

République Algérienne Démocratique et Populaire

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



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

BOUHENNI Naima

DAOUD Mariem

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PLANTES

THÈME

**Étude de l'activité insecticide de l'extrait et l'huile essentielle
de *Mentha rotundifolia* vis-à-vis des larves de *Tuta absoluta***

Soutenu publiquement le

DEVANT LE JURY

Président :	M. CHADLI Rabah	Professeur	Unv. Mostaganem
Encadreur :	Mme BOUALEM Malika	MCA	Univ. Mostaganem
Examineurs :	Mme BENOURAD Fouzia	MCA	Univ. Mostaganem
Co-encadreur :	Melle KRACHE Farial	Doctorante	Univ. Mostaganem

Année Universitaire 2020-2021

Remerciements

*Avant toute chose, on tient à remercier Dieu le tout
puissant, pour avoir donné la
Force et la patience. Nous commençons par exprimer
notre profonde*

*Reconnaissances; nos vifs remerciements au Mme
BOUALLEM Malika notre directrice de mémoire.*

*Au Co-encadreur Melle KRACHE Farid merci
beaucoup pour ce que vous avez nous donnez;*

*Aux membres de jury Pr. CHADLI Rabah et
Dr. BENOURED merci beaucoup d'accepter de juger
mon travail.*

*Qui a participé de près ou de loin dans la réalisation de
ce travail.*

Dédicaces

*Je dédie mon travail aux personnes les plus chères
au monde*

Maman et Papa Allah yerhmou

*A mes sœurs et mes frères ainsi qu'à mes belles
sœurs*

A mes neveux et nièces.

A Toute la famille :

BOUHENNI

A ma sœur par les lien de cœur Fayza

*Mes dédicaces sont également adressées à tous mes
amis avec lesquels j'ai*

Partagé de beaux

Moments et dont je garde d'excellents souvenirs

A mes collègues de travail

Naïma

****Dédicaces****

Je dédie ce travail ;

À ma mère et mon père Allah yerhimou

Je le dédit également ;

*À mon mari, merci d'être à mes côtés dans les
moments les plus*

Difficiles et merci pour votre patience ;

À mes enfants ;

A mon frère et mes sœurs ;

À ma fille Zineb je t'adore ma princesse;

À ma belle-famille ;

À mes belles-sœurs et beaux-frères ;

A Melle Keddar fayza pour son aide

*A Mr Bentouhami directeur de laboratoire de
recherche (FST) ;*

A mes collègues de travail

Mariem

Résumé :

La mineuse des feuilles de tomate *Tuta absoluta* est un ravageur majeur de la culture de tomate en Algérie. Depuis sa propagation, la lutte chimique reste la principale méthode de lutte préconisée. Vu les inconvénients des insecticides, cette étude a été proposée afin de trouver des solutions alternatives basées sur l'utilisation de produits naturels (Bio-insecticide) afin de lutter contre la mineuse de la tomate *T. absoluta* considérée comme une menace sérieuse pour la production de la tomate en Algérie et dans le monde.

Pour répondre à cet objectif, nous avons évalué la toxicité de l'extrait hydroalcoolique et de l'huile essentielle de *Mentha rotundifolia* sur les larves de différents stades de *T. absoluta* (L1_L2_L3_L4). Les essais biologiques ont été réalisés *in vitro* dans des boîtes de Pétri de 9cm de diamètre dans des conditions semi-contrôlées de laboratoire.

La détermination des doses létales 50 et 90 (DL50 et DL90) de l'extrait et l'huile essentielle ont été effectuées. Les DL50 et DL90 obtenus lors de notre étude sont respectivement 4.13% et 2.53% pour l'extrait hydroalcoolique, et de 5.86% et 5.21% pour l'huile essentielle. Ces derniers ont été calculés après une exposition de 7 jours, confirmant le degré de toxicité de l'huile essentielle et de l'extrait de *M. rotundifolia* à l'égard des larves de *T. absoluta*. Le rôle des huiles essentielles et des extraits hydroalcooliques dans la lutte contre la mineuse de la tomate reste à approfondir par d'autres études.

Mots clé : Tomate _ *Tuta absoluta* _ Bioinsecticide_ *Mentha. rotundifolia* _ Huile essentielle _ Extrait hydroalcoolique.

Summary :

The tomato leaf miner *Tuta. absoluta* is a major pest of tomatoes in Algeria.

Since its propagation, chemical control was the main control method because of the drawbacks of its insecticides, this study aims to propose alternative solutions based on the use of natural products (Bio-insecticide) for the control of tomato leafminer. *T. absoluta* (Meyrk).

Which is considered a serious threat to tomato production in Algeria and around the world.

To meet this objective we evaluated the toxicity of the hydroalcoholic extract and the essential oil of *M. rotundifolia* on larvae of different stages of *T. absoluta* (L1_L2_L3_L4) the biological tests were carried out in vitro in petri dishes of 9cm in diameter.

The determination of the lethal doses 50 and 90 (LD50 and LD90) of the extract and the essential oil was carried out the values LD50 and LD 90 are respectively 4.13 % and 2.53% of hydroalcoholic extract and 5.86 % and 5.21 % of the essential oil, calculated after an exposure of 7 days confirm the degree of toxicity of the essential oil and the extract of *M. rotundifolia* against the larvae of *T. absoluta*.

The role of essential oils and hydroalcoholic extracts in the fight against tomato leafminer and discussed

Keywords: Tomato _ *Tuta. absoluta* _ Bio-insecticide_ *M. rotundifolia* _ Essential oil _ Hydroalcoholic extract.

ملخص:

تشكل حافرة الاوراق خطرا كبيرا على إنتاج الطماطم بالجزائر، فمنذ انتشارها استعملت عدة طرق للوقاية منها و محاربة هذه الحشرة الضارة وذلك عن طريق استعمال المبيدات الكيميائية الا انه لوحظ إنخفاض فعالية بعض المبيدات الموصى بها . هذه الدراسة تهدف إلى إقتراح حلول بديلة بإستخدام المنتجات الطبيعية “المبيدات الحيوية” لمكافحة حافرة الاوراق ، و لتحقيق هذه الدراسة قمنا بتقييم فعالية *M. rotundifolia* ”النعناع البري“ بإستعمال مستخلص أوراق هذه النبتة و زيوتها الأساسية ضد يرقات *Tuta absoluta*.

أجرينا الإختبارات الحيوية في المختبر في أطباق بيترى . حيث قمنا بتحديد الجرعات السمية 50 و 90 للزيت الأساسي و المستخلص ثم حساب DL 50 و DL 90 على التوالي 4.13% و 2.53% الخاصة بالمستخلص و 5.86 % و 5.21% الخاصة بالزيت الأساسي مما يؤكد الدرجة العالية لسمية الزيوت الأساسية و المستخلص ل *M. rotundifolia* ضد يرقات *Tuta absoluta* . يبقى دور الزيوت الأساسية و المستخلص النباتي بحاجة الى المزيد من الدراسات .

كلمات المفتاح: *Tuta absoluta* _ المبيدات الحيوية _ المستخلص النباتي _ *M. rotundifolia* _ الزيوت الأساسية .

Liste des Abréviations

FAO : Food Agriculture Organisation

M.S: Métabolites secondaires

HE : Huile essentielle

R : Rendement

M ext : la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g

M éch : la masse de l'échantillon végétal en g.

°C : Degrée Celsius

L1 : Premier stade larvaire

L2 : Deuxième stade larvaire

L3 : Troisième stade larvaire

L4 : Quatrième stade larvaire

DL 50 et DL90 : dose létale

T. absoluta : *Tuta absoluta*

M.rotundifolia : *Mentha rotundifolia*

Liste des Tableaux

Tableau 01 : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate crue	11
Tableau 02: Principaux pays producteurs de tomate en 2019	12
Tableau03: Production de la tomate dans la Wilaya de Mostaganem	13
Tableau04 : Différentes espèces de menthe d'Algérie	28
Tableau 05 : Classification de <i>Mentha rotundifolia</i>	28

Liste des Figures

Figure 01 : Image de tomate	03
Figure 02 : Système racinaire d'un plant de tomate.....	06
Figure 03 : Tige de la tomate.....	07
Figure 04 : Feuille de la tomate	07
Figure 05 : Coupe longitudinale de la fleur de tomate	08
Figure 06 : Fleurs de la tomate	08
Figure 07 : Fruits de la tomate	09
Figure 08 : Graines de la tomate	09
Figure 09 : Cycle de développement de la tomate.....	10
Figure 10 : La mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	19
Figure 11 : Distribution géographique de la mineuse de la tomate	20
Figure 12 : Larve de <i>T. absoluta</i>	22
Figure 13 : Larve du 4 ^{ème} stade de <i>T. absoluta</i>	22
Figure 14 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur les feuilles de tomate.....	24
Figure 15 : Dégat de <i>T.a</i> sur les fruits.....	25
Figure 16 : <i>Mentha rotundifolia</i> (menthe à feuilles rondes)	29
Figure 17 : Larve du <i>T. absoluta</i>	39
Figure 18 : <i>Mentha rotundifolia</i>	39
Figure 19 : L'évaporateur rotatif BUCHE R-210.....	40
Figure 20 : Dispositif Soxhlet	41
Figure 21 : Protocole de l'extraction	42
Figure 22 : Dilutions utilisées	43
Figure 23 : Le dispositif expérimental du test <i>in vitro</i> de l'extrait de <i>M. rotundifolia</i> sur <i>T. absoluta</i>	44
Figure 24 : Dispositif d'entraînement à la vapeur d'eau	45
Figure 25 : Dilutions de l'huile essentielle utilisées	46
Figure 26 : Dispositif du test biologique	47
Figure 27 : Mortalité cumulée des larves de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i> ..	51
Figure 28 : Mortalité corrigée des larves de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	51

Figure 29: Mortalité cumulée des larves L1 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	52
Figure 30 : Mortalité corrigée des larves L1 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	52
Figure 31: Mortalité cumulée des larves L2 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	53
Figure 32 : Mortalité corrigée des larves L2 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	53
Figure 33: Mortalité cumulée des larves L3 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	54
Figure 34 : Mortalité corrigée des larves L3 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	54
Figure 35: Mortalité cumulée des larves L4 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	55
Figure36 : Mortalité corrigée des larves L4 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	55
Figure 37: Mortalité corrigée des larves de <i>T. absoluta</i> sous l'effet de l'extrait de <i>M. rotundifolia</i>	56
Figure 38: Mortalité cumulée des larves de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	57
Figure 39: Mortalité cumulée des larves de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	57
Figure 40: Mortalité cumulée des larves L1 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	58
Figure 41: Mortalité cumulée des larves L1 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	58
Figure 42: Mortalité cumulée des larves L2 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	59
Figure 43: Mortalité cumulée des larves L2 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	59
Figure 44: Mortalité cumulée des larves L3 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	60
Figure 45: Mortalité cumulée des larves L3 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	60
Figure 46: Mortalité cumulée des larves L4 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	61
Figure 47: Mortalité cumulée des larves L4 de <i>T. absoluta</i> traitées par l'HE de <i>M. rotundifolia</i>	61
Figure 48 : Taux de mortalité des larves de <i>T. absoluta</i> sous l'effet de l'huile essentielle de <i>M. rotundifolia</i>	62

6.1. Dans le monde	13
6.2. En Algérie.....	13
6.3. A Mostaganem.....	13
7. Importance médicinale de la tomate	14
8. Maladies et ravageurs de la tomate.....	14
8.1. Maladies.....	14
➤ Mildiou.....	15
➤ Alternariose.....	15
➤ Oidium.....	15
➤ Anthracnose.....	15
➤ Fusariose.....	15
➤ les principales maladies physiologique des fruits(Blotchyripening).....	16
8.2. Ravageurs de la tomate	16
➤ Noctuelles.....	16
➤ Aleurodes.....	16
➤ Pucerons.....	17
➤ Thrips.....	17
➤ Acariens.....	17
➤ Mineuse de la tomate.....	18

Chapitre II : Ravageur de la tomate, la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

1. Généralité.....	19
2. Systématique	19
3. Origine et répartition géographique de la mineuse de la tomate	20
3.1.Dans le monde.....	20
3.2.En algerie.....	20
4. Comportement biologique.....	21
➤ Accouplement.....	21
➤ Ponte.....	21

5. Description des stades de développement de la mineuse de la tomate.....	22
➤ L'œuf.....	22
➤ La larve.....	22
➤ Les chrysalides	23
➤ L'adulte.....	23
6. Cycle biologique.....	23
7. Nature des dégâts.....	23
8. Méthodes de lutte contre <i>T. absoluta</i>	25
8.1.Lutte agronomique et biotechnique.....	25
8.2.Lutte biologique.....	25
8.3.Lutte chimique.....	26

Chapitre III :

1. Généralités.....	27
2. Les différentes espèces de menthe en Algérie.....	27
3. Origine et répartition géographique.....	28
4. Classification botanique	29
5. Description botanique.....	29
6. Propriétés et domaine d'application	29
7.Toxicologie	30
8. Les huiles essentielles.....	30
8.1. Définition.....	30
8.2. Localisation et répartition des huiles essentielles.....	30
8.3. Composition chimique de l'huile essentielle	30
8.3.1. Composition terpénique.....	31
8.3.2. Composition aromatique	31
8.4. Le rôle des huiles essentielles dans la plante.....	31
8.5. Les facteurs influençant la composition des huiles essentielle.....	31
➤ Chémotype.....	32

➤ Influence du cycle végétatif.....	32
➤ Influence du procédé d'extraction.....	32
8.6.Toxicité des huiles essentielles.....	32
a) Toxicité aiguë.....	32
b) Toxicité chronique.....	32
c) Toxicité dermique.....	33
d)Cancérogénicité	33
8.7. Emploi des huiles essentielles	33
➤ En pharmacie.....	33
➤ Dans l'industrie.....	33
8.8. Activité biologique des H.E.....	33
8.8.1. Activité antimicrobienne.....	33
8.8.2. Activité antivirale	34
8.8.3. Activité antiseptique.....	34
8.8.5. Activité antifongique	34
8.8.6. Activité anti-inflammatoire.....	34
8.8.7. Activité antioxydante.....	35
8.9. Procédés d'extraction des huiles essentielles.....	37
8.9.1. Distillation et entraînement à la vapeur	37
8.9.2. Hydrodistillation	37
8.9.3. Extraction par solvants volatils	37
8.9.4. Extraction par enfleurage	38
8.10. Conservation des huiles essentielles	37

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre I : matériel et méthodes

1.Objective de travail	39
2.Matériel biologique	39
2.1.Matériel animal	39
2.2.Matériel végétal	39
3. Le principe de l'extraction soxhlet.....	40
3.1. Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet.....	40
3.1.1. L'évaporateur rotatif	40
3.1.2. Le principe de l'évaporateur rotatif	42
3.1.3. Le rendement d'extraction	43
3.2.1 Protocole de l'extraction	43
3.2.2. Préparation des dilutions	43
3.2.3. Test biologique <i>in vitro</i>	44
3.2.4. Dénombrement	45
3.2.5. Le traitement statistique	45
4. Extraction des huiles essentielles.....	45
5.Préparation des dilutions	46
6. Test biologique <i>in vitro</i>	47
7. Détermination du taux de mortalité.....	49

Introduction

Introduction

La tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), considérée comme fruit ou légume, est l'un des produits agricoles le plus consommé dans le monde. Elle constitue une source non négligeable de minéraux, vitamines et certains composés naturels secondaires ayant un potentiel antioxydant important (Zidani, 2009). Elle est cultivée sous toutes les formes de cultures possibles (plein champ, sous abris...), sous toutes les latitudes et dans tous les pays (Philouze et Laterrot, 1992).

La tomate est une plante de la famille des Solanacées. Elle est originaire des Andes d'Amérique et elle est très cultivée pour son fruit consommé à l'état frais ou transformé (Chaux et Foury, 1994). En Algérie, elle fut introduite pour la première fois par les Espagnols en 1905 dans la région oranaise (Rey et Coste, 1965) ; elle occupe une place importante dans le maraîchage; la superficie consacrée à cette culture est d'environ 42000 ha avec une production de 923 000 tonnes (F.A.O, 2008). Cette culture se trouve confronter à différents problèmes phytosanitaires causant des pertes économiques considérables qui se traduisent par une production et des rendements faibles.

En plus des insectes phytophages, connus par les importants dégâts qu'ils causent aux cultures légumières, tels que les pucerons, les aleurodes et les thrips...etc. Aujourd'hui, la tomate est confrontée à un nouveau ravageur. Il s'agit de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Cette mineuse est un microlépidoptère endophyte considéré dans son aire d'origine, l'Amérique du Sud, comme le ravageur le plus redoutable sur tomate parce qu'elle peut causer des pertes économiques pouvant aller jusqu'à 100% (Moreira, 2005 ; Niedmann *et al.*, 2006). Toute les parties aériennes de la plante (feuilles, fleurs, tiges et fruits) sont attaquées par les larves de ce phytophage.

C'est au début du printemps 2008, dans la région maraîchère de Mostaganem que les agriculteurs ont signalé pour la première fois la présence de ce ravageur en serre de tomate. Depuis, l'insecte s'est rapidement propagé vers d'autres zones du pays, en attaquant la tomate de plein champ et d'autres solanacées (Guenaoui, 2008 ; Molla *et al.*, 2008 ; I.N.P.V, 2008).

La production Algérienne de tomate déjà sérieusement éprouvée par les sécheresses périodiques, l'érosion des sols, et l'intensification des cultures et par plusieurs maladies et ravageurs doit aussi faire face depuis un certain temps à un autre fléau très grave : la mineuse

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Tomate

1- Origine et historique de la tomate

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) est originaire des Andes d'Amérique du Sud, dans une zone allant de la Colombie au nord du Chili et de la côte Pacifique, aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou). Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe au XVI^{ème} siècle par les Espagnols avant même la pomme de terre et le tabac (Fig.1) (Naika *et al.*, 2005).

A l'origine elle était cultivée par les Aztèques ; son nom provient de « tomatl » qui, dans la langue nahuatl parlée dans la région de Mexico, correspond à *Physalis philadelphia* ; la tomate à proprement parler, *Lycopersicon esculentum* était appelée « jitomatl » (Fig. 01) (Blancard *et al.*, 2009).

Le genre *Lycopersicon* comprend neuf espèces, dont une seule; *Lycopersicon esculentum* sous sa forme sauvage cerasiforme qui pourrait être directement à l'origine des autres variétés et qui a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord (Chaux et Foury, 1994).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (Tomateros) qui l'ont introduite, étant donné les conditions qui lui sont propices. Sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral Algérois (Latigui, 1984).

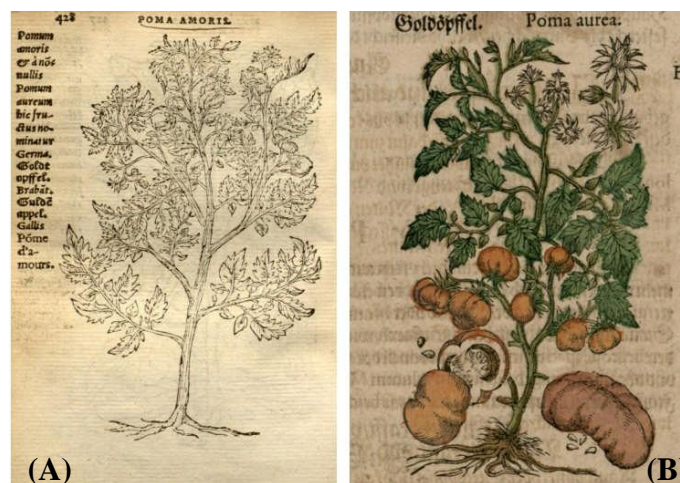


Figure 01: Image de tomate (Dodoens, 1553 et Mattioli, 1590)

(A) Première image de la tomate publiée par Dodoens en 1553

(B) Planche de tomate dessinée par Mattioli en 1590

2 - Classification de la tomate

2-1- Classification botanique

Le nom de genre « *Lycopersicon* » est gréco-latin, il signifie « pêche de loup et la partie « *Esculentum* » complétant le nom de l'espèce vient du latin et qui signifie « comestible ».

Cette comestibilité ne concerne ni le feuillage, ni les jeunes fruits verts car ils contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine). Ces derniers disparaissent des fruits au cours du mûrissement (Blancard *et al.*, 2009).

Cronquist (1981); Gaussen *et al.* (1982), proposèrent la classification de la tomate qui reste largement suivie :

Règne : Plantae ;

Sous règne : Trachenobionta ;

Division : Magnoliophyta ;

Classe : Magnoliopsida ;

Sous classe : Asteridae ;

Ordre : Solonales ;

Famille : Solonaceae ;

Genre : *Solanum* ou *lycopersicon* ;

Espèce : *lycopersicon esculentum* Mill.

2-2- Classification génétique

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2N=24$ chromosomes, chez laquelle il existe de très nombreux mutants monogéniques, dont certains sont très importants pour la sélection. C'est une plante autogame mais on peut avoir une proportion de fécondation croisée, par laquelle la plante peut se comporter comme plante allogame (Gallais et Bannerot, 1992).

Selon le mode de fécondation, on distingue deux types de variétés de tomate :



Figure 03 : Tige de tomate (Originale, 2021)

3-3- Feuilles

Les feuilles sont disposées en spirale, imparipennées, à contour de 15-50cm x10-30cm, les stipules sont absentes, les pétioles sont de 3-6 cm de longueur, les folioles sont de taille inégale, le plus souvent 7-9 de grande taille sur chaque feuille, ovales à oblongues, de 5-10cm de long et les folioles sont recouvertes de poils glandulaires (Fig. 04) (Grubben et Denton, 2004).



Figure 04 : Feuilles de tomate (Originale, 2021)

3-4- Fleurs

Les fleurs sont les organes sexuels de la tomate. Elles sont regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescences formant des grappes plus ou moins

bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides (Polese, 2007).

Les fleurs sont bisexuées, régulières et entre 1,5-2 cm de diamètre, elles poussent opposées ou entre les feuilles. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants. En général, il ya 6 pétales qui peuvent atteindre une longueur de 1cm, qui sont jaune et courbées lorsqu'elles sont mûres (Fig. 05 et 06). De même, la fleur porte 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourant le style qui a une extrémité stérile allongée. En général la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs (Naika *et al.*, 2005).

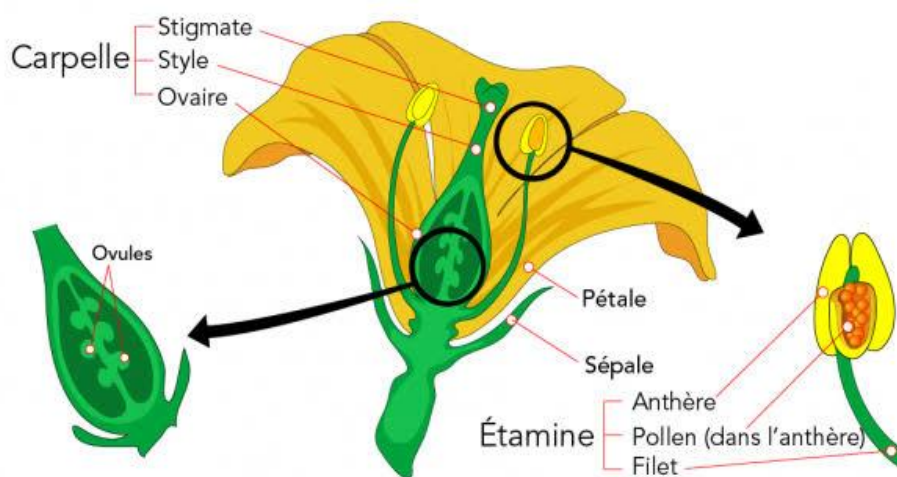


Figure 05 : Coupe longitudinale de la fleur de tomate
(Anonyme, 2020)

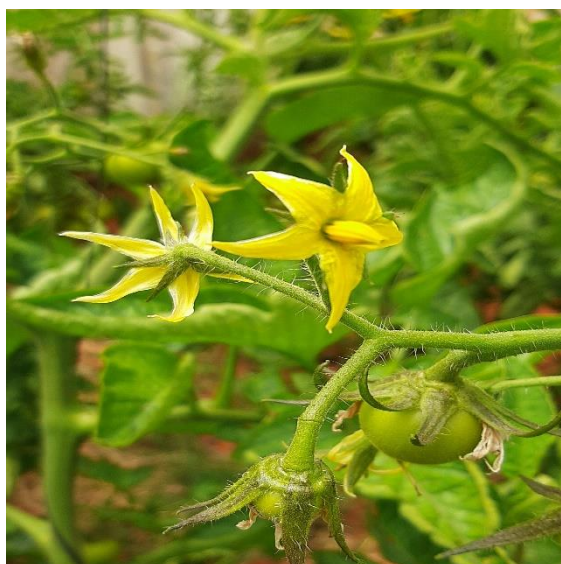


Figure 06 : Fleurs de tomate
(Originale, 2021)

3-5- Fruits

Le fruit est une baie globuleuse à aplatie, de 2-15 cm de diamètre, lisse ou sillonnée, verte et poilue en étant jeune, puis glabre et brillante, le plus souvent rouge mais parfois rose, orange ou jaune à maturité, contenant de nombreuses graines (Grubben et Denton, 2004).

Selon Chauv et Foury (1994), la diversité de coloration est due à la présence de deux principaux pigments ; le pigment carotène (jaune) et le pigment lycopène (rouge) (Fig. 07).



Figure 07 : Fruits de tomates (Originale, 2021)

3-6- Graines

Les graines sont ovoïdes aplaties, de 3-5mm x 2-4 mm, beige et poilues. L'embryon est enroulé dans l'albumen (Grubben et Denton, 2004).

Del Medico (2014), rappelle que les tomates sont autogames, elles n'ont pas besoin de pollinisation, c'est-à-dire entre plante et plante ; cependant il est nécessaire que le pollen atteigne les fleurs, aussi entre fleur et fleur. Celle-ci est une opération déroulée par les insectes pollinisateurs, mais il peut arriver que ceux-ci soient insuffisants et leur action ne soit pas efficace suffisamment. Un autre agent est pollinisateur, c'est le vent (Fig. 08).



Figure 08: Graines de tomate (Originale, 2021)

7. Importance médicinale de la tomate

Le rôle médicinal de la tomate est connu depuis bien longtemps chez les Incas en Amérique du Sud, où ils utilisaient la feuille fraîche du plant de tomate comme antibiotique selon le même auteur la consommation de fruit de tomate joue plusieurs rôles (Anonyme, 2010) :

- Un antifatigue en accélérant la formation de sucre dans le sang ;
- Diminue l'hypertension grâce à son haut taux en potassium ;
- Excellent pour la santé du foie, car il contient des traces d'éléments antitoxiques appelées chlorite et sulfure ;
- Grâce à sa saveur acidulée, la tomate stimule les sécrétions digestives ;
- La tomate contribuerait à la prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité ;
- La tomate joue un rôle de prévention du cancer grâce à sa teneur en pigments caroténoïdes antioxydants, notamment sa forte concentration en lycopène (3,5mg/125g de tomate).

8. Maladies et ravageurs de la tomate

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

8.1. Maladies

La tomate peut être affectée par plusieurs agents cryptogamiques, bactériens, fongiques, viraux ou physiologiques

- **Mildiou**

Le mildiou est causé par *Phytophthora infestans*, anciennement classé parmi les mycètes. Cette maladie peut dévaster les cultures de tomates durant les périodes fraîches et pluvieuses. Le mildiou peut s'attaquer à tous les organes aériens de la plante. Il se manifeste par des taches nécrotiques, irrégulières, d'extension rapide, entourées d'une marge livide. Sur les tiges on voit des plages brunes pouvant les ceinturer. Les fruits sont mildiousés, bruns marbrés, irrégulièrement bosselés en surface (Blancard *et al.*, 2009).

4. Cycle phénologique de tomate

Le cycle complet de la tomate s'étend 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 de 7 à 9 semaines de la fleur au fruit) (Gallais et Bannerot, 1992).

Le cycle de développement d'un plant de cette espèce peut être décrit par trois grandes phases biologiques :

- La phase végétative qui correspond à la production phénologique exclusive d'organes végétatifs (feuilles et tiges) et elle est comprise entre la levée et l'apparition de la première inflorescence ;
- La phase reproductive qui correspond à la période de production des fleurs et des fruits et qui démarre à la floraison pour s'achever à la fin de la culture ;
- La phase de maturation des fruits qui démarre sept à dix jours avant la récolte des premiers fruits et se termine à la récolte (Atherton et Rudich, 1986 ; Dumas, 1992 ; in Huat, 2008).

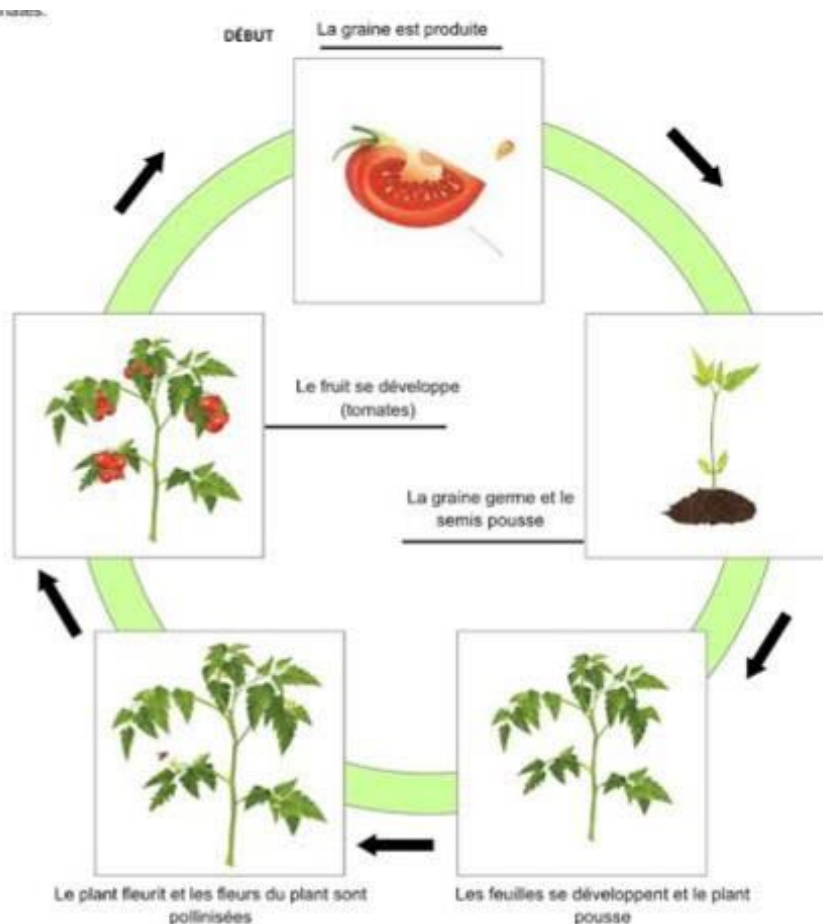


Figure 09 : Cycle de développement de la tomate (Anonyme, 2016)

5- Valeur nutritionnelle de fruit de tomate

- **Alternariose**

L'alternariose est une maladie causée par *Alternaria solani*, elle apparaît surtout en conditions de climat chaud et sec, mais elle est très accentuée en culture irriguée. Elle est favorisée par la sénescence des plants et des températures, variant entre 20 et 25°C. La rosée pendant la nuit conditionne l'infection et l'alternance des périodes humides et ensoleillées favorise la formation des conidies et la sporulation (Bouhroud, 2011).

- **Oïdium**

L'oïdium est causé par *Oïdium neolycopersici* qui provoque des taches sur feuilles assez caractéristiques des oïdiums. Celle-ci sont poudreuses et blanches et couvrent plutôt la -face supérieure des folioles de tomate. Les tissus touchés deviennent chlorotiques, brunissent localement et finissent par se nécroser. Des taches comparables peuvent être observées sur la tige, les fruits ne semblent pas être affectés (Blancard *et al.*, 2009).

- **Anthracnose**

L'anthracnose est causée par *Colletotrichum cocodes*. Les symptômes se manifestent sur les fruits mûrs, ou arrivant à maturation sous forme de petite taches rondes creusées dans la peau. Lorsque ces taches s'étendent, leur centre prend une couleur sombre ou développe des anneaux concentriques mouchetés produisant des spores (Ruocco *et al.*, 2011).

- **Fusariose**

La fusariose est provoquée par *Fusarium oxysporum*. Ce dernier ne s'attaque qu'à certains cultivars. Les plantes infectées présentent un jaunissement des feuilles et un flétrissement se propageant à partir de la base de la tige. Au départ, les symptômes ne sont visibles que sur une seule moitié de la surface des feuilles, des branches ou des plantes, avant de se propager à l'ensemble de la plante (Messiaen *et al.*, 1993).

- **Les principales maladies physiologiques**

Marbrure physiologique des fruits (*Blotchy ripening*)

Les fruits affectés présentent des plages verdâtres irrégulières qui persistent même à maturité complète. Une coupe longitudinale du fruit montre un brunissement du péricarpe avec des vaisseaux liquéfiés (Anonyme, 1999).

- **Eclatement**

Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer si les conditions deviennent favorables en éclatement circulaire ou radial (Anonyme, 1999).

Tomate creuse

Le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Les loges sont vides, présentant parfois peu de graines. La chair est moins épaisse (Anonyme, 1999).

Nécrose apicale

Sur fruit, on observe une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistillaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons. Les 2 ou 3 premiers bouquets sont les plus touchés par cette anomalie (Chibane, 1999).

8.2. Ravageurs de la tomate

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

Noctuelles

L'espèce *Helicover armigera* (Hübner), constitue un problème supplémentaire pour la culture de la tomate qui peut dans certaines zones dépasser celui de *Tuta 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 (Mazoullier *et al.*, 2001).

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*) (Berlinger et Dahan, 1987 ; Jiang *et al.*, 2004) ou le virus de la chlorose de la tomate (TICV) (Fraval, 2009; Melouk *et al.*, 2013; Cavalierier *et al.*, 2014).

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 qui affaiblissent la plante (Leclant, 1999 ; Van Emden et Harrinton, 2007 ; Civolani *et al.*, 2010 ; Rondoni *et al.*, 2014).

Le miellat excrété par les pucerons favorise le développement de la fumagine qui gêne la photosynthèse et la respiration du végétal (Vayssieres *et al.*, 2001). Les pucerons peuvent transmettre des virus aux plantes visitées (Vayssieres *et al.*, 2001 ; 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 (Fraival, 2006). Les dommages dus aux viroses peuvent être plus importants que ceux occasionnés par la spoliation de la sève (Maison et Massonie, 1982).

Thrips

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

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 (Guenauoui, 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.

Mineuse de la tomate

Depuis 2008, c'est la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) qui est le principal ravageur

- **Eclatement**

Au cours du grossissement du fruit, on observe des gerçures au niveau du collet qui peuvent évoluer si les conditions deviennent favorables en éclatement circulaire ou radial (Anonyme, 1999).

Tomate creuse

Le fruit prend une forme triangulaire ou cordiforme. Les loges sont vides, présentant parfois peu de graines. La chair est moins épaisse (Anonyme, 1999).

Nécrose apicale

Sur fruit, on observe une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistillaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons. Les 2 ou 3 premiers bouquets sont les plus touchés par cette anomalie (Chibane, 1999).

8.2. Ravageurs de la tomate

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

Noctuelles

L'espèce *Helicover armigera* (Hübner), constitue un problème supplémentaire pour la culture de la tomate qui peut dans certaines zones dépasser celui de *Tuta 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 (Mazoullier *et al.*, 2001).

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*) (Berlinger et Dahan, 1987 ; Jiang *et al.*, 2004) ou le virus de la chlorose de la tomate (TICV) (Fraval, 2009; Melouk *et al.*, 2013; Cavalierier *et al.*, 2014).

Pucerons

La tomate est majoritairement composé d'eau et possède peu de lipides et protides, ce qui en fait un aliment peu calorique, 15 à 20 calories pour 100g. La matière sèche du fruit est principalement composée de sucres, à 50% de la matière sèche (Blanc, 1986). Le saccharose importé des feuilles, est hydrolysé dans les fruits en glucose et fructose. Le jeune fruit peut également stocker des sucres sous forme d'amidon qui sera dégradé au cours de la maturation.

Dans le fruit mûr de tomate, l'acide citrique est l'acide le plus présent, suivi de l'acide malique (Grasselly *et al.*, 2000). La tomate possède également de nombreuses vitamines : A, B1, E et C, ainsi que des fibres, des acides aminés essentiels, des sels minéraux (potassium, chlore, magnésium, phosphore) et des oligoéléments (fer, zinc, cuivre, cobalt, bore, nickel, iode) (Tab. 1).

Tableau 01: Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de tomate crue (Favier *et al.*, 2003).

Composition		Poids
Eau		93.8g
Eléments énergétiques	Protides	0.8g
	Glucides	3.5g
	Lipides	0.3g
Vitamines	Provitamines A	0.6mg
	Vitamine B1	0.06mg
	Vitamine B2	0.05mg
	Vitamine B6	0.08mg
	Vitamine C	18mg
	Vitamine PP	0.6mg
Minéraux	Fer	0.4mg
	Calcium	9mg
	Magnésium	11mg
	Phosphore	24mg
	Potassium	226mg
	Sodium	5mg
Fibres		1.2g

de cette culture dépassant les autres espèces au cours des premières années. Ce déprédateur constitue un grand obstacle pour la production de la tomate sous abri comme en plein champ. En effet, des pertes de 100% ont été signalées la première année de son introduction en Algérie (Guenaoui, 2008 ; Berkani et Badaoui, 2018). Cette espèce fait l'objet de cette étude qui va être détaillé dans le chapitre qui suit.

*Chapitre II: Mineuse de
la tomate*

1- Généralités

Tuta absoluta Meyrick (Lipdoptera : Gelechiidae), communément appelée mineuse de la tomate est un insecte oligophage, décrit pour la première fois en 1917 par Meyrick qui lui donna le nom de *Phthorimaea absoluta*. L'insecte fut classé plus tard dans le genre scrobipalpuloïdes (Ferreira, 2008 ; Guenaoui, 2008). Ce ravageur s'attaque exclusivement aux solanacées (Lietti *et al.*, 2005). Dans les bonnes conditions climatiques, *T. absoluta* pourrait s'attaquer à la culture de pomme de terre (Pereyra et Sanchez, 2006), le poivron (Guenaoui, 2008), l'aubergine et d'autres plantes spontanées comme *Solanum nigrum* L. (Estay, 2000).

Cette mineuse est considérée comme l'un des ravageurs les plus importants de la tomate (Borgoni *et al.*, 2003 ; Pires, 2008) ; elle constitue un facteur limitant du développement de la culture puisqu'elle peut causer entre 70 et 100% de pertes de production (Pratissoli et Parra, 2000 ; Borgoni *et al.*, 2003 ; Oliviera *et al.*, 2007 ; Urbaneja *et al.*, 2008 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008). Les attaques se produisent sur toute la partie aérienne (feuilles, fleurs, tiges et fruits) (Filho *et al.*, 2000 ; Marchiori, 2004 ; Guenaoui et Ghelamallah, 2008).

2- Systématique

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

Règne : animal ;

Embranchement : Arthropodes ;

Classe : Insectes ;

Ordre : Lépidoptères ;

Sous-ordre : Microlépidoptères ;

Famille : Gelechiidae ;

Sous famille : Gelechiinae ;

Genre : *Tuta* ;

Espèce : *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917).



Figure 10 : La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Originale, 2021)

3- Origine et répartition géographique de la mineuse de la tomate

3-1 Dans le monde

Selon Urbaneja et al. (2007), *T. absoluta* est un ravageur d'origine d'Amérique du Sud. Signalé en Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Paraguay, Uruguay et Venezuela.

La première déclaration de la mineuse de la tomate fut en 1962 au Japon. En 1964 elle a été déclarée en Argentine, par la suite, sa propagation fût vers d'autres pays de l'Amérique latine . En 2006, elle a été détectée en Espagne dans la province de Castello. En 2008, *T. absoluta* a été identifiée dans plusieurs autres pays Européens (Sud de la France et l'Italie) et Méditerranéens (Maroc, Algérie et Tunisie). En 2009, elle a été observée en Grande-Bretagne, Pays-Bas, Albanie, Suisse, Portugal, Malte, et au Nord de la France. Cet insecte se propage très rapidement (Anonyme, 2010). Plus récemment, il a été identifié par Kilic (2010) qui a fait la première reconnaissance de l'espèce dans la Province d'Izmir en Turquie (Fig.11).



Figure 11: Distribution géographique de la mineuse de la tomate (EPPO, 2021)

3-2 En Algérie

En Algérie, la mineuse de la tomate a été signalée au printemps 2008 près de Mostaganem (Guenauoui, 2008). En 2009, 16 wilayas productrices de tomate sont touchées par ce ravageur

(Mostaganem, Chlef, El Taraf, Oran, Ain Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi-Ouzou, Bejaia, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'Sila et Biskra) et actuellement ce ravageur est présent dans toutes les wilayas productrices de tomate (Snoussi, 2010).

4- Comportement biologique

Tuta absoluta est une espèce multivoltine qui fait son cycle en moins d'un mois, selon les conditions climatiques. La durée des stades larvaires varie de 12 à 15 jours selon la température (Barrientos *et al.*, 1998 ; Marcano, 2008 ; Ramel et Oudard, 2008).

En présence de la nourriture en abondance, *T. absoluta* montre de grandes potentialités de reproduction. Elle peut avoir entre 10 à 12 générations par an et un cycle biologique complet qui dure de 28 à 46 jours (Bacci, 2006 ; Berkani et Badaoui, 2008 ; Vercher *et al.*, 2010).

Les adultes sont de mœurs nocturnes ou crépusculaires pour l'oviposition. Ils restent cachés durant les heures de la journée. La longévité des adultes varie selon la température, l'humidité relative, l'alimentation et le sexe. Ils vivent de sept à neuf jours à une température de 24-26°C, et environ 23 jours à une température de 13°C (Vieira, 2008). Selon le sexe, elle varie entre 6 et 7 jours pour les mâles et 10 et 15 jours pour les femelles (Estay, 2000).

Accouplement

L'accouplement a lieu de 24 à 48 heures après l'émergence des adultes et la plupart des œufs sont pondus quelques jours seulement après. Les adultes se cachent pendant le jour et se mettent à voltiger parfois dans tous les sens si l'on remue les feuilles situées près du sol. Le vol des adultes et la ponte des œufs commencent d'ordinaire à la tombée du jour et se poursuivent toute la nuit si la température est supérieure à 16°C (Urbaneja, 2009).

Ponte

La femelle de *T. absoluta* peut pondre, isolément ou un petits tas de trois à sept, entre 40 à 240 œufs, pour la plupart sur les feuilles du sommet du plant, les jeunes tiges tendres et les sépales des fruits immatures. Les œufs sont pondus préférentiellement sur la face inférieure (Urbaneja, 2009).

5- Description des stades de développement de la mineuse de la tomate

L'œuf : les œufs sont de forme ovale, de couleur blanc crème juste avant la ponte et deviennent orange marron juste après éclosion. La ponte se fait d'une manière individuelle,

les œufs sont déposés, isolés les uns des autres.

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

La larve : L'insecte se caractérise par la présence de quatre stades larvaires bien définis et différenciés en taille et en couleur (Guenaoui et Gholamallah, 2008 ; 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 (EPPO, 2005 ; Guenaoui et Gholamallah, 2008 ; Silva, 2008). Elle atteint une taille de 1,6 mm de long à la fin du stade L1 (Silva, 2008 ; Molla *et al.*, 2008).

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

A la fin du 4^{ème} stade, la larve atteint entre 7,3 et 8 mm ; la face dorsale prend une couleur rose clair à rouge carmin (Guenaoui et Gholamallah, 2008 ; Silva, 2008 ; Molla *et al.* 2008). (Fig.12 et 13).



Figure 12: Larve *T. absoluta* (Originale,2021).



Figure 13: Larve du 4^{ème} stade de *T. absoluta* (Originale, 2021)

Les chrysalides ou pupes : c'est le stade pendant lequel la larve cesse de s'alimenter. Elle est de forme cylindrique de 4,3 mm de large et 1,1 mm de diamètre. La nymphose peut avoir lieu au sol, sur les feuilles ou à l'intérieur des mines. Elle est couverte généralement par un cocon blanc et soyeux. La température affecte considérablement le cycle biologique de l'insecte (Guenauoui, 2008).

Selon Margarida (2008), les chrysalides sont de couleur marron, la métamorphose dure 9 à 11 jours.

L'adulte : les adultes sont gris et marron, ils mesurent 6 mm et leurs envergure est de 10 mm. Les mâles sont un peu plus foncés que les femelles (Anonyme, 2011).

Ils ressemblent à la mite des vêtements par leur taille et leur couleur. Ils vivent de 7 à 9 jours à une température de 13°C (Wang *et al.*, 1998).

Ils possèdent des antennes filiformes, ornées d'une bande brune foncée et blanche. La femelle est légèrement plus grande que le mâle (Margarida, 2008).

6- Cycle biologique

La synthèse des travaux réalisés sur la *T. absoluta* au Chili, en Argentine, au Brésil, en Espagne, au Maroc et en France (la Corse) nous permet de nous rendre compte qu'un certain nombre d'auteurs s'accordent à dire que le cycle biologique de *T. absoluta* est étroitement lié aux conditions climatiques, la température en particulier. Ainsi, il dure environ 76,3 jours à une température de 14°C ; 39,7 jours à 19,7 °C et enfin de 23,8 jours à 27,1°C (Barrientos *et al.*, 1998 ; Urbaneja *et al.*, 2007 ; Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008 ; Vieira, 2008 ; Marcano, 2008).

Quelques jours après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs soit sur les feuilles, les tiges ou les fruits. Après l'éclosion des œufs, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quel que soit le stade phénologique de développement du plant de tomate. Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent.

Une fois le développement larvaire achevé (quatre stades larvaires), elles se transforment en chrysalides soit dans les galeries, soit à la surface des plantes hôtes ou bien dans le sol où elles se nymphosent jusqu'à leur émergence en nouveaux adultes formant ainsi une nouvelle génération (Barrientos *et al.*, 1998 ; Urbaneja *et al.*, 2007 ; Berkani et Badaoui, 2008 ; Guenaoui, 2008 ; Vieira, 2008 ; Marcano, 2008).

7- Nature des dégâts

Toutes les parties aériennes de la plante (feuilles, bourgeons, fleurs, tiges et fruits) peuvent être infestées par *T. absoluta* (Fig. 15 et 16), avec la présence de tous les stades du

ravageurs tout au long de la saison (Torres *et al.*, 2002).

Les dégâts commis sont très importants, surtout au niveau du feuillage (Fig. 14). 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 la destruction d'une grande partie de la surface foliaire de la plante. On aperçoit des galeries transparentes avec des excréments bruns (Suinaga *et al.*, 2004; Collavino et Gimenez, 2008 ; Silva, 2008). Les feuilles minées deviennent nécrotiques et endommagent les plantes en réduisant leur taille et en provoquant la carence de leur croissance. Les plants de la tomate peuvent être attaqués à tous leurs stades de développement, du stade juvénile jusqu'à la maturité (Guentaoui et Ghelamallah, 2008). Les attaques affectent aussi la capacité photosynthétique de la plante et diminuent le rendement (Desneux *et al.*, 2010).

Les dégâts au niveau des tiges entraînent une fragilité de la plante (Mallia, 2009). Selon Pireira (2005) et Collavino et Gimenez (2008), les dommages se traduisent par une réduction de la capacité de production de la plante, une baisse des boutons floraux, la chute des fruits attaqués par les larves, la pourriture provoquée par les blessures et les pertes de production qui peuvent atteindre 100% (Pereira, 2005 ; Collavino et Gimenez, 2008). Les attaques de la mineuse peuvent être foudroyantes en décimant toute la culture en quelques semaines (INPV, 2011)(Fig.15).



Figure 14: Dégâts de *T. absoluta* sur les feuilles de tomates (Originale, 2021)



Figure 15 : Dégâts de *T. absoluta* sur les fruits de tomates (Originale, 2021)

8- Méthodes de lutte contre *T. absoluta*

Plusieurs moyens peuvent être utilisés en combinaison pour mettre en place une stratégie de lutte intégrée adéquate contre ce ravageur (Taha *et al.*, 2013). Parmi ceux-ci, il y a :

8-1 Lutte agronomique et biotechnique

Il existe plusieurs moyens agronomiques et biotechniques qui sont employés pour combattre la mineuse de la tomate, comme les pièges à phéromones sexuelles (Filho *et al.*, 2000 ; Abbes et Chermiti, 2011 ; Delrio *et al.*, 2012) qui attirent les mâles et les tuent, l'installation des filets anti-insectes (Insect proof) au niveau des ouvertures des serres (Blom *et al.*, 2011) pour empêcher la pénétration des adultes à l'intérieur des abris, l'effeuillage et la destruction des organes de la plante attaquée (Baspinar *et al.*, 2014) et l'attraction des adultes par des sources lumineuses (Kiliç *et al.*, 2014) pour les éliminer. Des recherches ont également été menées sur l'installation des effets répulsifs envers le déprédateur (Medeiros *et al.*, 2009), ou attirent ses ennemis naturels (Guenauoui *et al.*, 2014). D'autres ont essayé de connaître les effets de l'irrigation et de la fertilisation sur la réduction des attaques de la mineuse de la tomate (Han *et al.* 2014). Des études ont également été menées sur la résistance variétale de la tomate à ce phytophage (Thomazini *et al.*, 2001 ; Sobreira *et al.*, 2009).

8-2 Lutte biologique

En Amérique du Sud, les ennemis naturels les plus utilisés sont les parasitoïdes. En Europe, les larves de *T. absoluta* peuvent être parasitées par des hyménoptères notamment dans la famille des Eulophidae qui ont été signalés dans nombre de pays de la région méditerranéenne (Desneux *et al.*, 2010). Au moins deux espèces de *Necremnus* ont été

identifiées en Espagne et en Italie. D'autres espèces non déterminées (essentiellement les Braconides) sont présents de manière spontanée dans les cultures de tomates infestées en Espagne, indiquant que les parasitoïdes indigènes s'adaptent à leur nouvel hôte. *Trichogramma cheaea* été identifié comme un parasitoïde des œufs de *T. absoluta* et est actuellement utilisé comme un agent de lutte biologique potentiel dans les cultures de tomates commerciales sous serre (Arno et Gabarra, 2011). Au sud-est Algérien, de nombreux ennemis naturels de ce ravageur existent. Ils sont représentés par les prédateurs, *Macrolophus pygmeus*, *Nesidiocoris tenuis* (Heteroptera Meridae) et *Orius* sp. (Heteroptera, Anthocoridae) ainsi que des parasitoïdes comme *Necremnus artynes*, *Stenomesiussp.* (Hymenoptera: Eulophidae) et *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) (Dehliz et Guenaoui, 2015). Néanmoins, l'activité de ces antagonistes reste limitée à cause des conditions climatiques difficiles notamment les grandes chaleurs estivales (Dehliz, 2016).

8-3 Lutte chimique

Malgré leurs effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement, plusieurs insecticides appartenant à différents groupes chimiques sont appliqués contre *Tuta absoluta*. Il s'agit des organophosphorés, des carbamates (Contardo, 2010; Braham et Hajji, 2012), ou de flube diamides et autres nouvelles molécules (Hand *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2011; Berima et Osman, 2014). Toutefois, ce ravageur a manifesté des formes de résistance contre plusieurs matières actives très utilisées (Hadii, 2011 ; Konus, 2014). En plus, l'emploi excessif des pesticides est à l'origine de l'élimination d'ennemis naturels de la mineuse.

important (90%) a été enregistré avec la 1^{ère} plante. Allal-Benfkih et al. (2011) ont obtenu une toxicité de plus de 75% en utilisant les extraits aqueux de *Inula viscosa*, *Salvia officinalis* et *Urtica urens* pour combattre ce ravageur. Berima et Osman (2014), ont obtenu une toxicité de 63% parmi les adultes de *T. absoluta* traités par l'extrait éthanolique de *Jatropha curcus*. De même, Konan et al. (2014) ont obtenu une mortalité de 100% parmi les populations larvaires de *T. absoluta*, après 04 jours seulement de l'application des extraits éthanoliques d'*Azadirachtaindica* et *J. curcus*.

Mentha royundifolia a montré une toxicité contre les larves de *T. absoluta* dans un temps court et concentration faible pour les stades L1 et L2, dans cette expérimentation.

Les résultats obtenus dans ce travail montrent que l'extrait et l'huile essentielle de cette plante constituent des matières premières intéressantes pour la formulation de bio-insecticides pour lutter contre le ravageur de la tomate *T. absoluta*. Néanmoins, des essais au champ seront nécessaires pour confirmer l'intérêt pratique de ces résultats.

Chapitre III:
Mentha rotundifolia

1-Généralités:

La menthe fait partie de Genre « Mentha » appartient à la famille des labiées ou lamiacées qui est l'une des plus importantes dans le monde végétal, elle comporte plus de 200 genres et 3500 espèces (Talahagcha. 2008). On trouve la menthe dans les milieux humides et les régions tempérées de l'Europe, l'Asie, l'Australie, L'Amérique du nord et l'Afrique.

L'Algérie, de par sa position géographique, jouit de plusieurs facteurs de pédogenèse et de grandes variations climatiques auxquels s'ajoutent les ressources hydriques, tous favorables au développement des cultures intensives de la menthe (Boukhatem. 2010). Autant les menthes sont faciles à reconnaître à leur odeur (Benayad . 2008). Les menthes se plaisent sur un sol léger et humide, aiment avoir leurs racines à l'ombre et leurs tiges au soleil. Ce sont généralement des herbes vivaces , sont toutes caractérisées par une tige carrée, des feuilles persistantes opposées et dentées, et des racines longs stolons qui se développent sous terre et donnent naissance à de nouveaux pieds un peu partout aux alentours, leur étalement est sans fin. Très odoriférantes en raison de l'huile essentielle qu'elles contiennent, elle atteint une hauteur variant de quelques centimètres à près d'un mètre, selon les espèces. En été, les fleurs regroupées en épis ronds ou allongés, de couleur lilas, blanche ou rose, attirent les abeilles (Anton. 2005). Les feuilles et les fleurs des menthes étaient utilisées dans des buts thérapeutiques au 16^{ième} et 17^{ième} siècle. Elles auraient des vertus digestives, carminatives, antiseptiques, toniques et stimulantes. Elles participeraient à l'équilibre digestif et amélioreraient le tonus général, actuellement elles sont employées dans plusieurs domaines. En alimentaire, pour les préparations des crèmes, les chocolats, les bonbons, les pâtes à mâcher, les desserts etc...En parfumerie et cosmétique, les produits à base de menthe ont connu un développement spectaculaire avec les pâtes dentifrices, bain de bouche, crèmes, rouges à lèvres et mousse à raser (El Fadl. 2010).

2-Les différentes espèces de menthe en Algérie :

Nous notons la présence de certaines espèces de menthe en Algérie (Tab.04).

Tableau 04 : Différentes espèces de menthe d'Algérie (Baba aissa. 1999).

Espèce	Nom connu en Algérie	Nom connu en France
<i>Mentha rotundifolia</i>	Timerssat	Menthe a feuille rondes
<i>Mentha aquatica</i>	H'bak lma	Menthe aquatique
<i>Mentha puleguim</i>	Fliyou	Menthe pouliot
<i>Mentha pipireta</i>	Naanaa Har	Menthe poivrée
<i>Mentha spicata</i>	Naanaa	Menthe verte
<i>Mentha longifolia</i>	Naanaa sahra	Menthe sylverstre

I 3- Origine et répartition géographique (habitat):

Mentha rotundifolia est une plante vivace que l'on trouve fréquemment au bord des chemins, dans les fossés ou autres lieux humides. Elle se rencontre dans toute la méditerranée sauf Chypre et l'Europe. (Hadouche. 2010).

I 4- Classification botanique :

La systématique de l'espèce *Mentha rotundifolia* est représentée dans le tableau ci-dessus (Tab.5) :

<i>Menthe à feuilles Rondes</i>	
Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Famille	labiées, lamiacées
Genre	Mentha
Espèce	<i>Mentha rotundifolia</i>

Tableau 05 : Classification de *Mentha rotundifolia*

I 5 Description botanique :

Cette espèce est une plante vivace vigoureuse de 25 à 80 cm de hauteur. Elle ne pose pas de problème de détermination en raison de la forme de ses feuilles rondes, épaisses et ridées. L'ensemble de la plante est couvert de poils denses et blanchâtres qui la rendent douce au toucher ; comme toutes les menthes, elle dégage une forte odeur caractéristique qui chez cette plante rappelle la pomme.(Fig.16).

Les feuilles sessiles sont ovales à presque rondes, au plus 4.5 cm de long et 3 cm d'épaisseur de couleur vert vif et légèrement duveteuses. Les fleurs blanches ou mauves claires de 5mm de long sont rassemblées en épis terminant les rameaux (Bézanger- Beauquesne .1986).



Figure 16. *Mentha rotundifolia* (menthe à feuilles rondes) (Originale,2021).

I 6- Propriétés et domaine d'application :

Mentha rotundifolia possède des effets sédatifs, myorelaxants, anticonvulsivants et non toxique aux doses thérapeutiques, c'est ce qui ressort des travaux réalisées sur une batterie de tests utilisés en psychopharmacologie par des scientifiques (Hadouche. 2010).

8-3-1 Composition terpénique:

Les terpènes sont les composants les plus abondants dans les huiles essentielles

(Bruneton . 1999). Ils sont subdivisés en deux classes : les mono et les sesquiterpènes.

- Les monoterpènes ($C_{10}H_{16}$) : Ils représentent la classe la plus simple de la série des terpènes. ils contiennent 10 atomes de carbones et constituent 80 à 98 % d'huiles essentielle totale par rapport aux sesquiterpènes.

- Les sesquiterpènes ($C_{15}H_{24}$) : il s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes et contient plus de 3000 molécules. Ils sont souvent représentés en faible quantité dans les huiles essentielles (Bruneton. 1999).

I 8-3-2 Composition aromatique :

Les composés aromatiques sont moins fréquents dans les huiles essentielles. Très souvent, il s'agit d'allyle et de propénylphénol. Ces composés aromatiques constituent un ensemble important car Ils sont généralement responsables des caractères organoleptiques des HEs (Kunel et OKogun .2003).

I 8-4 Le rôle des huiles essentielles dans la plante :

Différents rôles biologiques sont reconnus aux huiles essentielles :

- la protection de la plante : elles agissent comme agent antibactérien, antifongique, antivirale et insecticide. Elles protègent aussi contre les herbivores par son odeur défavorable et inhibitrice de l'appétit de l'animal à cette plante (Bakkali et Averbeck , Idaomar; 2008).

- Les plus utiles comme arme de défense contre les parasites et les prédateurs (Houel.2011).

-Elles protègent la plante contre le stress photo-oxydatif et participent aussi dans la croissance et le développement de la plante (Pichersky et Gershenjon. 2002).

I 8-5 Les facteurs influençant la composition des huiles essentielles:

Il existe beaucoup de facteurs externes pouvant influencer la composition chimique et le rendement de l'huile essentielle. La température, le taux d'humidité, la durée d'ensoleillement, la composition du sol sont autant des facteurs d'ordre environnemental susceptibles d'exercer des modifications chimiques (Piochon. 2008).

➤ **Chémotype :**

Une même plante aromatique, botaniquement définie, synthétise une essence qui sera biochimiquement différente en fonction du biotope dans lequel elle se développera (Lamamra. 2007).

➤ **Influence du cycle végétatif :**

Les différents composants d'huile essentielle peuvent varier de façon remarquable tout au long du cycle végétatif en rapport avec l'âge de la plante et la période de récolte ou la saison (Mapola. 2003).

➤ **Influence du procédé d'extraction :**

Au cours de l'extraction, les constituants des huiles essentielles connus pour être fragiles, sont soumis aux effets combinés d'un milieu aqueux, de son acidité et de sa température, et peuvent subir des conversions chimiques essentielles (Bruneton. 1999).

La composition d'une huile essentielle varie aussi en fonction du temps d'extraction, des traitements préliminaires (transport, durée de séchage et de stockage du matériel végétal) (Selles. 2012).

I 8-6 La Toxicité des huiles essentielles :

Les huiles essentielles ne sont pas des produits qui peuvent être utilisés sans risque. Comme tous les produits naturels: "ce n'est pas parce que c'est naturel que c'est sans danger pour l'organisme". Cet aspect des huiles essentielles est d'autant plus important que leur utilisation de plus en plus populaire tend à se généraliser avec l'émergence de nouvelles pratiques thérapeutiques telle que l'aromathérapie (Piochon. 2008).

a. Toxicité aigue :

Les huiles essentielles en générale ont une toxicité aigue par voie orale faible ou très faible. D'autres huiles essentielles ont un effet neurotoxique. Les cétones comme l' α -thujone sont particulièrement toxiques pour les tissus nerveux (Bruneton. 1999).

b. Toxicité chronique :

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue, au moins en ce qui concerne leur utilisation dans le cadre de pratique comme l'aromathérapie (Piochon. 2008).

c. Toxicité dermique :

Certaines huiles essentielles sont dangereuses lorsqu'elles sont appliquées sur la peau en raison de leur pouvoir irritant (huiles riches en thymol ou en carvacrol), allergène (huiles riches en cinnamaldéhyde) ou phototoxique (huiles de citrus contenant des furocoumarines (Paris, Hurabielle . 1986).

d. Cancérogénicité :

Il existe quelques huiles essentielles dont certains composés sont capables d'induire la formation de cancers (Piochon. 2008).

I 8-7 Emploi des huiles essentielles :**1. En pharmacie :**

Les drogues à l'huile essentielle peuvent être utilisées:

- Pour leur action physiologique:
 - en nature (menthes, verveine, camomille)
 - pour l'extraction de l'essence : l'usage est externe ou interne
- Pour l'isolement de certains constituants: eugénol, anéthole, pinènes,...
- Comme excipients de nombreux médicaments : adjuvants ou aromatisants(Brueton. 1999).

2. Dans l'industrie :

➤ Parfumerie et cosmétologie: de nombreux parfums sont toujours d'origine naturelle et certaines huiles essentielles constituent des " bases" de parfums irremplaçables exemple: Rose, Jasmin,...

➤ Alimentation: les HE sont très utilisées comme aromatisants des aliments (jus de fruits, pâtisserie) (Brueton. 1999).

I 8-8 Activités biologiques des huiles essentielles :**I 8-8-1 Activité antimicrobienne:**

Certaines espèces microbiennes pathogènes, sont de moins en moins sensibles aux antibiotiques et développent des résistances multiples à ces derniers.

L'usage des huiles essentielles grâce à leur forte action antimicrobienne développée depuis plus d'une vingtaine d'année, constitue un sérieux substitut au traitement par les antibiotiques dans les pathologies infectieuses (Haddouche. 2008).

8-8-2 Activité antibactérienne :

La première mise en évidence de l'action des huiles essentielles contre les bactéries a été réalisée en 1881. Cette activité est par ailleurs variable d'une huile essentielle à une autre et d'une souche bactérienne à une autre (Ben Ayache. 2013).

Mode d'action contre les bactéries :

D'une manière générale, l'action des huiles essentielles se déroule en trois phases :

- * Attaque de la paroi bactérienne par l'huile essentielle, provoquant une augmentation de la perméabilité puis la perte des constituants cellulaires.
- * Acidification de l'intérieur de la cellule, bloquant la production de l'énergie cellulaire et la synthèse des composants de structure.
- * Destruction du matériel génétique, conduisant à la mort de la bactérie (El- Kalamouni. 2010).

8-8-3 Activité Antivirale :

Les virus sont généralement fortement sensibles aux molécules aromatiques. De nombreuses pathologies virales sévères montrent des améliorations importantes avec leur utilisation (Zhiri. 2006).

8-8-4 Activité antiseptique :

En phytothérapie, les huiles essentielles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne (Hamoud. 2008).

8-8-5 Activité antifongique :

Le pouvoir antifongique des HE a été mise en évidence par de nombreux acteurs contre les moisissures allergisantes et contre les champignons pathogènes (Oussou et al. 2004 ; Teixira-duarte. 2005 ; Sisaber et Ballahcene. 2012).

8-8-6 Activité anti-inflamatoire:

-Un grand nombre d'huiles essentielles ont la capacité d'activer la circulation sanguine, de réduire les hémorroïdes et de soulager les jambes lourdes et combattre la cellulite.

-Elles sont efficaces contre la formation de gaz au niveau abdominal, et elles favorisent la formation des sucs gastriques nécessaires à une bonne digestion. (Alessandra. 2008).

I 8-8-7 Activité antioxydante :**L'oxydation :**

L'oxydation fait partie d'une réaction d'oxydo-réduction qui transfère des électrons d'une substance vers un agent oxydant. Bien que les réactions d'oxydation soient nécessaires à la vie, elles peuvent aussi produire des radicaux libres qui entraînent des réactions en chaîne destructrices (Hamzaoui. 2010). Les radicaux libres sont générés naturellement au cours du métabolisme normal de l'oxygène in vivo en très faible quantité mais peuvent être libérés suite à un stress oxydatif (Delattre. 2005).

Les radicaux libres :

Le radical libre est une espèce chimique possédant un électron célibataire sur sa couche périphérique. Ce sont des dérivés instables, incomplètes et toxiques de l'oxygène qui peuvent se retrouver dans l'organisme et qui tentent de s'accoupler à des éléments de nos propres cellules afin de se compléter (anonyme), ils réagissent et dégradent l'ADN, les lipides, les protéines, ils détruisent alors des cellules saines (Delattre. 2005).

La formation de radicaux libres dans l'organisme est constante et indissociable de la vie dans une atmosphère oxydante, mais les excès dépendent de facteurs extérieurs.

➤ Ils sont produits par divers mécanismes physiologiques afin de détruire des bactéries au sein des cellules phagocytaires ou pour réguler des fonctions cellulaires létales telles que la mort cellulaire programmée.

➤ Le contact entre l'oxygène et certaines protéines du système respiratoire, induit une production d'anions super-oxydes nécessaires pour le fonctionnement de la chaîne respiratoire mitochondriale.

➤ L'inflammation est une source importante de radicaux oxygénés produits directement par des cellules phagocytaires activées.

➤ Des sources importantes de radicaux libres sont les mécanismes de cycles redox que produit l'oxydation des molécules comme les quinones dans l'organisme.

➤ L'ingestion d'alcool est suivie de la formation de radicaux libres selon divers mécanismes, c'est également le cas des antibiotiques et des anticancéreux.

□ L'infection au virus d'immunodéficience humaine (VIH) a pour effet d'accroître la production des radicaux libre dans l'organisme.

Certaines maladies génétiques causent une surproduction de radicaux libres ou une efficacité réduite du système de défense. Une surproduction de radicaux libres a été observée lors des maladies d'Alzheimer et de Parkinson (Hamzaoui. 2010 et Delattre. 2005).

Antioxydant :

Ce sont des composés qui réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs (enzymes, protéines, oligo éléments), ils sont produits par l'organisme, mais aussi apportées par notre alimentation. Parmi de bons capteurs de radicaux libres on trouve les HE soufrés, contenant des aldéhydes mono et di terpéniques, des dérivés des aldéhydes benzéniques et cinnamiques, des mono phénols (eugénol) qui peuvent former des hémiquinones relativement stable. Ce sont surtout les phénols et les polyphénols qui sont responsables de ce pouvoir (Haddouche. 2008).

a. Les antioxydants endogènes

Ils sont capable soit de maintenir les espèces réactives de l'oxygène à des concentrations quasi stationnaires soit de piéger ces espèces (antioxydants non enzymatiques).

b. Les antioxydants naturels

La vitamine E: capable d'une part de piéger chimiquement l'oxygène singulet (O_2) en s'oxydant en quinone, d'autre part, de réagir avec le radical hydroxyle (OH).

La vitamine C: c'est un piégeur très efficace des anions superoxydes, du peroxyde d'hydrogènes et de l'oxygène singulet.

La Caroténoïdes: leur rôle protecteur dans les systèmes biologiques implique la désactivation d'espèces électroniquement activées telles l'oxygène singulet O_2 et la désactivation d'espèces chimiques réactive telles les radicaux peroxydes $ROO\bullet$ et alkyles $R\bullet$, qui peuvent être générés à l'intérieur des cellules et occasionner des dommages oxydatifs.

Le Zinc: le Zinc joue un rôle antioxydant indirect en assurant la stabilisation de la Cu- $ZnSO_4$, cependant il possède d'autres propriétés antioxydantes dont le mécanisme précis est encore incomplètement connu.

Le Sélénium: joue un rôle dans la protection des cellules et de leurs constituants contre l'attaque radicalaire, le maintien de l'intégrité membranaire réduit la probabilité de propagation de lésions oxydative à des biomolécules (Delattre. 2005).

8-9 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 :

8-9-1. Distillation et entrainement 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, 2005). Sous l'action de la chaleur, l'eau se transforme en vapeur et passe à travers les plantes en entrainant 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 (Belaiche, 1979 ; Benjilali, 2004).

8-9-2. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est la méthode nommée pour l'extraction des huiles essentielles (Lucchesi, 2005). 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 (Haekel et Omar, 1993).

8-9-3. 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 al.*, 1990). 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).

8-9-4- 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 (Belaiche, 1979).

9-10- 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 extraites des zestes d'agrumes qui ne se conservent plus de 2 ans (Valnet, 2000).

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

1. Objectif

Cette étude consiste à tester le pouvoir insecticide d'extrait hydroalcooliques et des huiles essentielles des feuilles de l'espèce végétale «*Mentha rotundifolia*» sur les larves de «*T. absoluta*» dans le cadre de la valorisation des substances naturelle.

2-Matériel biologique

2.1. Matériel animal

Il s'agit du ravageur « *Tuta absoluta* », connu comme le principal bioagresseur 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 région de la commune de Sidi Ali à l'Est de la wilaya de Mostaganem (Fig.17).



Figure 17 : Larve de *T. absoluta*
(Originale, 2021)

2.2. Matériel végétal

L'espèce *M. rotundifolia* nous a servie comme végétal de base pour l'obtention de notre traitement, celle-ci a été récoltée au cours du mois d'avril, de la commune de Hadjadj.

Afin d'assurer une bonne extraction, le choix des feuilles de *M. rotundifolia* 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.18).



Figure 18 : *M. rotundifolia* (Originale, 2021)

Principe de l'extraction Soxhlet

La méthode d'extraction utilisée lors de notre étude est celle de l'extraction Soxhlet. L'extracteur Soxhlet est une pièce de verrerie permettant d'effectuer une extraction solide liquide avec une grande efficacité. L'appareil porte le nom de son inventeur : Franz Von Soxhlet ; c'est une méthode simple et convenable qui nous permettra de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée (Penchev, 2010).

3.1. Avantages et inconvénients de l'extracteur Soxhlet

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

3.1.1. L'évaporateur rotatif

L'étape qui suit l'extraction est l'élimination du solvant par l'évaporateur rotatif. Un appareil couramment utilisé pour éliminer le solvant du mélange, appelé souvent «rotavapor». L'évaporateur rotatif utilisé lors de l'expérimentation est de type Buche R-210 (Fig. 19).



Figure 19: L'évaporateur rotatif BUCHE R-210

3.1.2. Principe de l'évaporateur rotatif

Le mélange de solvant et de soluté est placé dans le ballon de droite. Celui-ci plongé dans un bain-marie. Il est incliné et animé d'un mouvement de rotation de manière à créer un film de liquide et ainsi accroître la surface d'évaporation du solvant. La pression à l'intérieur du montage est abaissée au moyen d'une trompe à eau ce qui augmente la vitesse d'évaporation. Après condensation dans le réfrigérant, le solvant est récupéré dans le ballon de gauche (Ould Amar, 2013).

3. Méthode d'extraction Soxhlet

Les parties aériennes des plantes utilisées (*M. rotundifolia*) sont des feuilles sèches. L'échantillon est traité par le solvant Petroleum d'éther qui permet la dilapidation des feuilles, puis il est laissé sécher pendant 10min à température ambiante.

La matière à extraire est ensuite mise dans la cartouche du Soxhlet. Le solvant est introduit dans le ballon puis chauffé pour démarrer l'extraction. Cette dernière est arrêtée lorsque le liquide entourant la cartouche devient clair, cette couleur indique que le solvant n'extrait plus rien du solide. Le contenu du ballon (solvant plus matières solubilisées) est ensuite traité à l'aide du Rotavapor pour éliminer le solvant (Fig. 20). Le résidu est pesé pour quantifier la masse d'extrait total sec de la masse de l'extrait (Penchev, 2010).(Fig.20).



Figure 20 : Dispositif Soxhlet (Originale, 2021)

3.2.1 Protocole de l'extraction :

Schéma représentatif du protocole d'extraction

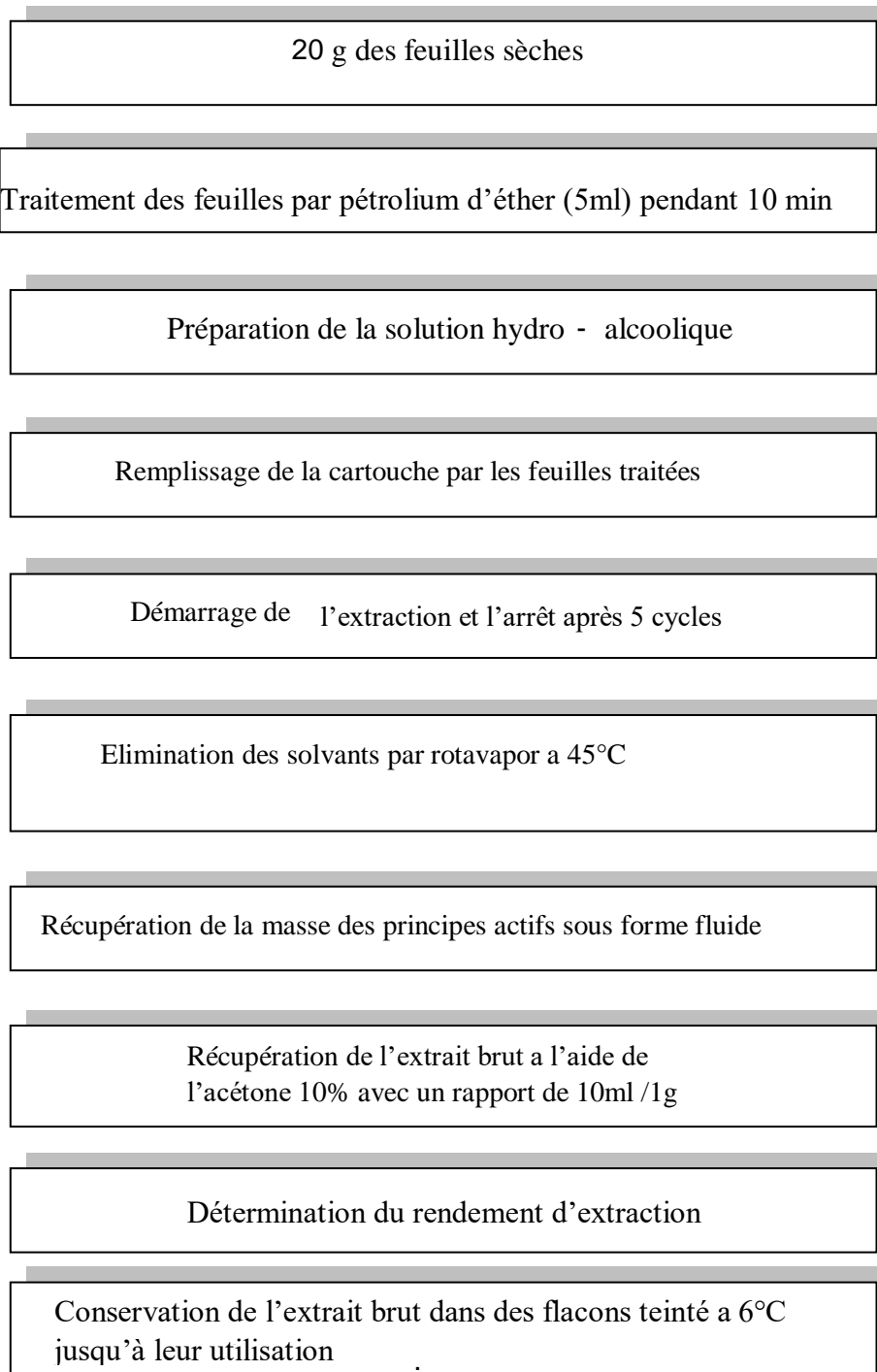


Figure 21 : Le protocole de l'extraction

3.1.3. Rendement d'extraction

Le rendement exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ, est déterminé par l'équation suivante :

$$R(\%) = (M_{\text{ext}}) \times 100 / M_{\text{éch}}$$

R : Rendement (en %)

M_{ext} : est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g

M_{éch} : est la masse de l'échantillon végétal en g.

3.2.2. Préparation des dilutions

A partir de l'extrait obtenu, les doses à tester sont préparées par dilutions dans l'acétone à 10%, 5% (5 ml de l'extrait / 95ml de l'acétone a 10%) ; 10 ml (10ml de l'extrait / 90ml de l'acétone a 10%) ; de même pour les doses 15%, 20%, 25% ; 30% et 100%.

Les témoins sont constitués par de l'eau distillée pour le témoin négatif et de l'acétone à 10% pour le témoin positif. (Fig.22)



Figure 22: Dilutions utilisées (Originale, 2021)

3.2.3. Test biologique *in vitro*

Les bio-essais ont été effectués au laboratoire dans des boîtes Petrie, qui doivent être aérées 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 éviter la sortie des larves.

Dans une boîte Petrie on introduit une foliole de tomate saine sur un fond recouvert d'une couche de papier absorbant humidifié afin de garder la foliole fraîche, permettant le bon développement des larves durant la période d'observation. Cinq 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'extrait en forme d'un jet sur les larves en les rassemblant pour éviter la perte du produit.

Les observations sont effectuées quotidiennement afin de déterminer l'effet larvicide de l'extrait de *M. rotundifolia* sur la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Le dénombrement des insectes morts est effectué après 24 heures du traitement et pendant 07 jours successifs. (Fig.23).

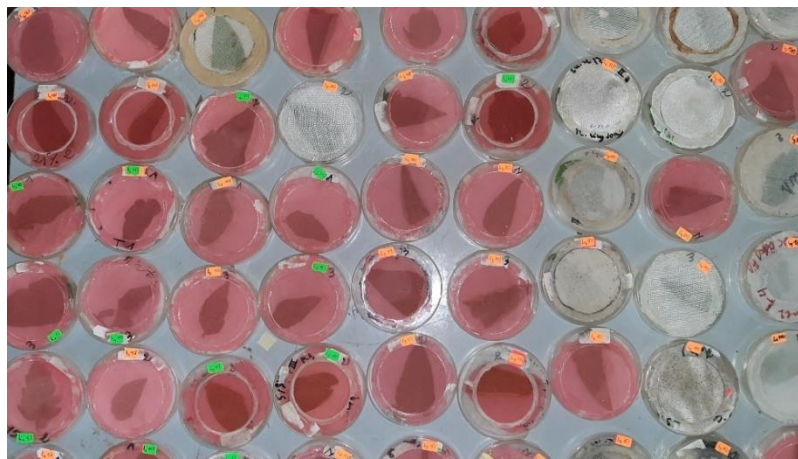


Figure 23 : Le dispositif expérimental du test *in vitro* de l'extrait de *M. rotundifolia* sur *T. absoluta* (Originale, 2021)

3.2.4. Dénombrement

L'observation des folioles échantillonnées sous loupe binoculaire, permet de dénombrer les différents stades de développement de l'insecte (œufs, différents stades larvaires L1, L2, L3, L4 et chrysalides).

Ces données nous ont permis de déterminer les :

Taux d'infestation

Taux de mortalité

L'abondance des individus vivants et morts.

4. Extraction des huiles essentielles

Pour accomplir cette partie de notre travail expérimental nous avons procédé à la peser de 388.64g de la matière végétale sèche dont les feuilles de *M. rotundifolia* 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 120 minutes (Fig. 24).



Figure 24: Dispositif d'entraînement à la vapeur d'eau (Originale, 2021)

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.

Préparation des dilutions

A partir de l'huile obtenue, les doses à tester sont préparées par dilutions diluée avec l'acétone à 10% suit 10 μ l, 20 μ l, 30 μ l, 40 μ l et 50 μ l.

Les témoins sont constitués par de l'eau distillée pour le témoin négatif et de l'acétone à 10% pour le témoin positif (Fig. 25).



Figure 25 : Dilutions de l'huile essentielle utilisées (Originale, 2021)

I.8. Test biologique *in vitro*

Le test a été réalisé *in vitro* dans des boîtes de Pétri, ces dernières doivent être aérées 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.

Cinq 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 05 larves en les rassemblant pour éviter la perte du produit.

Les doses utilisées ont été obtenues à partir de l'huile essentielle. Cinq concentrations ont été préparées : 10 μ l, 20 μ l, 30 μ l, 40 μ l et 50 μ l. Pour chacune des concentrations ainsi que pour le témoin, trois répétitions ont été réalisées.

Les observations ont été effectuées quotidiennement afin de déterminer l'effet larvicide de l'huile de *M. roduntifolia* sur la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Le dénombrement des larves mortes est effectué après 24 heures du traitement et pendant sept jours de traitement (Fig. 26).



Figure 26: Dispositif du test biologique (Originale, 2021).

5. 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) :

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

Mc% : Mortalité corrigée exprimé en %.

M0% : Mortalité observée après la pulvérisation.

MT% : Mortalité observé dans le témoin.

6. 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 mise 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).

3.2.5. Le traitement statistique

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de variance selon le dispositif expérimental retenu, suivie d'une comparaison de moyennes selon le test de Newman Keuls au risque $\alpha \leq 0.05$, sous le logiciel statistique STATBOX (version 6.01).

Chapitre II

Résultats et discussion

I Résultats

I.1. Rendement de l'extrait méthanolique de *M. rotundifolia*

Selon Clémence et Dongmo (2009), les rendements des différents extraits sont définis comme étant les rapports de la quantité de la substance végétale extraite sur la quantité de la matière végétale utilisée.

En effet, la formule ci-dessous nous a permis de déterminer le rendement de l'extrait méthanolique de la plante testée comme biocide à savoir *M. rotundifolia* de l'ordre de 23,9%, ce rendement reste assez intéressant comparativement aux autres plantes testées par d'autres étudiants sur *T. absoluta* durant les années précédentes.

$$R = (M/Mo) \times 100 \quad \longrightarrow \quad R = 4.78 / 20 \times 100 = 23.9\%$$

R=23.9%

R : Rendement (en %)

M : La masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g

Mo : La masse de l'échantillon végétale en g

I-2 Effet biocide de l'extrait méthanolique vis-à-vis des larves de *T. absoluta*

Les larves de *T. absoluta* sont exposées à un traitement d'extrait végétal (extrait de *M. rotundifolia*), le suivi des résultats a été fait chaque 24 heures pendant une période de 07 jours. La mortalité des larves a été observée après les première 24 heures pour toutes les concentrations d'extrait, en revanche la mortalité dans le témoin négatif a débuté après 72 heures du traitement.

Le taux de mortalité des larves de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait méthanolique des feuilles de *M. rotundifolia* a été évalué sur les lots traités, ce qui a révélé un taux assez différents entre les témoins négatifs et les lots traités, et une différence légère de ces derniers vis-à-vis des témoins positifs.

Une amplification du taux de mortalité est notée dès le deuxième jour pour toutes les concentrations; 72 heures après l'application de l'extrait, le taux de mortalité a atteint 100% pour les concentrations 25%, 30% et 100% alors que le résultat obtenu pour la concentration 5% a été moins important avec un taux de mortalité de 66.66% (Fig. 27 et 28).

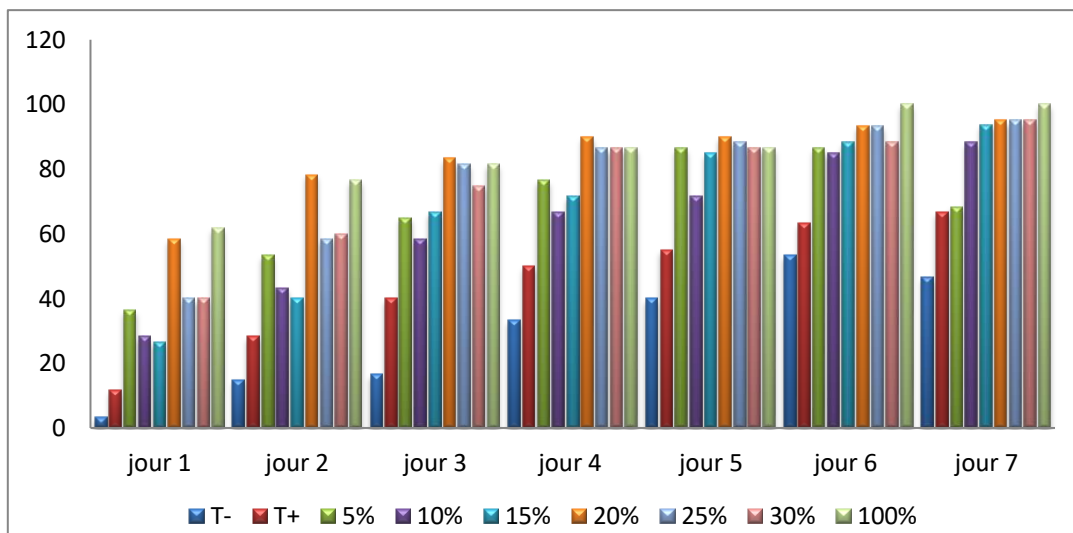


Figure 27: Mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

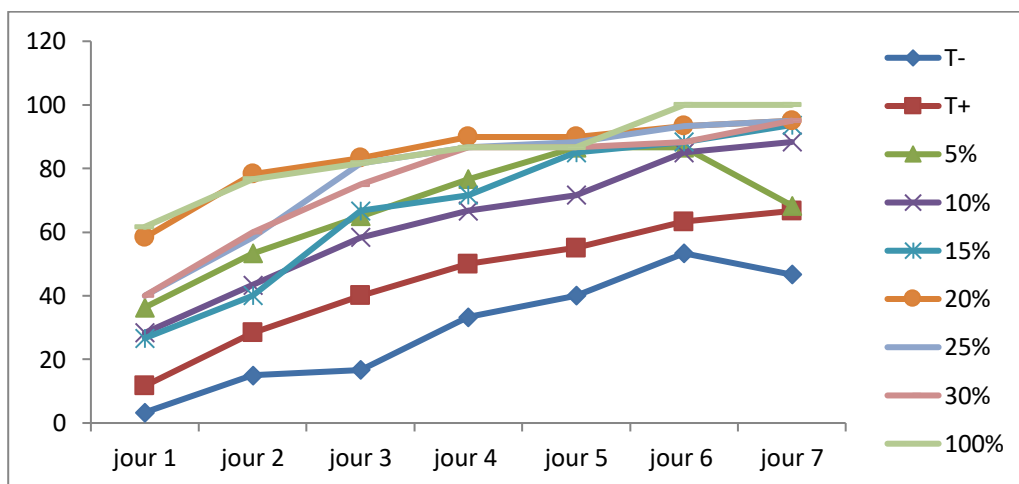


Figure 28: Mortalité corrigée des larves de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

I-3 Sensibilité des stades larvaires de *T. absoluta* vis-à-vis de l'extrait méthanolique

Premier stade larvaire (L1)

Les résultats obtenus pour ce test, nous ont permis de constater que la totalité des individus du stade larvaire L1 ont été positivement sensible à l'extrait dès le premier jour de leur contact. On note une mortalité totale à la fin du test.

Des mortalités faibles ont été constatées sur les témoins positifs un jour après traitement pour atteindre un taux maximal de 73.33% au 6^{ème} jour (Fig. 29 et 30).

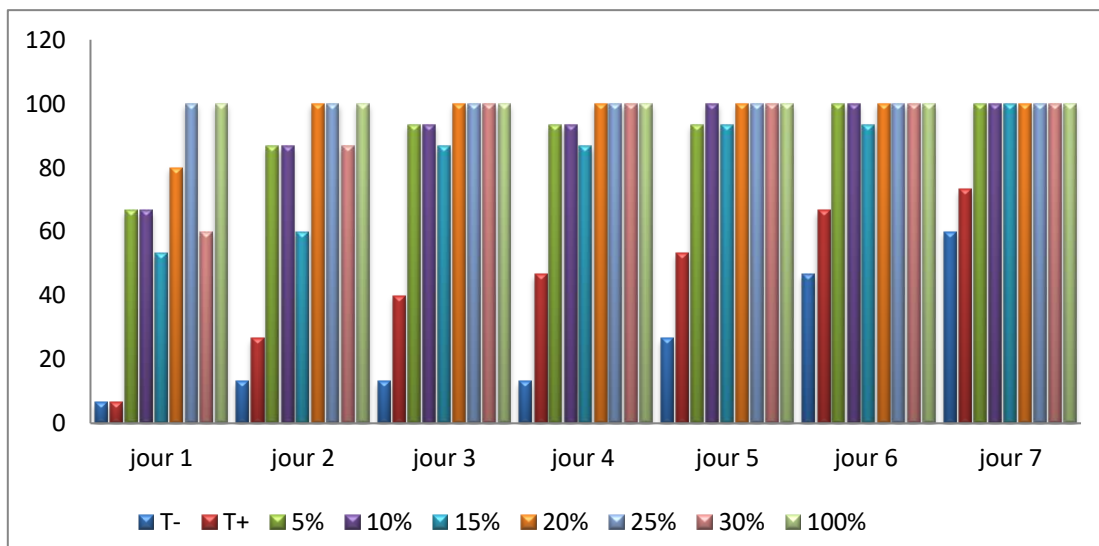


Figure29: Mortalité cumulée des larves L1 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia* changer l'axe des ordonnées et le mettre à 100% de toutes vos figures

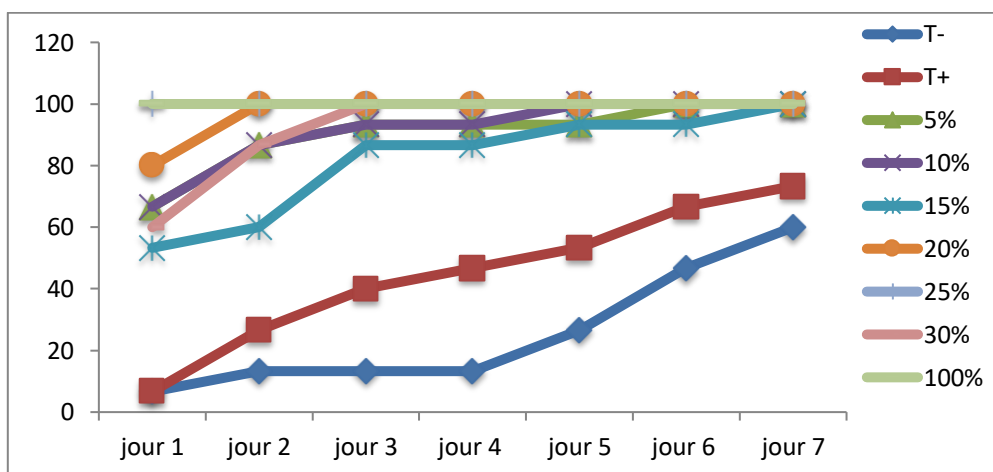


Figure30: Mortalité corrigée des larves L1 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

Deuxième stade larvaire (L2)

Après 48h, les concentrations 20% et 25% ont inscrit une augmentation pour atteindre des taux de mortalité de 100% de l'effectif total. Après le 4ème jour du traitement, des taux de mortalité remarquable ont été enregistrées avec 15, 55% et 40% respectivement pour les témoins (négatif et positif). Alors qu'au 4ème jour de l'expérimentation, on observe une mortalité estimée à 100% notée pour les différentes concentrations.

Les témoins notent un taux de mortalité moins important confirmant l'efficacité de l'extrait à l'égard du deuxième stade larvaire (Fig. 31 et 32).

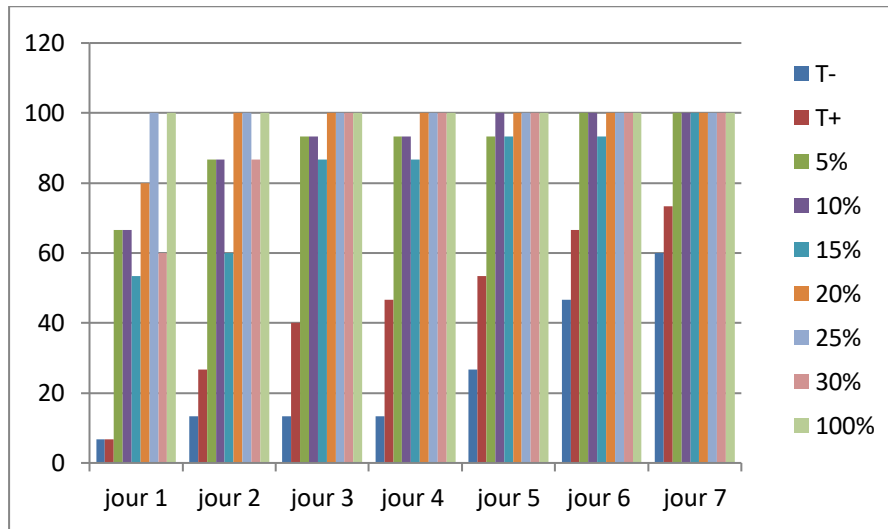


Figure 31: Mortalité cumulée des larves L2 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

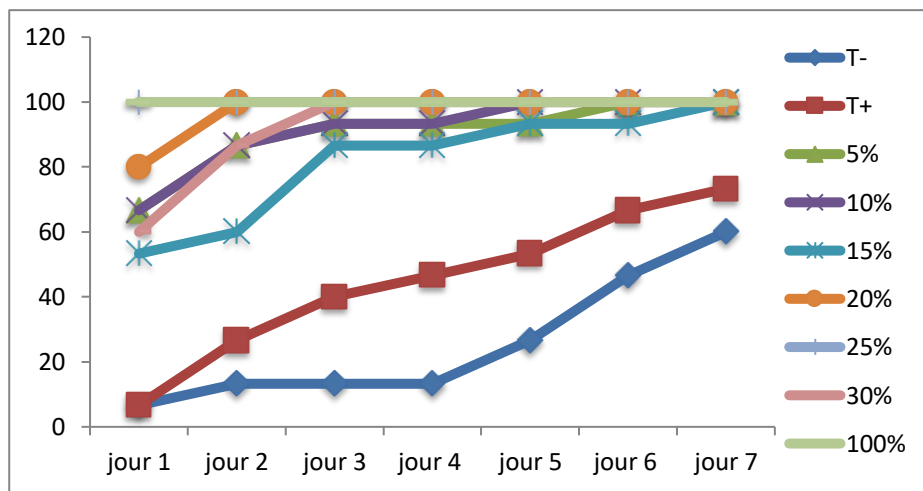


Figure 32: Mortalité corrigée des larves L2 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

Troisième stade larvaire (L3)

Les résultats montrent une sensibilité du troisième stade larvaire après le 4^{ème} jour du traitement. En effet, on a noté une mortalité maximale de l'ordre de 80%.

Les témoin négatif et positif ont révélé une mortalité respective de l'ordre de 6.66% et 13,33% (Fig. 33 et 34).

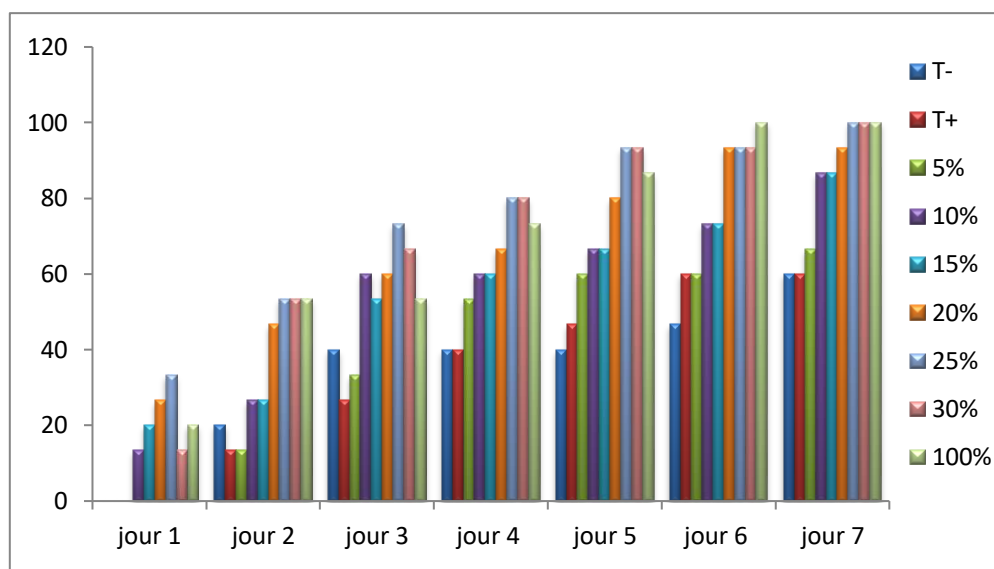


Figure 33: Mortalité cumulée des larves L2 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

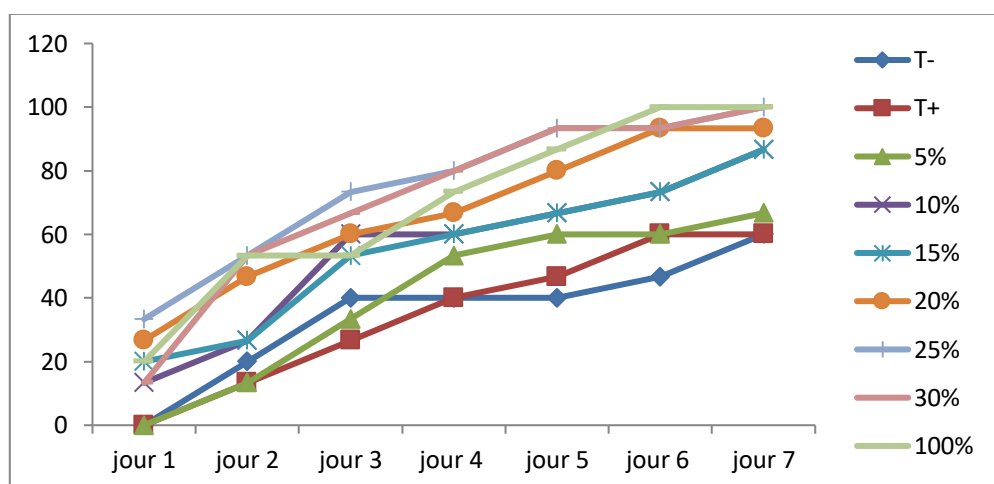


Figure 34: Mortalité corrigée des larves L2 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

Quatrième stade larvaire (L4)

Les résultats obtenus pour le quatrième stade ont montré une éventuelle résistance de ce stade vis-à-vis des différentes concentrations testées.

Les concentrations 10 et 15% ont noté des mortalités moins importantes de 13.33 et 20%, par contre aucune mortalité n'a été observée sur le lot traité par la concentration 5% ainsi pour les deux témoins négatif et positif au cours des premiers jours du test (Fig. 35 et 36).

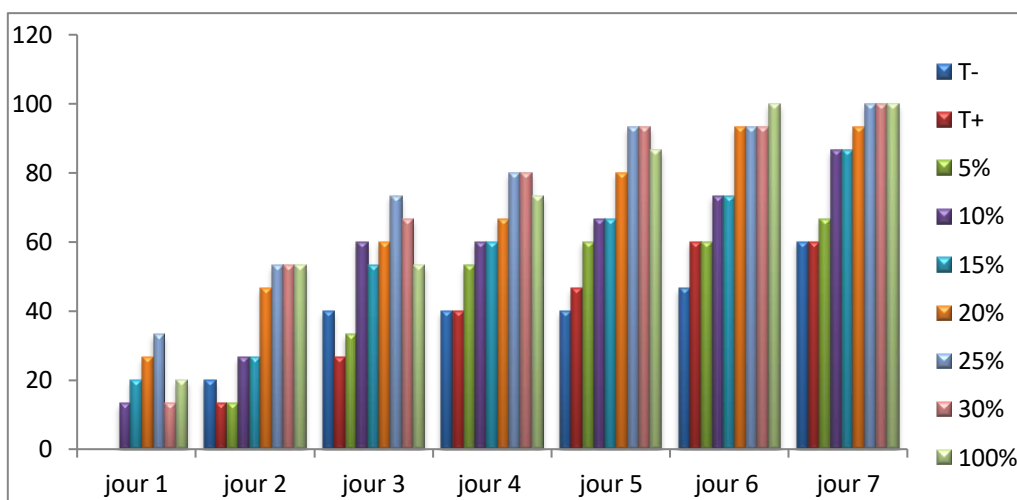


Figure 35: Mortalité cumulée des larves L4 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

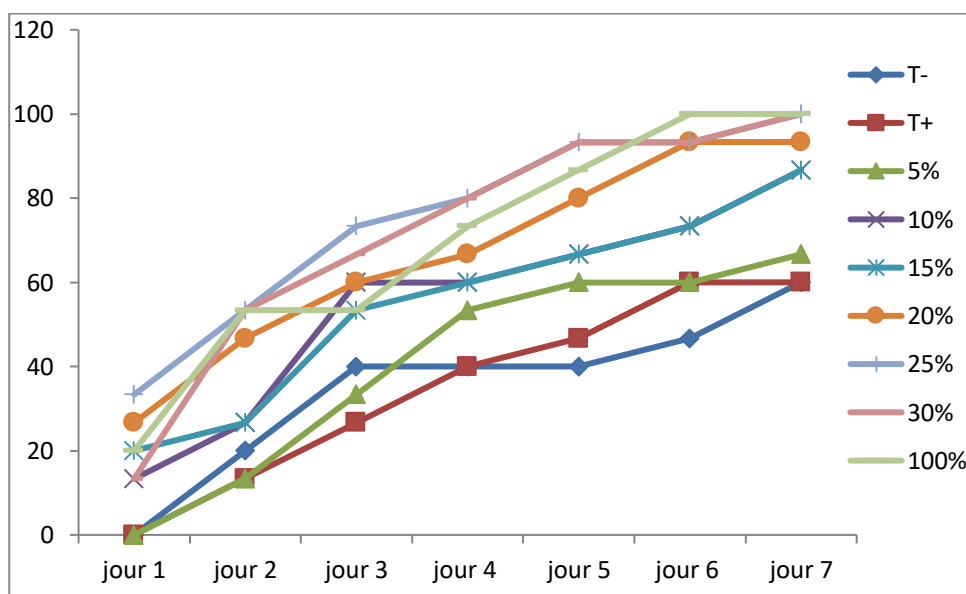


Figure 36: Mortalité corrigée des larves L4 de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. rotundifolia*

I.4. Calcul des DL50 et DL90

Le calcul de la corrélation entre les doses d'extrait 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.

Pour la détermination de ces doses, une transformation en pourcentages des mortalités corrigées, et transformation en logarithme décimale de la dose est établie.

Ces transformations permettent d'établir l'équation de droite de progression de type :

$$Y = aX + b.$$

Y = Pourcentage de mortalité corrigée ;

X = Logarithme des doses.

La DL50 calculée est de 4.13% et la DL90 obtenue est égale à 2.53%.

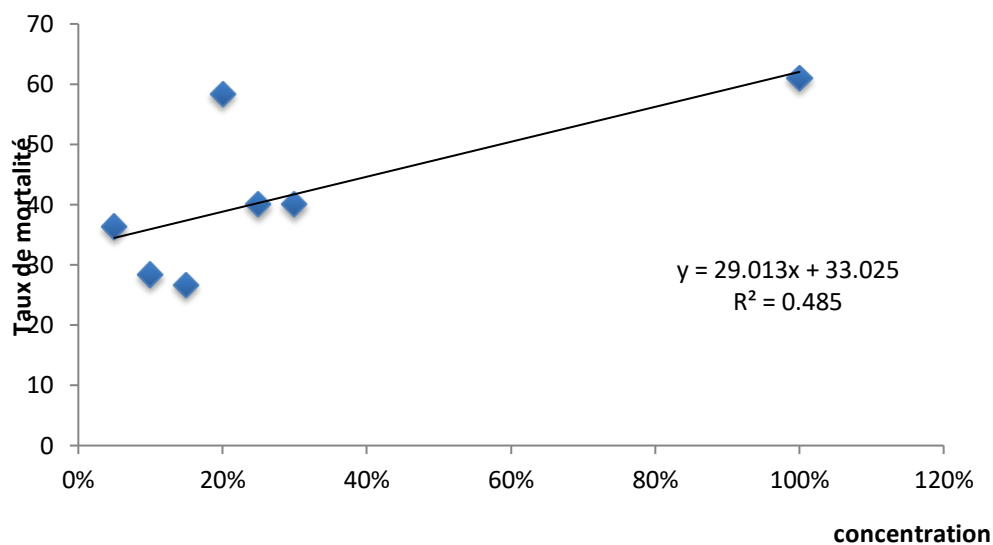


Figure 37 : Courbe linéaire pour le calcul de la DL50 et la DL90 de l'extrait de *M. rotundifolia*

I.5. Rendement en huiles essentielles

Le rendement est calculé selon la formule suivante ;

$$R = (M/Mo) \times 100 \quad \Longrightarrow \quad R = 1.91 / 388.64 \times 100 = 0.49\%$$

R : Rendement (en %)

M : La masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g

Mo : La masse de l'échantillon végétale en g

I-6 Evaluation *in vitro* de l'effet larvicide de l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

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

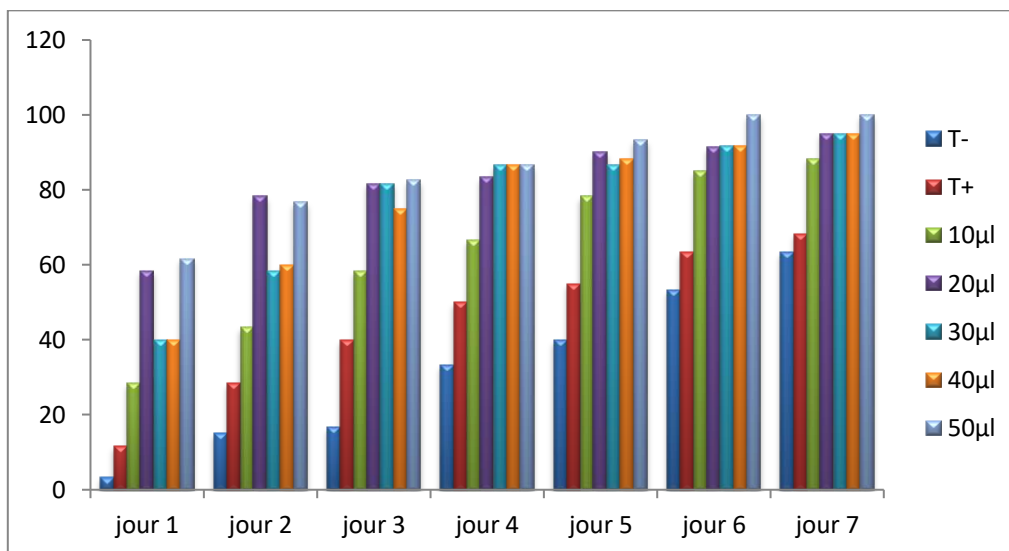


Figure 38: Mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

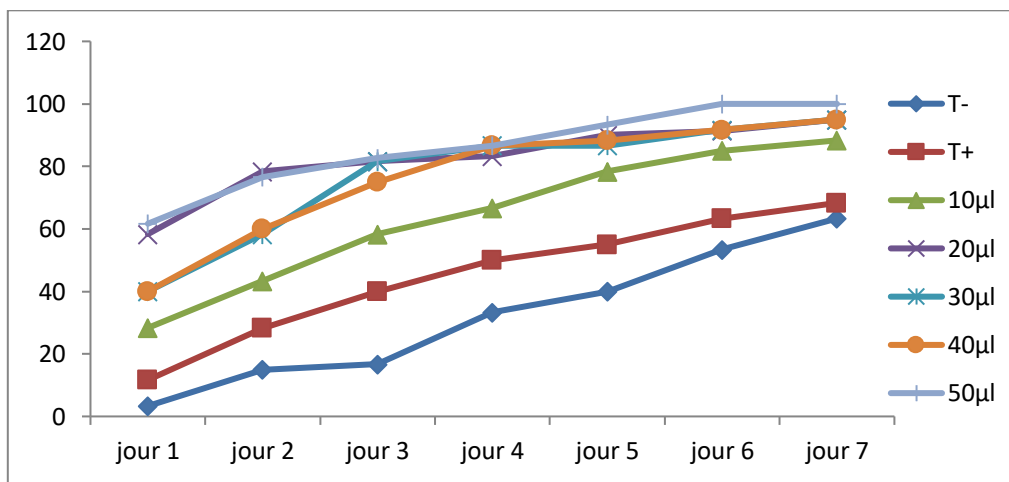


Figure 39: Mortalité corrigée des larves de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

Premier stade larvaire (L1)

Pour ce stade larvaire, au 5eme jour du traitement une mortalité cumulée de 26,66% a été relevée sur les lots traités par le témoin négatif et 46,66% pour le témoin positif. Au 4eme jour, On a noté une mortalité maximale de 100% pour les concentrations 20;30;40 et 50 µl.

Les résultats obtenus pour ce test font ressortir que la totalité des individus du stade L1 ont été positivement sensible à l'huile essentielle de *M. rotundifolia*. On note une mortalité totale de ce stade à la fin de l'essai.

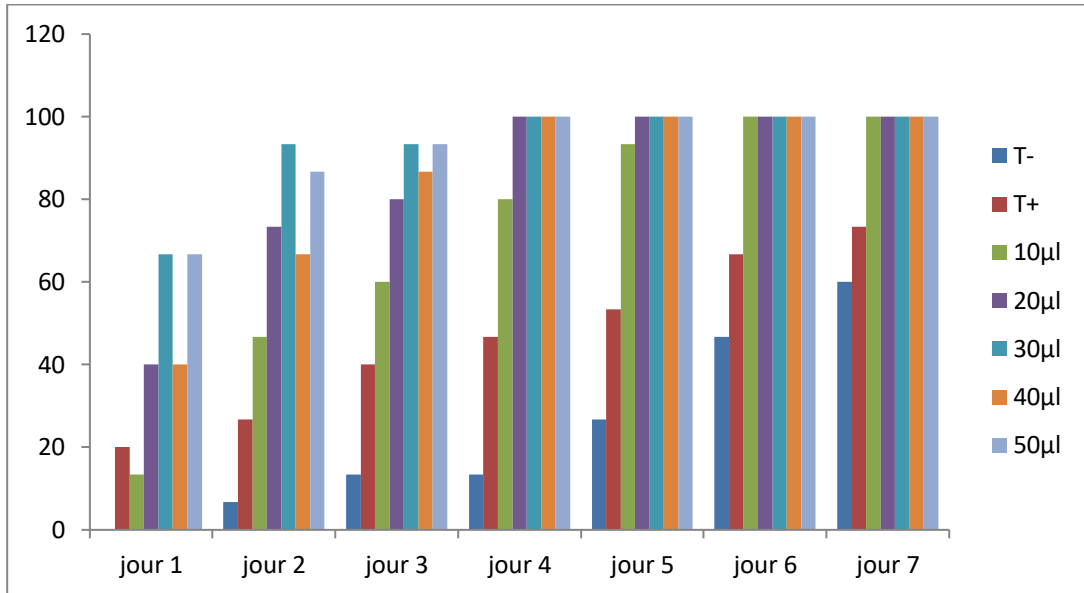


Figure 40: Mortalité cumulée des larves (L1) de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

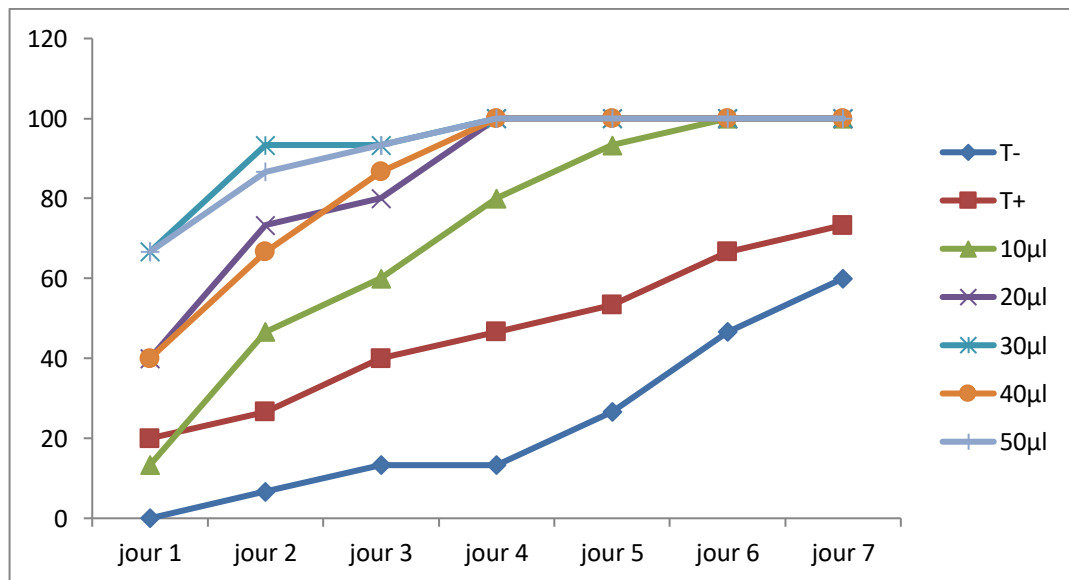


Figure 41: Mortalités corrigées des larves (L1) de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

Deuxième stade larvaire (L2)

Après 48h, la concertation 40µl a inscrit une augmentation dans les taux de mortalité enregistrés. Des taux de l'ordre de 66.66% furent quantifié. Pour les témoins positif et négatif, des taux de mortalité respectifs de 6,66 et 20% ont été observé après 24h de l'application du traitement (Fig. 42 et 43).

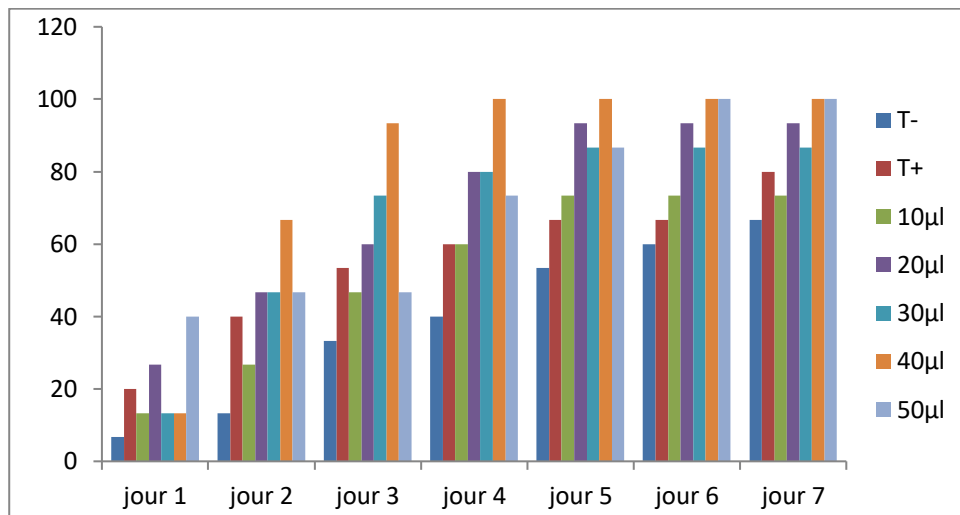


Figure 42: Mortalité cumulée des larves L2 de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

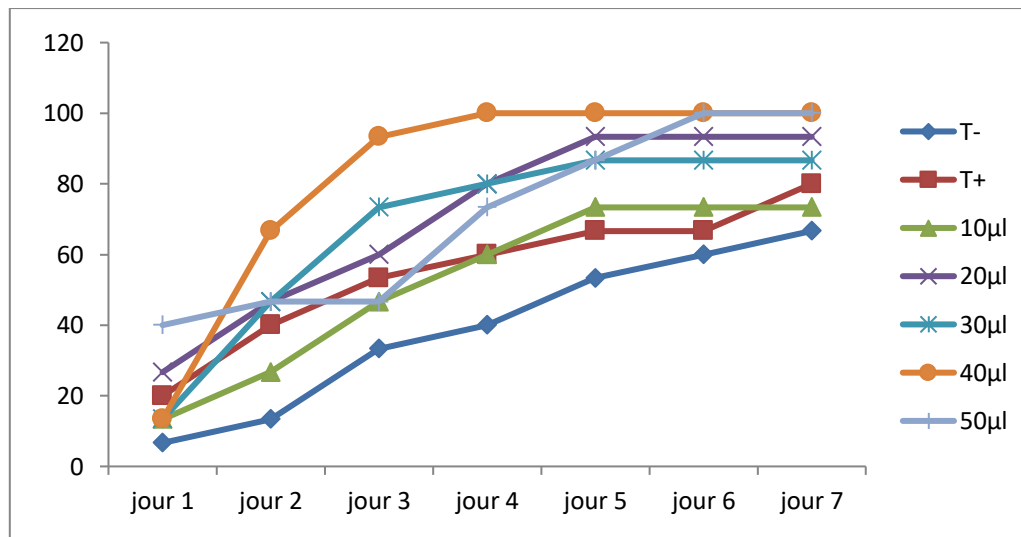


Figure 43: Mortalité corrigée des larves L2 de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

Troisième stade larvaire (L3)

Le troisième stade larvaire a montré une faible sensibilité vis-à-vis de l'effet des solutions d'huile essentielle aux concentrations 10 et 20µl, puisqu'ils ont noté des taux de

mortalité de 22,22 et 20% 96h après. Les plus importantes mortalités ont été visibles 6 jours après le traitement avec un taux de 20% pour les deux témoins ainsi que pour les solutions 20 et 30µl avec respectivement des taux de 22,22 et 24,44%.

Par ailleurs, 48h après le traitement, on observe des mortalités respectives de 20 et 26,66% chez les deux témoins positif et négatif (Fig. 44 et 45).

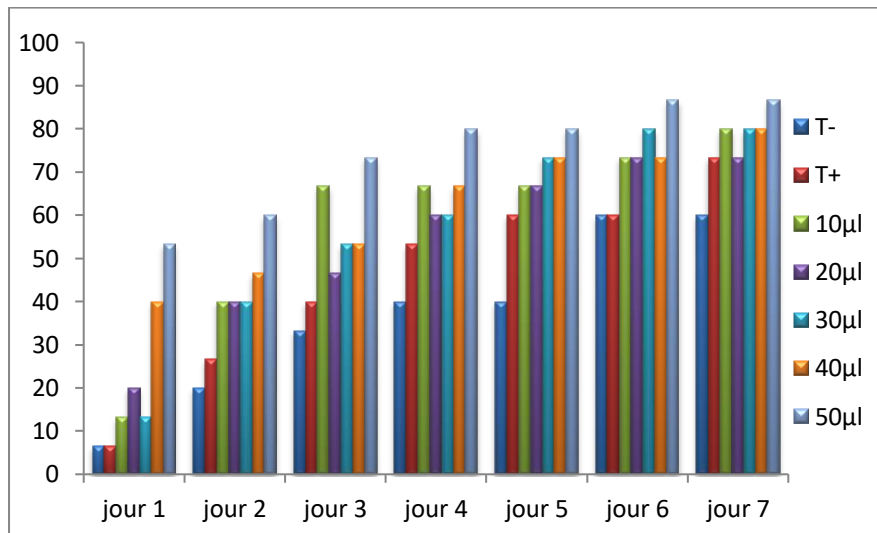


Figure 44: Mortalité cumulée des larves L3 de *T. absoluta* traitées par l’huile essentielle de *M. rotundifolia*

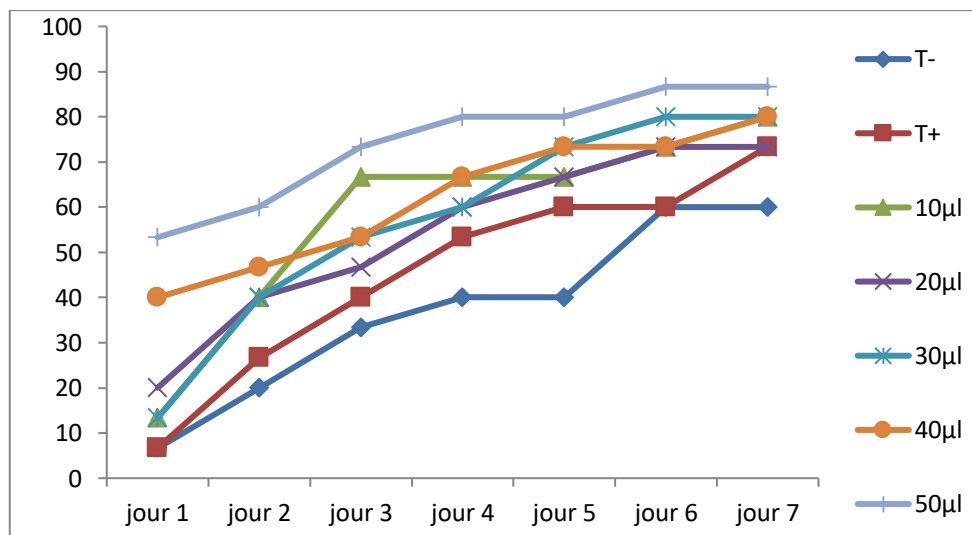


Figure 45: Mortalité corrigée des larves L3 de *T. absoluta* traitées par l’huile essentielle de *M. rotundifolia*

Quatrième stade larvaire (L4)

Les résultats obtenus pour le quatrième stade ont montré une éventuelle résistance de ce stade vis-à-vis des différentes concentrations testées. On a noté une mortalité maximale de 86.66% jusqu'à le 7eme jour.

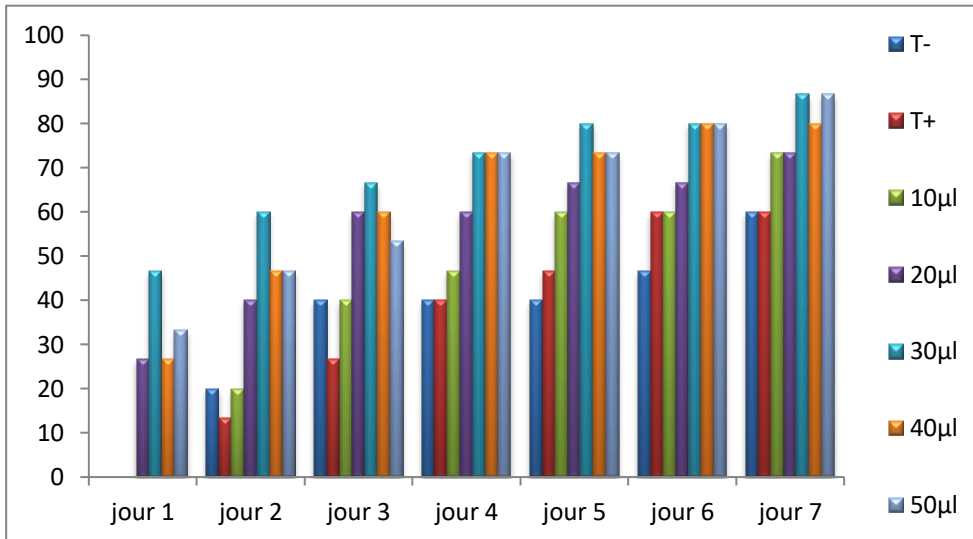


Figure 46: Mortalité cumulée des larves L4 de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

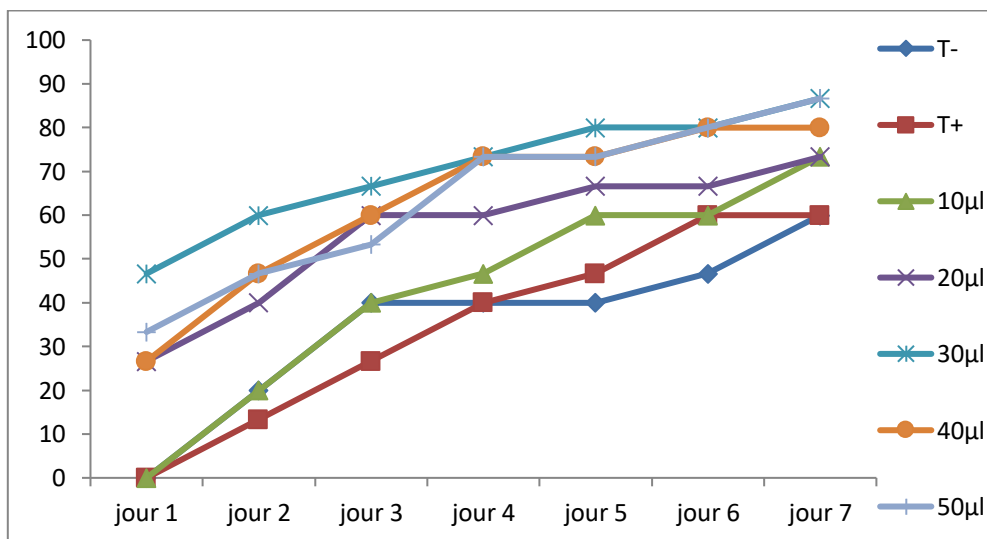


Figure 47: Mortalité corrigée des larves L4 de *T. absoluta* traitées par l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

I.7. Calcul des DL50 et DL90

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

A partir de l'équation de la droite de régression qui correspond respectivement à la mortalité corrigée en fonction des concentrations de l'huile essentielle de *M. rotundifolia* sur la mortalité des larves de *T. absoluta*, La DL50 calculée est de 5.86% et la DL90 obtenue est égale à 5.21%.

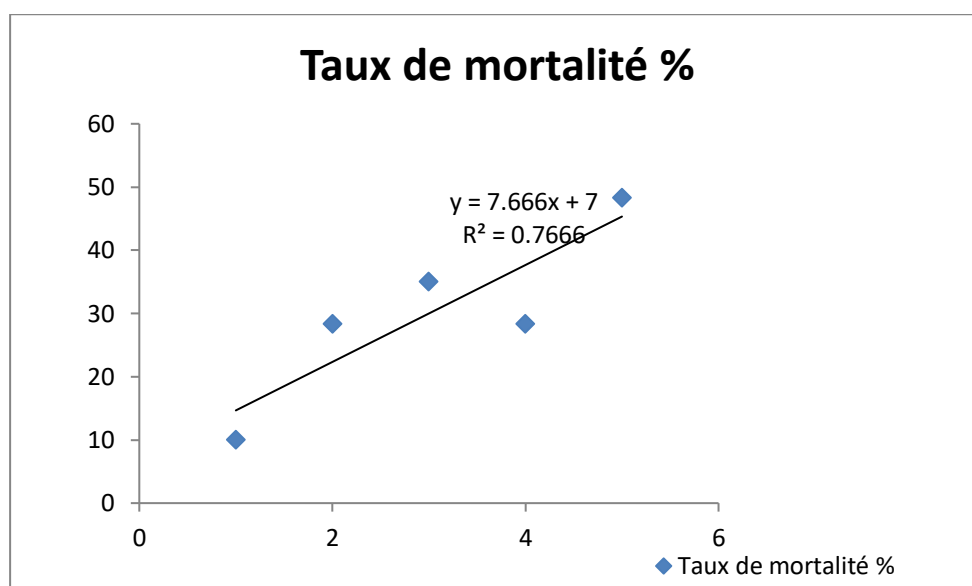


Figure 48 : Courbe linéaire pour le calcul de la DL50 l'huile essentielle de *M. rotundifolia*

II- Discussion

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

Plusieurs substances d'origine végétale ont été testées sur 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 micro-lépidoptère, un taux de mortalité très

Conclusion

Conclusion

Dans le but d'apporter des éclaircissements sur le rôle des extraits hydroalcoolique et l'huile essentielle dans la lutte contre la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Une étude expérimentale a été effectuée pour l'évaluation de l'activité biologique des huiles essentielles et l'extrait hydroalcoolique des feuilles de *M. rotundifolia* récoltées de la commune de Sidi Ali (Mostaganem) sur les différents stades larvaires de la mineuse de la tomate *T. absoluta*. Les résultats des tests *in-vitro* montrent que les taux de mortalité des larves traitées par l'extrait et l'huile essentielle ont montré une activité insecticide efficace sur les stades L1 et L2 et moindre sur les L3 et L4, même à une concentration faible.

A travers cette étude, il a été constaté que la plante nécessite une DL50 et DL90 pour l'extrait de l'ordre de 4,13% et 2,53%. Ainsi pour l'huile essentielle une DL50 a dépassé les 5,86% et la DL90 a été de 5,21%.

D'après les résultats des doses létales, DL50 et DL90 de l'huile essentielle et l'extrait on constate que l'huile a montré une meilleure efficacité à comparer avec l'extrait hydroalcoolique.

Au terme de ce travail, on peut conclure que la plante *M. rotundifolia* possède une activité insecticide sur les larves de *T. absoluta*. Elle est considérée comme source bio-insecticide qui pourrait être utilisé dans le domaine de la lutte biologique ; il est donc impératif de conserver les huiles essentielles et les l'extraits hydroalcoolique de cette plante à fin d'étudier leurs rôles dans la lutte biologique contre les insectes nuisibles.

Le présent travail ouvre de nouvelles perspectives de recherches permettant d'expliquer le mode d'action de ses extraits et l'huile essentielle et d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité toxique contre les insectes il serait donc nécessaire de:

- Tester l'huile essentielle et l'extrait hydroalcoolique *in vitro* pour mieux comprendre le mécanisme d'action de ces molécules bioactive de cette plante.
- Inciter les agriculteurs à utiliser des produits naturels pour réduire l'action combinée de *T. absoluta* et de ses maladies sans nuire à l'environnement.

Références bibliographiques

- Anonyme., 1999.** Transfert de technologie agriculture. MADRPM/DERD. Fiche n° 57 : Tomate sous serre. PNTTA. 12p.
- Anonyme., 2009.** [http://tomodori.com /phpBB2/viewtopic.php. gov.t=4567](http://tomodori.com/phpBB2/viewtopic.php?gov.t=4567). 2009.
- Anonyme., 2011.** <http://www.tiziouzou-dz.com/maps.html>.
- Anonyme., 2012.** <http://tuta-absoluta.blogspot.com/2012/source-www.html>.
- Anonyme., 2015.** [http://ephytia.inra.fr/ tomate/mineuse de la tomate](http://ephytia.inra.fr/tomate/mineuse_de_la_tomate).
- Anonyme a 1., 2008.** Direction des filières de production, gestion phytosanitaire de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick.
- Anonyme a 2., 2008.** [http://www.lepi/ ulg.ac.be.fr](http://www.lepi/ulg.ac.be.fr).
- Anonyme b 1., 2013.** [http://archive2013.ministère de l'agriculture/économie/algérie/html](http://archive2013.ministère_de_l'agriculture/économie/algérie/html).
- Anonyme b 2., 2013.** [http://inra.fr /Tomate-physiologie-des-fruits](http://inra.fr/Tomate-physiologie-des-fruits).
- Alford D., 2013.** Ravageurs des végétaux d'ornement, arbres, arbustes et fleurs. Ed Quae. 468p.
- Allal C., 2009.** « Fiche technique tomate sous serre » maladies des plantes, agriculture et écologie. MADRPM/DPV/DH. 13P.
- Andre P., Barragan A., Onore G., Gallegos P., Prado M., Ruiz C et Aveiga I., 2000.** *Tecia solanivora* (Povolny) en Ecuador. Poster Feria de la papa. Centre de investigaciones de INLAP Santa Catalina. Quito (Ecuador). 130p.
- Andrew G., James J. Mathers L.F., Blackburn A., Weiqi L., Jacobson R.J., et Northing F., 2013.** Population Development of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) under Simulated UK Glasshouse Conditions. 20p.
- Arab L., et Steck S., 2000.** Lycopene and cardiovascular disease. AM J Nutr. 1691p.
- Arno J. et Gabarra R., 2011.** Lutte contre *Tuta absoluta*, un nouveau ravageur qui envahit l'Europe. ENDURE, Formation en Lutte Intégrée-Faunistic Entomology 2011 (2010), 63(4). 235p.
- Badaoui M. I., 2004.** Etude de certains caractères biologiques, morphologiques systématique et biochimiques de *Pthorimaea operculella* Zeller (Lépidoptère : Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie. Université de Mostaganem. Thèse de Magistère. 66p.
- Badaoui M.I. et Berkani A., 2011.** Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* 1917 et *Pthorimaea Operculella* Zeller (Lépidoptère : Gelechiidae) 1873. Université d'Abdelhamid Ibn Badis. 300p.
- Bamouh A., 1999.** Bulletin réalisé à l'institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. 32p.

- Basu A., Imrhan V., 2006.** Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis : conclusions from clinical trials. Eur J Clins Nutr. 16p
- Benzara A., Selmane F. et Sahraoui L., 2011.** Utilisation de quatre types de piégeage pour l'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae). ENSA. 9p.
- Berkani A., 1989.** Possibilité de régulation des populations d'*Aleurothrixus floccosus* sur agrume. Doctorat. Université d'Aix-Marseille III. 140p.
- Biondi A., Desneux N., Siscaro G., Zappalà L., 2012.** Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: Selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus* . Chemosphere . 812p.
- Blancard D., Latterot H., Marchaud G. et Candresse T. 2009.** Les maladies de la tomate. Ed. Quae, Paris. 679p.
- Bodendörfer J., Guy C., Christophe A. et Fabienne E., 2011.** *Tuta absoluta*, mineuse de la tomate, perspectives 2011. Fredon corse, 2p.
- Boosse-Platiere A., 2008.** L'agenda du jardinier bio. Ed terre vivante. 500p
- Bouhroud R., 2011.** Tomate: principales maladies fongiques. INRA-Agadir. 1p.
- Caburet A. et Hekimian Letheve C., 2003.** Les légumineuses à grains. In Memento de l'Agronome, Paris-France, CIRAD-GRET. 878p.
- Chaux C.L. et Foury C.L., 1994.** Production légumières et maraichères, tome III : légumineuses potagères, légumes fruits. Tec & Doc. Lavoisier, Paris. 563p.
- Chougar S., 2011.** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Mémoire de Magister. Université de Tizi-Ouzou, 122p.
- CIP., 1990.** Major potato diseases, Insects, and nematodes. 3^{ème} Ed. centro international de la Papa,Lima.
- Cirad** (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France) **et Gret** (groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangère)., **2002.** Mémento de l'agronomie. Ed Quae. p.1045-1046.
- Clarke J.F.,1962.** New species of microlepidoptera from Japan. Entomological News 73, 102p.
- Collavino M.D., et Gimenez R.A., 2008.** Efficacy of Imidacloprid tocontrol the
- Cronquist A., 1981.** An inetgrated system of classification of following plants. Colombia

University. 1256p.

Dajoz R., 1975. Précis d'écologie. Ed Masson. 300p.

Daunay M.C., Janick J., et Laterrot H., 2007. Iconography of the Solanaceae from antiquity to the XVIIth century: a rich source of information on genetic diversity and uses. Ed Solanaceae VI: Genomics meets biodiversity. Acta Horticulturae 745: 59–88.

De Lannoy D., 2001. Légumes. Tomate. In Agriculture en Afrique Tropicale, Bruxelles, DGCI. P 503-512.

Del Medico B., 2014. 500 secrets pour avoir un potager merveilleux. Ed Cloe. 300p.

Doorenbos J. et Kassam A. H., 1987. Réponse des rendements à l'eau. Bulletin FAO d'irrigation et de drainage n°33; Rome, 1987, 235 P.

Doumandji-Mitiche B., Chennouf R. et Doumandji S. 2010. Captures de *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera, Gelechiidae) par trois types de pièges à phéromone et estimation des dégâts à Ouargla. Joint international Symposium on management of *Tuta absoluta* in collaboration with IRAC and IBMA. Morocco, 110p.

Dumortier P., Evrad M., Maiche M., Nicolas A., De ridder C. et Costa Santos Baltazar S., 2010. Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de collection « luc fichot ». Rapport final, Phytotechnie et horticulture. Gembloux agro bio tech., 105 p.

Estay P., 2009. Polilla del Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). docs/Informativos/Informativo 09.pdf (accessed on 10th April 2009).

FAO, 2008. L'actualité agricole en Méditerranée. Ed. Ciheam, 33p.

Favier J., Ireland-Rippert J., Toque C., et Feinberg M., 2003. Répertoire Général des Aliments. Ed. Ciquial. 40-48p.

Fernandez S. et Montagne A., 1990. Biología del minador del tomate, *Scrobipalpa absoluta* (Meyrick). Bol. Entomol. Venez N. S.5(12), p.p,89-99.

Ferrero M., 2009. Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat. Montpellier SupAgro., 228 p.

Fraival A., 2009. Un insecte à la page. La mineuse Sud Américaine de la tomate malvenue dans l'ancien monde. Insecte 12, N° 154, 23p.

Gallais A. et Bannerot H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critère de sélection. INRA, Paris. 765p.

Gartemann K.H., Kirchner O., Engemann J., Grafen I., Eichenlaub R. et Burger A. 2003. *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*: first steps in the understanding

- Latigui A., 1984.** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse Magister. INA El-Harrach.180p.
- Laumonier R., 1979.** Cultures légumières et maraichère. Tome III. Ed. Bailliere, Paris. 279p.
- Lebdi Grissa K., Skander M., Mhafdhi M. et Belhadj R., 2011.** Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) en Tunisie. Entomologie faunistique – Faunistic Entomology 2011 (2010) 63 (3), 125-132 P.
- Liu Q., Suzuki K., Nakaji S. et Sugawara K., 2000.** Antioxidant activities of natural 9-cis ans synthetic all-trans carotene assessed by human neutrophil chemiluminescence. Ed Nutrition Research. 300p.
- Marcano R., 2008.** Minador pequeno de la hoja del tomate : *Palomilla pequena*, Minador del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Plagas agricolas de Venezuela. In. 200p.
- Margarida M.A., 2008.** Meneira do romateira (*Tuta absoluta*). Uma nova amerça produçao del tomate.10p.
- Messiaen C.M., Blancard D., Rouxel F. et Lfon R. 1993.** les maladies des plantes maraichères. 3ème Ed. INRA, Paris.
- Meyrick E., 1917.** Descriptions of South American Micro-Lepidoptera. Trans. Ent. Soc, London, 1-52p.
- Miranda M.M., Picanco M., Zanuncio JC., Guedes R., 1998.** Ecological life table of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: gelechiidae). Biocontrol. Sci. Technol.606p.
- Naika S., De Jeud J.V.L., De Jeffeau M., Hilmi M. et Vandam B., 2005.** La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.
- Nyabyenda P., 2006.** Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique. Edit. Gembloux, France, 241p.
- Ouanes H., 2009.** Contribution à l'étude de la bioécologie de la mineuse de la tomate *T. absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : gelechiidae) dans une serre située dans la wilaya de Boumerdes. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie. 52p.
- Pitrat M., Foury C. et Coord. 2003.** Histoire de légumes. Edition INRA.415p.
- Polese J.M., 2007.** La culture de la tomate. Ed Arrtémis. 95p.
- Polovny D., 1994.** Gnorimoschemini of south America VI : identification keys checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). Steentrupia 20(1), 1-42p.
- Povolny D., 1975.** On three neotropical species of *Gnorimoschemini* (Lepidoptera ;

Annexe

Temps	dose	Taux de mortalité %	Taux de mortalité % (témoin)
1 jour	10µl	10	11,66
	20µl	28,33	11,66
	30µl	35	11,66
	40µl	28,33	11,66
	50µl	48,33	11,66
2 jours	10µl	30	28,33
	20µl	50	28,33
	30µl	60	28,33
	40µl	58,33	28,33
	50µl	58,33	28,33
3 jours	10µl	53,33	40
	20µl	61,66	40
	30µl	71,66	40
	40µl	73,33	40
	50µl	66,66	40
5 jours	10µl	61,66	40
	20µl	71,66	40
	30µl	78,33	40
	40µl	85	40
	50µl	83,33	40
6 jours	10µl	70	40
	20µl	70	50
	30µl	78,33	50
	40µl	85	50
	50µl	83,33	50
7 jours	10µl	75	50
	20µl	81,66	50
	30µl	83,33	55
	40µl	88,33	55
	50µl	91,66	55
7 jours	10µl	85	55
	20µl	85	55
	30µl	90	55
	40µl	90	55
	50µl	93,33	63,33

Temps	dose	Taux de mortalité %	Taux de mortalité % (témoin)
1 jour	5%	36.33	11,66
	10%	28.33	11,66
	15%	26.66	11,66
	20%	58.33	11,66
	25%	40	11,66
	30%	40	11,66
	100%	61.66	11.66
2 jours	5%	53.33	28,33
	10%	43.33	28,33
	15%	40	28,33
	20%	78.33	28.33
	25%	58.33	28.33
	30%	60	28.33
	100%	76.66	28.33
3 jours	5%	65	40
	10%	58.33	40
	15%	66.66	40
	20%	83.33	40
	25%	81.66	40
	30%	75	40
	100%	81.66	40
4 jours	5%	50	50
	10%	76.66	50
	15%	66.66	50
	20%	71.66	50
	25%	90	50
	30%	86.66	50
	100%	86.66	50
5 jours	5%	86.66	55
	10%	86.66	55
	15%	71.66	55
	20%	85	55
	25%	90	55
	30%	88.33	55
	100%	86.66	55
	5%	86.66	63.33
	10%	85	63.33
	15%	88.33	63.33

6 jours	20%	93.33	63.33
	25%	83.33	63.33
	30%	88.33	63.33
	100%	100	63.33
	5%	68.33	66.66
7 jours	10%	88.33	66.66
	15%	93.66	66.66
	20%	95	66.66
	25%	95	66.66
	30%	95	66.66
	100%	100	66.66