geranium and pelargonium: the genera *Geranium* and *Pelargonium* ». CRC Press, Taylor & Francis, London, pp: 116-131, 147-165, 184-217.
- Lucchesi ME., Smadja J., Bradshaw S., Louw W. and Chemat F. 2007.** Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *J. Food Engineer.* 79 :1079- 1086.
- Madsen H. L. and Bertelsen G. (1995).** Spices as antioxidants. *Trends Food Science Technology*. 6: 271-277.

- Mailhot D., Marois J. and Wright D. 2007.** Arthropod management and applied ecology: Species of thrips associated with cotton flowers. *Journal of Cotton Science*, 11:186-198.
- Maison P. et Masson G. 1982.** Premières observations sur la spécificité de la résistance du pêcher à la transmission aphidienne du virus de la Sharka. *Agronomie*, 2 (7): 681-683 maraîchère.
- Maxwell F.G. et Jennings P.R. 1991.** Breeding plants resistant to insects. New York: John Wiley. 683p.
- Mazollier C., Oudard E. et Beliard E. 2001.** Les lépidoptères ravageurs en légumes biologiques. Fiche 01, TECHNITAB, FLASHMEN GAP, 04 p.
- Mebarki N. 2010.** Extraction de l'huile essentielles de thymus fantaisie et application à la formulation d'une forme medicamenteuse-antimicrobienne. These magister. Université de Boumerdes. pp :124.
- Medini H., Marzouki H., Chemli R., M. L. Khouja, B. Marongiu B., Piras A., Porcedda S. and Tuveri E. 2009.** Comparison of the antimicrobial activity and the essential oil composition of *juniperus oxycedrus* subsp. *Macrocarpa* and *j. oxycedrus* subsp. *rufescens* obtained by hydrodistillation and supercritical carbon dioxide extraction methods. *Chemistry of Natural Compounds*. 45 (5): 739-741.
- Melouk S., Bounaceur F. and Guendouz-Benrima A. 2013.** Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Hemiptera :Aleyrodoidea) at Biskra crop area in South Algeria. *Atchives of Applied Science Research*, 05 (6): 222-226.
- Michereff Filho M. et Vilela E.F. 2000.** Traça-dotomateiro, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), Pragas introduzidas. Holos editora, São Paulo, pp. 81-84.
- Mihsfeldt L.H. et Parra J.R.P. 1999.** Biologia de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) em dieta artificial : ISSN 0103-9016, *Sci. agric.* vol.56 n.4. 125-133.
- Molla O., Monton H., Beitia F. et Urbaneja A. 2008.** La pollilla del tomate, una nueva plaga invasora, *Tuta absoluta* (Meyrick), Eds. Agrotécnicas, S.L. CIF B80194590 Terallia, 69:36-42.
- Montserrat Delgado A. 2008.** La polilla del tomate “*Tuta absoluta*” en la región de Murcia: bases para su control, Consejería de Agricultura y Agua, Región de Murcia, 74 p.
- Moreno L., Bello R., Beltran B., Calatayud S., Promo-Yufer E. and Esplugues J. 1998.** Pharmacological screening of different *Juniperus oxycedrus* L. extracts. *Pharmacology and Toxicology*. 82: 108–112.
- Moriones E. and Luis-Arteaga M. 2002.** Integrated pest and disease management in greenhouse crops. Kluwer academic publishers. p.: 16-33 *Science*, 11:186-198.
- Morse J.G. and Hoddle M.S. 2006.** Invasion biology of thrips. *Annu. Rev. Entomol.*, 51 : 67-89.
- Moser J.C., Smiley R.L. et Otvos S. 1987.** A new *Pyemotes* (Acari: Pyemotidae) reared from the douglas-fir cone moth. *Int. J. Acarol.* 13: 141-147.
- Naika S., De Jeude J.V.L., De Goffau M., Hilmi M., Van Dam B. et Florijn A. 2005.** La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation, cinquième édition révisée, Agromisa Foundation, coll. « Agrodok », Wageningen, 105 p. (ISBN 90- 8573-044-9).

- Nostro A., Germano M.P., D'Angelo A., Marino A. and Cannatelli M.A. 2000.** Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Letters and Applied Microbiology*. **30**(5): 379-385.
- Notz A.P. 1992.** Distribution of eggs and larvae of *Scrobipalpa absoluta* in potato plants. *Revista de la Facultad de Agronomía (Maracay)* 18, 425–432.
- Okigbo R.N. and Omodamiro O.D. 2006.** Antimicrobial Effect of leaf extracts of Pigeon Pea (*Cajanus cajan* (L) Millsp) on some human pathogens. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. **12**(1/2): 117-127.
- Oliveira C.R.F., Cysneiros M.C.H. et Hatano E. 2007.** Occurrence of Pyemotes sp. On *Tuta absoluta* (Meyrick): Brazillian Archives of Biology and Technology. ISSN 1516-8913. Vol 50 no6: 929-932.
- Orhan N., Aslan M., Demirci B. and Ergun F. 2012.** A bioactivity guided study on the antidiabetic activity of *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus* L. Leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, **140**(2): 409– 415.
- Oriani M.A.G., Vendramin J.D. and Vasconcelos C.J. 2011.** Biology of *Bemesia tabaci* (Genn.) B biotype (Hemiptera, Aleyrodidae) on tomato genotype. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, V. 68 (1): 37-41.
- Pereira S.J., Becker W.F., Wamser A.F., Mueller S. et Romano F. 2008.** Incidence of adult males of tomato moth in conventional and integrated tomato production systems in Caçador, SC : *Agropecu. Catarin.*, v.21, n.1 : 66-73.
- Pires LM., Marques E.J., Oliveira J.V. et Alves S.B. 2010.** Selection of Isolates of entomopathogenic Fungi for Controlling *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and their Compatibility with Insecticides Used in Tomato Crop. *Neotropical Entomology* 39(6), p. 977-984.
- Pirtat M. et Foury C. 2003.** Histoire de légumes: Des oridines à l'orée du XXIe siècle; Institut national de la recherche agronomique (France) ; Publié par Edition Quae, 2003 ; ISBN 2738010660, 9782738010667 : 410P.
- Polese J.M. 2007.** La culture des tomates. Institut nationale de recherche Agronomique. N° d'édition 84416.
- Povolny D. 1994.** On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (Lepidoptera: Gelechiidae) mining Solanaceae. *Acta Universalis Agriculturae*, 23, 379-393.
- Quezel P. and Médail F. 2003.** Ecologie et biogéographie des forets méditerranéens. Edition Scientifique et Médicale, Elsevier SAS, Paris. p292.
- Ramawat K.G. and Merillon J.M. 2013.** Natural products, phytochemistry, botany and metabolism of alkaloids, phenolics and terpenes. Springer reference, 4135p.
- Ramel J.M. et Oudard E. 2008.** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) éléments de reconnaissance, 2p.
- Ray Y. Et Coste C., 1995.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA. 111p. Edition 01.

- Regnault-Roger C., Vincent C. et Philogène B. 2008.** Bio pesticides d'origine végétal: bilan et perspectives. Deuxième Edition. Ed. *Tec ET Doc*, Paris. 1-24p.
- Riba G., Sforza R. et Silvy C. 2008.** Lutte biologique. In : La Science au présent 2008. Une année d'actualité scientifique et technique. Encyclopædia Universalis France, 201-213.
- Riley D.G., Joseph S.V., Srinivasan R. and Diffie S. 2011.** Thrips vectors of tospoviruses. *J. Integ.PestMngmt*, 1 (2), 10.
- Rondoni G., Ielo F., Ricci C. and Conti C. 2014.** Intraguild predation responses in tow aphidophagous coccinellids identify differences among juvenile stages and aphid densities. *Insectes* (5): 974-983.
- Saettel L.L. 2000.** Valeur nutritionnelle de la tomate. Diététiciens diplômé d'état. Copyright L. Livernais-Saettel 2000.
- Salama H.M., Fouda I. A., Ismail I. and Shehata I. 2014.** Life Table Parameters and Fluctuations in the Population Density of the Moth *Tuta absoluta* (Meyrick) - (Lepidoptera: Gelechiidae). *Current Science International* 3(3): 252-259, 2014, ISSN: 2077-4435.
- Salvo A. et Valladares G.R. 2007.** Leaf-miner parasitoids and pest management, *Cien.Inv.Agr*, 34(3) : 167-185.
- Samuels R.I., Coracini D.L.A., Santos C.A.M. et Gava C.A.T. 2002.** Infection of *Blissus antillus* (Hemiptera: Lygaeidae) eggs by the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana*. *Biol. Control* 23 (3), 269–273.
- Sanchez de Medina F., Gamez M.J., Jimenez I., Jimenez J., Osuna J.I. and Zarzuelo A. 1994.** Hypoglycemic activity of juniperbernes. *Planta Medica*, 60 :197-200.
- Schoen L. 2009.** *Tuta absoluta* (Meyrick): la chenille mineuse venue d'ailleurs, n°232. (03/09)
- Seca M.L., Silva A.M.S. 2006.** The chemical composition of the *Juniperus* genus (1970-2004), recent progress in medicinal plants. *Phytomedicines*.16:402–522.
- Shaaya E., Kostjukovski M., Eilberg J. and Sukprakan C. 1997.** Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. *Journal of Stored Products Research* 33, 7-15
- Shankara N., De Jeud J.V.L., De Jeffau M. et Vandam B. 2005.** La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas.105p.
- Silva S.S. 2008.** Reproductive biology factors influencing the behavioral management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae); dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em entomologia Agrícola, da universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Entomologia Agrícola 12 (3), 369–370.
- Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C., Fragoso D.B. et Magalhaes C. 2001.** Abamectin resistance and synergism in Brazillian population of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), *International Journal of Pest Management*. ISSN 0967-08774. 47(4): 247-251.
- Starnes R.L., Liu C.L et Marone P.G. 1993.** History, use and future of microbial insecticides. *Amer. Entomol.* 39: 83-91.1.

- Suinaga F.A., Casali V.W.D., Picanço M. et Foster J. 2004.** Genetic divergence among tomato leaf-miner populations based on AFLP analysis. *pesq. Agropec bras, Brasília*, v.39, n.7, p.645-651.
- Tanksley S.D., Ganai J.P., Prince M.C., De-Vicente M.W., Bonierbale P., Broun T.M., Fulton J. J., Giovannoni S., Wing W. et Young N.D. 1992.** High density molecular linkage maps of the tomato and potato genomes. *Genetics* 132: 1141–1160.
- Tapondjou L.A., Adler C., Bouda H. and Fontem D.A. 2002.** Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambroceoides* leaves as post-harvest grain protectants against six-stored product beetles. *Journal of Stored and Products Research*. Vol 38: 395-402
- Tavares L., Gordon J., Fortalezasa S., Stewart D., Ricardo B.F. and Cláudia N. 2012.** The neuroprotective potential of phenolic-enriched fractions from four *Juniperus* species found in Portugal. *Food Chemistry*, **135** (2): 562-570.
- Taviano M.F., Marino A., Trovato A. and Bellinghieri V. 2013.** *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* and *Juniperus oxycedrus* L. Subsp. *macrocarpa* (Sibth.& Sm.) Ball. “berries” from Turkey: Comparative evaluation of phenolic profile, antioxidant, cytotoxic and antimicrobial activities. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, **58**: 22–29.
- Thiman K.V.C. et Nonard P. 1956.** Les facteurs de la croissance cellulaire végétale : les auxines, in Les facteurs de croissance cellulaire. Exp. Brasilia, v.22, n.2, p243- 248.
- Thormar H. 2011.** Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents. JohnWiley & Sons, Ltd. United Kingdom, 334p.
- Torres J.B., Faria C., Evangelista W.S.J. et Pratisoli D. 2002.** Within-plant distribution of the leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) immatures in processing tomatoes, with notes on plant phenology: *International journal of pest management*, 47(3) 173-178.
- Trottin-Caudal Y. 2011.** Maîtrise de la protection intégrée : Tomate sous serres et abris, Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, p125.
- Uchoa-Fernandes M., Della Lucia T.M.C. et Vilela E.F. 1995.** Mating, oviposition and pupation of *Scrobipalpuloides absoluta* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Anais Sociedade Entomologica do Brasil*, 24(1), 159-164.
- Utree A., Slump R.A, Steging G. and Smid E.J. 2002.** Antimicrobial activity of carvacrol on rice. *Journal of food protection*. 63,p:620-624.
- Urbaneja A., Monton H. et Molla O. 2009.** Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. *J. Appl. Entomol.* 133 (2009) 292–296p.
- Valnet J. 2000.** Aromathérapie. Ed. Maloine S. A.alteration of *saccharomyces cerevisiae*. *Phyther. Res.* 19(5), 405-8.
- Van Eck J., Kirk D.D et Walmsley A.M. 2006.** *Agrobacterium Protocols : Second Edition Volume 1.* Edited by Kan Wang. ISBN 1-58829-536-2. Humana Press Inc.507p.
- Ventura M. et Vendramim J.D. 1996.** Efeito de genótipos de *Lycopersicon* spp. contendo diferentes teores de aleloquímicos sobre *Phthorimae operculella* (Zell.). *Ecología Austral* 11: Pp. 153-158.

Vokou D., Kokkini S. and Bressiere J.M. 1988. *Origanum onites* (Lamiaceae) in Greece
Distribution, volatile oil yield, and composition . *Economy botanic.* 42, p:407-412.

Zuang H. 1991. Mémento nouvelles espèces légumières. Ed. Ctifl. , paris, 359p.

Annexe

Annexe

Annexe 1: Sensibilité des stades larvaires de *T. absoluta*(L1, L2, L3 et L4) aux huiles essentielles de *Juniperus oxycedrus*

Tableau 1: Comparaison des moyennes du facteur traitement par le test de Newman-Keuls au seuil de 0,05.

Mortalité %	T-	T+	5%	10%	15%	Test F
Mortalité	75a	71,9a	66,66ab	55,23bc	60c	8,51*

Tableau 2: Comparaison des moyennes du facteur stades larvaires par le test de Newman-Keuls au seuil de 0,05.

Mortalité %	S1	S2	S3	S4	Test F
Mortalité	64,97a	69,7a	60,68a	67,63a	2.368^{ns}

Tableau 3: Comparaison des moyennes de l'interaction traitement/stades larvaires par le test de Newman-Keuls au seuil de 0,05.

Mortalité %	T-	T+	5%	10%	15%	Test F
S1	66,67abc	85,7a	75,23abc	37,13d	60abcd	
S2	84,77a	66,67abc	80ab	64,77abc	52,37bcd	3,682*
S3	67,63abc	66,67abc	51,43cd	58,1abcd	60abcd	
S4	80,97a	68,57abc	60abcd	60,97abcd	67,63abc	