



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et  
de l'Univers



Département Ecologie et environnement  
Laboratoire de recherche  
Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

# MÉMOIRE

Présenté par

**DEMICHE Amina**

En vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER**

**Ecologie animale**

Thème

**Effet de l'huile essentielle de l'armoise blanche  
(*Artemisia herba alba*) sur les bioagresseurs de la  
tomate *Lycopersicon esculentum***

Soutenu le 26/06/2023..... devant le jury composé de :

<b>Présidente</b>	Mme Tabti Nassima	MCA	Université ABB Tlemcen
<b>Encadrante</b>	Mme Gaouar Nassira	Professeur	Université ABB Tlemcen
<b>Examinatrice</b>	Mme Benmansour Bouchra	MCB	Université ABB Tlemcen

**Année universitaire 2022/2023**



# Remerciements

Je remercie **Dieu** le tout puissant de m'avoir donné la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide de à mon encadrante **Mme Gaouar Benyelles Nassira**, Professeur au Département Ecologie et Environnement (Faculté SNV/STU) Université de Tlemcen, je la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, ses conseils, sa gentillesse et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire ;

J'adresse aussi mes vifs remerciements à Mme **Tabti Nassima**, Maître de Conférences classe A, Département d'Ecologie et Environnement, Faculté SNVSTU, Université de Tlemcen, pour m'avoir fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury.

Je remercie Mme **Benmansour Bouchra**, Maître de Conférences classe B, Faculté SNVSTU, au Département d'Ecologie et Environnement, Université de Tlemcen, d'avoir accepté de juger ce travail.

Je suis profondément reconnaissante à Monsieur **Belyagoubi L.**, enseignant à l'Université de Tlemcen, pour sa contribution et son aide efficaces concernant la l'identification des moisissures ;

J'adresse aussi mes vifs remerciements à Mme **Tabti Leila**, Maître de Conférences classe A, Faculté SNVSTU, Université de Tlemcen au Département d'Ecologie et Environnement, pour son aide ;

Je tiens également à remercier toute personne ayant participé à la réalisation de ce modeste travail.

# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail

A la femme qui a sacrifié sa vie pour moi, sans toi je ne serais jamais arrivé jusque-là, tu m'as donné ton amour ton affection, je suis là grâce à tes prières ; rien au monde ne peut rendre tes efforts ma très chère mère.

A toi l'homme qui m'as poussé toujours à réaliser mes rêves : j'arrive aux succès grâce à toi, grâce à tes conseils et ton sourire, tu es le meilleur au monde mon très cher père.

A ma seule sœur qui m'a soutenue tout au long de mon parcours académique, à mes frères.

A ma belle-sœur qui ma soutenue, encouragé et aidé.

A mes neveux Ikram, Amine, Ilyes, Hafsa, Mariem, Mélissa  
et à toute ma famille.

A mes enseignants qui m'ont enseigné, et spécialement mon encadrante **Mme Gaouar Benyelles Nassira**

A tous mes amis un par un, puisse dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Merci à vous

*Amina*

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

**Introduction** ..... 13

**Chapitre I :Synthèse bibliographie**

**I. Etude de la plante hôte (La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill.)**..... 3

1. Présentation de l'espèce..... 3

1.1. Taxonomie..... 3

1.2. Morphologie de la tomate ..... 4

1.2.1. Système racinaire ..... 4

1.2.2. Tige ..... 4

1.2.3. Feuilles..... 4

1.2.4. Fleurs ..... 5

1.2.5. Fruits ..... 6

1.2.6. Graines ..... 6

1.2.7. Cycle biologique de la tomate..... 7

2. Exigences pédoclimatiques..... 7

2.1. Température ..... 7

2.2. Lumière ..... 7

2.3. Eau et humidité relative..... 8

2.4. Sol, salinité et pH ..... 8

3. Importance économique de la production de tomate..... 8

3.1. Dans le monde ..... 8

3.2. En Algérie ..... 9

3.3. Dans la wilaya de Tlemcen ..... 9

4. Maladies et ravageurs de la tomate..... 9

4.1. Principales maladies ..... 10

4.1.1. Maladies cryptogamiques ..... 10

4.1.2. Ravageurs..... 11

<b>II. La mineuse de la tomate (<i>Tuta absoluta</i> Meyrick)</b> .....	12
1. Généralités .....	12
2. Position systématique .....	12
3. Origine et répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i> .....	13
3.1. Dans le monde .....	13
3.2. En Algérie .....	14
4. Description et cycle biologique de <i>Tuta absoluta</i> .....	15
4.1. Œuf.....	15
4.2. Larves .....	16
4.3. Chrysalide.....	17
4.4. Adultes .....	18
5. Cycle biologique.....	18
6. Symptômes et dégâts .....	19
7. Méthodes de lutte contre <i>Tuta absoluta</i> .....	20
7.1. Méthodes prophylactiques.....	20
7.2. Méthodes biotechniques .....	21
7.3. Lutte intégrée.....	21
7.4. Lutte chimique.....	22
7.5. Lutte biologique .....	22
<b>III. La plante étudiée (<i>Artemisia herba alba</i>)</b> .....	23
1. Généralités .....	23
2. Description botanique de <i>Artemisia herba alba</i> .....	23
3. Taxonomie et nomenclature .....	24
4. Composition chimique.....	25
5. Propriétés thérapeutiques de la plante .....	25
<b>IV. Les huiles essentielles</b> .....	26
1. Définition.....	26
2. Répartition et localisation des huiles essentielles.....	26
3. Caractères physico-chimiques des huiles essentielles .....	26
4. Composition chimique des huiles essentielles .....	27
4.1. Les monoterpènes (C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> ) .....	27
4.2. Les sesquiterpènes (C <sub>15</sub> H <sub>8</sub> ) <sub>3</sub> .....	27
5. propriétés et activités biologiques des huiles essentielles .....	27
6. Rôle des huiles essentielles.....	28
<b>Chapitre II :Matériel et Méthodes</b>	
<b>I. Présentation de la zone d'étude</b> .....	29

1.	Situation géographique .....	29
1.1.	Situation géographique de la région de Fellaoucene.....	29
1.2.	Aperçu géologique .....	30
1.3.	Aperçu pédologique .....	30
1.4.	Aperçu hydrologique.....	30
2.	Etude bioclimatique.....	30
2.1.	Situation géographique de la station d'étude .....	31
2.2.	Précipitations.....	32
2.3.	Températures .....	33
2.4.	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953) .....	35
2.5.	Quotient pluviothermique d'Emberger .....	36
II.	Etude entomologique.....	38
1.	Localisation de la station d'étude .....	38
2.	Matériel végétal et dispositif expérimental sur le terrain .....	39
2.1.	Echantillonnage.....	39
2.2.	Essais biologiques .....	39
III.	Etude phytochimique.....	41
1.	Matériel végétal .....	41
2.	Collecte du matériel végétal .....	41
3.	Procédé d'extraction de l'huile essentielle .....	41
4.	Détermination du rendement en huile essentielle.....	42
IV.	Étude Microbiologique .....	43
1.	Echantillonnage .....	43
2.	Matériel fongique .....	43
3.	Identification.....	43
3.1.	Matériels et produits chimiques .....	44
3.1.1.	Matière végétale.....	44
3.1.2.	Matières chimiques .....	44
3.1.3.	Matériels .....	44
3.2.	Identification des genres par la technique de micro-culture .....	45
3.2.1.	Mode opératoire .....	45
3.2.2.	Identification des espèces fongiques.....	45
3.3.	Identification des genres par la méthode de contact direct .....	45
3.3.1.	Mode opératoire .....	45

### **Chapitre III :Résultats et Discussion**

I.	Résultats .....	47
----	-----------------	----

1. Etude phytochimique .....	47
1.1. Caractères de l'huile essentielle .....	47
1.2. Rendement en huile essentielle .....	48
2. Activité insecticide de l'HE de <i>Artemisia herba alba</i> sur <i>T. absoluta</i> .....	49
3. Activité antifongique de l'huile essentielle .....	52
3.1. Identification des moisissures .....	52
3.2. Activité antifongique de l'HE de <i>Artemisia herba alba</i> par contact direct.....	55
<b>II. Discussion .....</b>	<b>58</b>
<b>Conclusion .....</b>	<b>61</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Résumé</b>	



## *Liste des figures*

<b>Figure 1</b> : Feuilles de tomate .....	5
<b>Figure 2</b> : Fleurs de tomate .....	5
<b>Figure 3</b> : Tomate pas mure et tomate mure .....	6
<b>Figure 4</b> : Graines de tomate.....	6
<b>Figure 5</b> : Répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i> dans le monde (EPPO, 2021).....	14
<b>Figure 6</b> : Carte de la répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i> en Algérie (Dehliz, 2016) .	15
<b>Figure 7</b> : Œufs de <i>Tuta absoluta</i> (Ayad et Slimani, 2018).....	16
<b>Figure 8</b> : Différents stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> .....	17
<b>Figure 9</b> : Stade chrysalide (nymphe) de <i>Tuta absoluta</i> .....	17
<b>Figure 10</b> : Adulte de <i>Tuta absoluta</i> .....	18
<b>Figure 11</b> : Cycle biologique de <i>Tuta absoluta</i> .....	19
<b>Figure 12</b> : Mines de <i>T. absoluta</i> sur feuilles et fruit de tomate.....	20
<b>Figure 13</b> : Piège à phéromone .....	21
<b>Figure 14</b> : <i>Artemisia herba alba</i> .....	24
<b>Figure 15</b> : Situation géographique de Fellaoucene <a href="https://www.google.com/maps/place/Fellaoucene/">https://www.google.com/maps/place/Fellaoucene/</a> .....	29
<b>Figure 16</b> : Photo satellite du site d'étude (Google Earth, 2023) <a href="https://earth.google.com/web/search/35%C2%B001'31%22N1%C2%B031'07%22W">https://earth.google.com/web/search/35%C2%B001'31%22N1%C2%B031'07%22W</a> .....	31
<b>Figure 17</b> : Valeurs des moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station de Zenata entre la période (2010/2020).....	32
<b>Figure 18</b> : Valeurs des moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Zenata entre la période (2010/2020).....	33
<b>Figure 19</b> : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de station Zenata (2010/2020) .....	35
<b>Figure 20</b> : Climagramme d'EMBERGER (Q2) de la station de Zenata (2010/2020).....	37
<b>Figure 21</b> : Champ de tomates sous serre (site d'étude) .....	38

<b>Figure 22</b> : Les différents traitements utilisés au niveau de la serre de tomates .....	39
<b>Figure 23</b> : Méthodes de Leaf-dip Bioassay .....	40
<b>Figure 24</b> : Montage d'hydrodistillation type de Clevenger .....	42
<b>Figure 25</b> : Les différents étapes de la méthode de contact directe pour l'identification des champignons .....	46
<b>Figure 26</b> : Effet de l'H.E de <i>Artemisia herba alba</i> sur les différents stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> (1 <sup>er</sup> essai) .....	49
<b>Figure 27</b> : Effet de l'H.E de <i>Artemisia herba alba</i> sur les différents stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> (2 <sup>ème</sup> répétition) .....	50
<b>Figure 28</b> : Effet de l'H.E de <i>Artemisia herba alba</i> sur les différents stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> (après 12h d'exposition, 1 <sup>er</sup> essai).....	51
<b>Figure 29</b> : Effet de l'H.E de <i>Artemisia herba alba</i> sur les différents stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> (après 12h d'exposition, 2 <sup>ème</sup> répétition) .....	51
<b>Figure 30</b> : Observation microscopique de <i>Alternaria alternaria</i> (A) x10 .....	52
<b>Figure 31</b> : Observation microscopique de <i>Alternaria sp.</i> (B) x10 .....	53
<b>Figure 32</b> : Observation microscopique de <i>Aspergillus sp</i> (C) x10.....	53
<b>Figure 33</b> : <i>Alternaria alternaria</i> (A) avant et après l'utilisation de l'HE de <i>Artemisia herba alba</i> .....	56
<b>Figure 34</b> : <i>Alternaria sp</i> (B) avant et après l'utilisation de l'HE de <i>Artemisia herba alba</i> ...	56
<b>Figure 35</b> : <i>Aspergillus sp</i> (C) avant et après l'utilisation de l'HE de <i>Artemisia herba alba</i> ..	57

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau 1</b> : principaux pays producteurs de tomate dans le monde en 2020 (FAO, 2020) .....	9
<b>Tableau 2</b> : principales maladies cryptogamiques et bactériennes de la tomate ( <b>Naika et al., 2005 ; Cuasse et al., 2000</b> ) .....	10
<b>Tableau 3</b> : principaux ravageurs de la tomate (Shankara et al., 2005).....	11
<b>Tableau 4</b> : Caractéristiques de la station d'étude.....	31
<b>Tableau 5</b> : Caractéristiques de la station de Zenata Source : (O.N.M, 2020) .....	31
<b>Tableau 6</b> : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station Zenata (2010/2020) <a href="https://tutitempo.net">https://tutitempo.net</a> .....	32
<b>Tableau 7</b> : Moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Zenata (2010/2020) .....	33
<b>Tableau 8</b> : Moyennes mensuelles et annuelles des températures maximales (M) et des températures minimales (m) de la station de Zenata (2010/2020) .....	34
<b>Tableau 9</b> : Classification thermique des climats selon De Branche (1983).....	34
<b>Tableau 10</b> : Etage bioclimatique de la station de Zenata .....	35
<b>Tableau 11</b> : Situation bioclimatique et valeurs de Q2 pour la station de Zenata (2010/2020) .....	36
<b>Tableau 12</b> : Paramètres géographiques du site de collecte de la plante.....	41
<b>Tableau 13</b> : Caractères de l'huile essentielle de <i>Artemisia herba alba</i> .....	47
<b>Tableau 14</b> : Rendement en huile essentielle de <i>Artemisia herba alba</i> .....	48
<b>Tableau 15</b> : Caractères macroscopiques et microscopiques des moisissures isolées .....	54
<b>Tableau 16</b> : Diamètres d'inhibition (en cm) de la croissance mycélienne à différentes doses de l'huile essentielle de <i>Artemisia herba alba</i> .....	55

## *Liste des abréviations*

**%** : Pourcentage

**°C** : Degré Celsius

**Cm**: Centimètre

**PDA**: Potato Dextrose Agar

**FAO**: Food and Agriculture of the United Nations

**h** : heur

**HE** : huile essentielle.

**L1, L2, L3** : Larve du 1<sup>er</sup>, 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> stade

**Qx** : quintaux.

**sp** : espèce

**µl** : microlitre.

# *Introduction*

## Introduction

---

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fait partie de la grande famille des solanacées aux côtés de la pomme de terre, de l'aubergine, du poivron et du piment. Considérée comme premier légume après la pomme de terre et deuxième ressource alimentaire mondiale après les céréales, elle est adaptée à des conditions de culture très variées et destinée à la consommation en frais ou à la transformation industrielle (Causse et al., 2000).

La plante est cultivée sous serre et en plein champ, sur une superficie d'environ 3 millions d'hectares, ce qui représente près de 1/3 des surfaces mondiales consacrées aux légumes. Les pays méditerranéens en sont consommateurs en toutes saisons (Benkamoun, 2009).

La production de la tomate a progressé régulièrement durant ces dernières décennies dans le monde, elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 124 millions en 2006 (Blancard et al., 2009), la production mondiale de la tomate a été estimée à 186 821 millions de kilos en 2020 (FAO, 2020).

La tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne. Près de 33000 ha sont consacrés annuellement à la culture de la tomate (maraîchère et industrielle), donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311Qx/ha (Madr., 2009). La production nationale de 2017 a atteint 1,2 millions de tonnes (FAO, 2019), couvrant ainsi plus de 80 % des besoins du marché national, alors que ce taux était, en 2014, de 50 % (APS Algérie presse service, 2015).

La tomate, comme toutes les cultures, est sensible aux attaques des ravageurs et plusieurs maladies provoquées essentiellement par des champignons pathogènes. Parmi ces ravageurs, le plus menaçant et dommageable pour les cultures de tomate est la mineuse *Tuta absoluta*.

*Tuta absoluta* est un micro-lépidoptère phytophage de la famille des *Gelechiidae*, ravageur de la tomate sous serre et en plein champs. Il est considéré comme une menace pour la production de la tomate dans les pays méditerranéens (Bogorni et al., 2003 et Ettaib et al., 2017).

Depuis 2008, la culture de tomate est attaquée par la mineuse *Tuta absoluta* dont la larve provoque d'importants dégâts sur les feuilles, les tiges et les fruits de la tomate ; ces dommages peuvent atteindre 100% de pertes dans certains cas (INPV, 2008). La principale méthode de lutte contre *Tuta absoluta* est la pulvérisation des insecticides, nocifs pour l'homme et l'environnement (Picanc et al., 1998). De plus, l'emploi intensif et inconsidéré de ces pesticides a provoqué une contamination de la biosphère et de la chaîne alimentaire, une

## *Introduction*

---

éradication des espèces non cibles telles que la faune auxiliaire et l'apparition d'insectes résistants (**Lietti et al., 2005**).

Pour éviter ces problèmes nocifs pour l'environnement et se débarrasser de ce ravageur et des moisissures qui l'accompagnent, nous suggérons la lutte biologique par utilisation de substances naturelles d'origine végétale comme les huiles essentielles qui ont fait l'objet de nombreuses études, notamment par notre équipe (**Bouayad, 2014 ; Tabti, 2014 ; Senouci (2019, 2020)...**

Le but de notre présent travail est d'étudier l'efficacité insecticide de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* sur les différents stades de la mineuse *Tuta absoluta* et son pouvoir fongicide sur trois des principaux champignons pathogènes qui infectent la tomate.

Notre travail se présente comme suit :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique, il est subdivisé en quatre parties:

Partie I : Etude de la plante hôte (la tomate, *Lycopersicon esculentum*) ;

Partie II : données sur la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*) ;

Partie III : présentation de la plante étudiée (*Artemisia herba alba*) ;

Partie IV : données sur les huiles essentielles.

- Le deuxième chapitre est consacré aux matériel et méthodes utilisés lors de ce travail.

- Le troisième chapitre présente les résultats obtenus ainsi que leur discussion en le comparant à d'autres travaux.

Enfin, une conclusion et les perspectives que nous proposons clôturent ce mémoire.

*Chapitre I :*  
*Synthèse bibliographique*



## I. Etude de la plante hôte (La tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill.)

### 1. Présentation de l'espèce

La tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. est après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde (Pitrat et Foury, 2003).

Les montagnes des Andes d'Amérique du Sud sont le foyer d'origine de la tomate. Elle a été domestiquée au Mexique et introduite en Europe en 1544 (Naika et al., 2005).

Elle est cultivée sous toutes les formes de cultures possibles (plein air, couvert, etc.) à toutes les altitudes et dans tous les pays (Philouze et Laterrot, 1992).

À l'échelle mondiale, 140 millions de tonnes de tomates sont produites chaque année pour un usage industriel et alimentaire frais. Les pays méditerranéens consacrent la majeure partie de leur production à la transformation ; l'Italie en particulier est le plus grand exportateur mondial de tomates en conserve, devant la Chine (Brigitte et al, 2011). Sa culture s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et au Moyen Orient. En Algérie, elle fut introduite pour la première fois par les Espagnols en 1905 dans la région oranaise (Rey et Coste, 1965).

Il existe plus de 4 000 variétés de tomates, certaines résistantes aux maladies et à d'autres facteurs (biotiques et abiotiques), d'autres différentes par les caractéristiques de leurs fruits, la maturité précoce et le port de la plante (Van Eck et al., 2006).

#### 1.1. Taxonomie

Selon Linné (1753), la tomate a été classée comme *Solanum lycopersicum*, puis, Philip Miller lui attribua en 1754 le nom de *Lycopersicum esculentum* qui a été retenu (Munroe et Small, 1997).

Selon Munroe et Small (1997) la tomate appartient à la classification suivante :

Règne Plantae

Sous règne Trachenobionta

**Division** Magnoliophyta

**Classe** Magnoliopsida

**Sous classe** Asteridae

**Ordre** Solanales

**Famille** Solanaceae

**Genre** *Lycopersicum*

**Espèce** *Lycopersicum esculentum*

## **1.2. Morphologie de la tomate**

La tomate est espèce de plante herbacée annuelle, qui peut atteindre une hauteur de plus de deux mètres. Il existe de nombreuses variétés de tomate qui se consomment comme un légume-fruit.

Deux types de plants de tomates peuvent être distingués, selon le mode de croissance :

- Le type à croissance indéterminée ;
- le type à croissance déterminée (Naika et al., 2005).

### **1.2.1. Système racinaire**

La racine est pivotante, puissante, qui pousse jusqu'à une profondeur de 50cm ou plus. La racine pivotante produit une densité racinaire élevée, latérale et adventice (Naika et al., 2005).

### **1.2.2. Tige**

Le port de croissance varie entre érigé et prostré. La tige est pleine, fortement poilue et glandulaire poussant jusqu'à 2 à 4m de hauteur (Naika et al., 2005).

### **1.2.3. Feuilles**

Disposées en spirale, avec 15-50cm de long et 10-30cm de large, les feuilles sont ovales à oblongues et couvertes de poils glandulaires. Grandes folioles parfois pennatifides à la base (Figure 1).



**Figure 1** : Feuilles de tomate

#### 1.2.4. Fleurs

L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs ; le pétiole mesure entre 3 et 6 cm. Les fleurs bisexuées sont régulières et mesurent entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Elles poussent soit opposées aux feuilles soit entre elles. Les sépales sont persistantes (**Figure 2**); en général, la plante est autogame (**Papadopoulos, 1991 ; Naikaet al., 2005**) mais la fécondation croisée peut avoir lieu.



**Figure 2** : Fleurs de tomate

### 1.2.5. Fruits

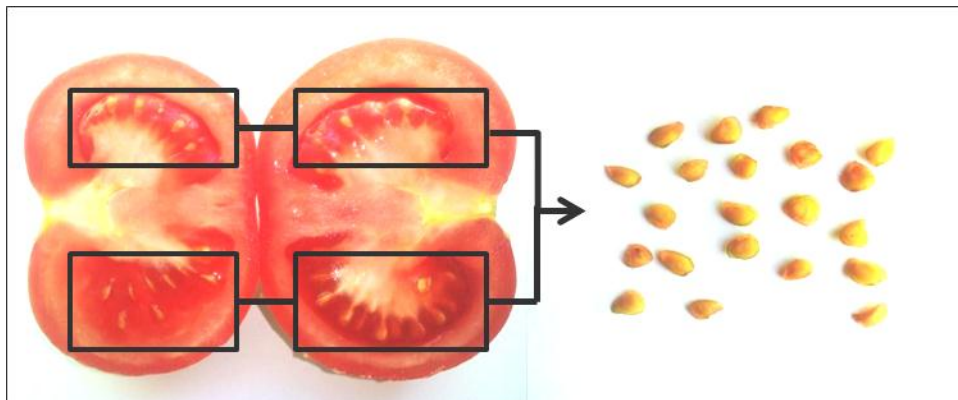
Baies charnues, sphériques ou plates, diamètre 2-15 cm. Lorsqu'il n'est pas mûr, le fruit est vert et poilu. Les fruits mûrs varient en couleur du jaune au rouge d'orange (**Figure 3**). Les fruits sont généralement ronds et réguliers ou striés (**Naika et al., 2005**).



**Figure 3** : Tomate pas mure et tomate mure

### 1.2.6. Graines

Nombreuses, réniformes ou piriformes, elles sont poilues, beiges, 3-5 mm de long et 2-4 mm de large (**Figure 4**). L'embryon a un poids d'environ 2.5 à 3.5g, il comporte 1000 graines en moyenne, enroulées dans l'endosperme (**Naika et al., 2005**).



**Figure 4** : Graines de tomate

### **1.2.7. Cycle biologique de la tomate**

Le cycle de la tomate, de la graine à la graine, varie de 3 mois et demi à 4 mois selon la variété et les conditions du milieu. Du semis de la graine à la floraison il s'écoule 6 à 8 semaines, et environ 2 mois de la floraison à la maturité des fruits, avec formation des graines (**Blancard, 2009**).

## **2. Exigences pédoclimatiques**

### **2.1. Température**

Les tomates ont besoin d'un climat relativement frais et sec pour produire une récolte abondante et de haute qualité. La température est un facteur important dans la production de tomates car la culture est très sensible aux fluctuations de température (**Slimani et al., 2018**)

Les plants de tomate se sont adaptés à diverses conditions climatiques. Leur température optimale situe entre 21-24°C pour la plupart des variétés. Les plantes peuvent surmonter au-dessus mais en dessous d'une certaine plage de température, en dessous de 10°C et au-dessus 38°C, les tissus végétaux sont en dommages. Les tomates réagissent aux changements de température pendant cette période du cycle de croissance (**Naika et al., 2005**).

### **2.2. Lumière**

La photopériode et l'intensité lumineuse sont des facteurs limitant pour la culture de la tomate (**Benton, 1999**).

La lumière est un facteur écologique fondamental qui intervient dans la qualité de la photosynthèse. Elle intervient aussi sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. La tomate n'est pas photopériodiquement sensible mais nécessite de l'énergie lumineuse. La durée de l'obscurité est essentielle pour contrôler la croissance et le développement de la plante. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par grappe et affecte la pollinisation (**Cirad et Gret, 2002**).

### 2.3. Eau et humidité relative

Les tomates nécessitent de grandes quantités d'eau, ce qui exige une irrigation régulière pour éviter l'asphyxie des racines (Schiffers, 2003 ; Leboeuf et al., 2008).

Le stress causé par une carence hydrique prolongée provoque la chute des bourgeons et des fleurs ainsi que le fendillement des fruits. Le risque est important si les averses sont très intenses. Une humidité très élevée entraîne la pourriture des fruits (Lacroix, 1998 ; Lambert, 2006).

La plante est très sensible à l'humidité, elle ne tolère pas les sols engorgés, ni l'humidité élevée (supérieure à 80%) ; elle demande une humidité ambiante relative de 60% à 65%, idéale pour la fécondation. Si l'humidité est trop élevée, il sera difficile pour le pollen de se libérer (Munro et Small, 1998).

### 2.4. Sol, salinité et pH

La tomate peut être cultivée dans une large gamme de sols. Elle aime les sols profonds, meubles, bien aérés, perméables et riches en humus ; une texture sableuse ou sablo-limoneuse est préférable (Huat, 2008).

La tomate est classée parmi les plantes à tolérance modérée à la salinité car elle peut supporter une salinité jusqu'à 2-3 mmho/cm (Morard et Martinez, 1999).

Sa tolérance à l'acidité est très élevée (Lacroix, 1998). La tomate pousse mieux dans des sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est suffisant (Naika, et al., 2005).

## 3. Importance économique de la production de tomate

### 3.1. Dans le monde

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

La Chine est au premier rang avec une production de 52,86 millions de tonnes, suivie des Etats- Unis avec 14,20 millions de tonnes et l'Inde en troisième position avec 11,97 millions de tonnes (Badaoui, 2018).

**Tableau 1** : principaux pays producteurs de tomate dans le monde en 2020(FAO, 2020)

Position	Pays	Production (Million de kilos)
1	Chine	64768.16
2	Inde	20,573
3	Turquie	13204.01
4	Etats-Unis	12227.4
5	Egypte	6731.22
8	Espagne	4312.9
18	Maroc	1398,83

### 3.2. En Algérie

La production nationale de tomates fraîches lors de la campagne 2017 était de 13,72 millions de quintaux (Qx). Le rendement a été de 428 Qx/hectare pour la tomate plein champ et de 1 225 Qx/hectare pour la tomate de serre (MADR, 2017).

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîches sont Biskra avec 2,33 millions de Qx de production, Mostaganem avec une production de 1,33 million de Qx, Tipaza avec 1,04 million de Qx et Ain Defla avec 728 250 Qx (MADR, 2017).

### 3.3. Dans la wilaya de Tlemcen

Selon la Direction Générale des Services Agricoles de la wilaya de Tlemcen (D.S.A, 2017), la production totale des tomates en plein champs dans la wilaya de Tlemcen est de 1446640 Qx sur une superficie de 7809 ha pour la période 2007-2017, et le rendement est de 185,25 Qx/ha.

## 4. Maladies et ravageurs de la tomate

Malgré l'utilisation de cultivars hybrides, résistants aux nématodes et aux maladies vasculaires (fusariose et verticilliose), les cultures de tomate peuvent être affectées par diverses attaques de ravageurs (insectes, acariens, et nématodes) et de maladies cryptogamiques, bactériennes et/ou virales, par la concurrence de mauvaises herbes et par des accidents de végétation ou des agressions abiotiques dont l'importance varie selon le type de culture et les conditions climatiques (Chibane, 1999).

4.1. Principales maladies

4.1.1. Maladies cryptogamiques

Les principales maladies de la tomate sont présentées dans le **tableau 2** suivant :

**Tableau 2** : principales maladies cryptogamiques et bactériennes de la tomate (Naika et al., 2005 ; Cuasse et al., 2000 )

	Maladies	Symptôme et dégâts	Moyen de lutte
<b>Maladies Cryptogamiques</b>	<b>Alternariose</b>	-Des tâches noirâtres sur les feuilles ; -des tâches chancreuses sur les tiges ; -des nécroses sur fruits.	-Utilisation des variétés résistantes ; -rotation culturale ; -traitement chimique.
	<b>Oïdium</b>	-Apparition de tâches jaunâtres sur les feuilles.	-Assurer une bonne aération de serres.
	<b>Mildiou</b>	-Apparition de tâches jaunâtres qui brunissent rapidement.	-Éviter les excès d'azote et d'eau ; -une bonne aération aussi.
<b>Maladies bactériennes</b>	<b>Chancre bactérien</b>	-Flétrissement unilatéral sur feuilles ; -des coupes longitudinales sur tige et pétioles montrant des stries brunâtres.	-Eviter les terrains Infestés ; -aération convenable des serres ; -éviter l'apport excessif d'azote.
	<b>Fusariose de la tomate</b>	- Jaunissement des feuilles de bas en haut, apparition de racines avortées au bas de la tige, Tissus ligneux brun rougeâtre.	-Éviter les excès d'eau. -Appliquer des fongicides à base de cuivre. -Variétés résistantes. - Eviter les plants malades.



## 4.1.2. Ravageurs

Les principaux ravageurs de la tomate sont mentionnés dans le **tableau 3** suivant :

**Tableau 3** : principaux ravageurs de la tomate (Naika et al., 2005)

Ravageurs	Dégâts	Moyens de lutte
<b>La mouche blanche</b> ( <i>Bemisia tabaci</i> )	-Transmission des virus.	-Décaler les dates de semis par rapport à la période d'activité de l'insecte ;  -arracher les mauvaises herbes qui peuvent héberger les insectes et les virus.
<b>Nématodes</b> ( <i>Meloidogyne incognita</i> )	-Formation de galles sur les racines ;  -Perturbation de l'absorption racinaire.	-Désinfecter le sol ;  -utiliser des variétés résistantes.
<b>Mineuse de Feuille de Tomate</b> ( <i>Tuta absoluta</i> )	-Mines sur feuille causées par la larve ;  attaque complète du limbe ;  -attaque des jeunes fruits verts.	-Installation des filets Insect-Proof sur les ouvrants des multi-chapelles, entre les bâches plastiques des tunnels.
<b>Acariens</b> ( <i>Tetranychus urticae</i> <i>Koch et T. cinnabarinus</i> <i>Boisduval</i> )	-La face inférieure des folioles devient brune à bronzée.  -Sur fruit, la peau présente des craquelures.	

## II. La mineuse de la tomate (*Tuta absoluta* Meyrick)

### 1. Généralités

*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : 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 *Scrobipalpuloides* (Ferreira, 2008 ; Guenaoui, 2008). Cet insecte s'attaquant exclusivement aux solanacées (Lietti et al., 2005), il est considéré comme l'un des ravageurs les plus importants de la tomate (Borgoni et al., 2003 ; Pires, 2008).

Dans de bonnes conditions climatiques *T. absoluta* peut s'attaquer à la culture de pomme de terre, du poivron, de l'aubergine ainsi que des plantes spontanées comme *Solanum nigrum* L. (Estay, 2000; Pereyra et Sanchez, 2006 ;Guenaoui, 2008).

La mineuse de la tomate cause des pertes substantielles du rendement de la tomate cultivée aussi bien sous serre qu'en plein champs (Guenaoui et Ghelamallah, 2008).

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

### 2. Position systématique

*Tuta absoluta*, autrefois appelé *Phthorimaea absoluta*, est un microlépidoptère de la famille des Gelechiidae découvert par Edward Meyrick en 1917.

La dénomination du genre prit plusieurs formes, d'abord modifiée en *Gnorimoschema* en 1962 par Clarke, puis en *Scrobipalpula* en 1964 et en *Scrobipalpuloides* en 1987 par Polvony. Ce n'est qu'en 1994 que ce dernier introduisit le nom de *Tuta absoluta*, définitivement adopté depuis (OEPP/EPPO, 2005).

La position systématique de *Tuta absoluta* est la suivante (Povolny, 1994) :

<b>Règne :</b>	Animalia
<b>Embranchement :</b>	Arthropoda
<b>Classe :</b>	Insecta
<b>Ordre :</b>	Lepidoptera
<b>Sous-ordre :</b>	Microlepidoptera
<b>Superfamille :</b>	Gelechioidea
<b>Famille :</b>	Gelechiidae
<b>Genre :</b>	<i>Tuta</i>
<b>Nom binominal :</b>	<i>Tuta absoluta</i> Meyrick (1917)
<b>Nom commun :</b>	Mineuse de la tomate.

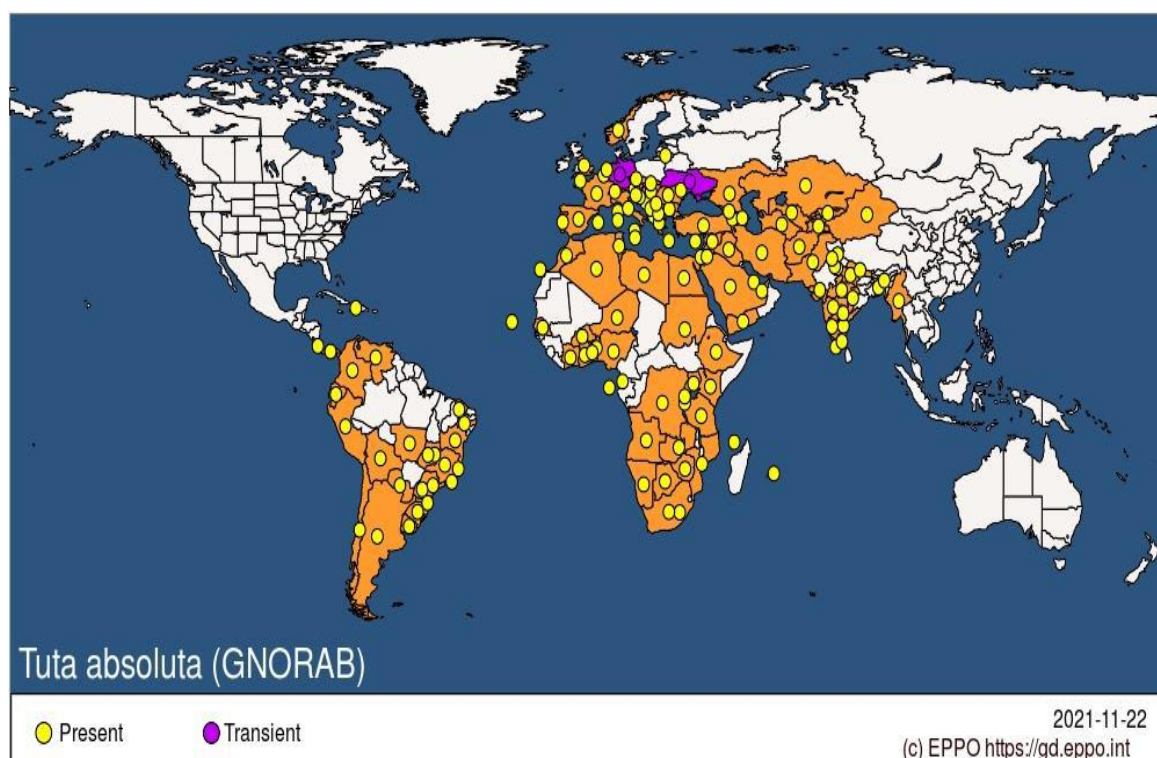
### 3. Origine et répartition géographique de *Tuta absoluta*

#### 3.1. Dans le monde

Comme la tomate, ce déprédateur est aussi originaire d'Amérique du sud (Siqueira et al., 2000). L'insecte s'est rapidement propagé sur l'ensemble des pays de l'Amérique latine depuis le début des années soixante en devenant le ravageur le plus dévastateur de la tomate, sa présence au Japon a été déclarée en 1983 (Guenoui, 2008). Sa présence est signalée dans tous les pays d'Amérique du sud (Urbaneja et al., 2008).

C'est à partir du Chili qu'il a envahi l'Argentine en 1964 (Garcia et Espul, 1982). Au Brésil, il a été mis en évidence en 1980 et d'autres pays de la région comme la Colombie, l'Équateur, le Paraguay, l'Uruguay et le Venezuela (Suinaga, 2004).

Dans le Bassin méditerranéen (Figure 5), les populations de *T. absoluta* furent signalées pour la première fois en fin 2006 en Espagne dans la province agricole de Castellon ; leur présence s'est élargie le long de la côte méditerranéenne, pour atteindre les Iles Baléares à Ibiza (EPPO, 2008),



**Figure 5** : Répartition géographique de *Tuta absoluta* dans le monde (EPPO, 2021)

### 3.2. En Algérie

La découverte du ravageur pour la première fois en Algérie a été observée dans la région de Mostaganem en mars 2008, sur tomate sous abris en plastique dans la commune de Mazagan, limitrophe de celle de Stidia (**Guenoui, 2008**). Une deuxième signalisation a été faite au niveau de la wilaya d'Oran une semaine après, et la troisième observation au niveau de la wilaya de Jijel le 22 juin 2008, l'ensemble de ces signalisations sont faites par les stations régionales de la protection des végétaux de l'INPV.

La dissémination de l'insecte invasif s'est poursuivie d'abord sur tout le littoral et la région sublittorale (Boumerdés, Tipaza, Chlef, Jijel, Bejaia, Skikda, el Taref, Annaba et Alger), du fait que le ravageur a trouvé les conditions favorables à sa propagation, il a été signalé plus tard à Blida, Batna, El Oued, Ourgla et Adrar (**Figure 6**) ; cette propagation confirme son potentiel en matière de dissémination (**Bergheul, 2018**).



Figure 6 : Carte de la répartition géographique de *Tuta absoluta* en Algérie (Dehliz, 2016)

#### 4. Description et cycle biologique de *Tuta absoluta*

Insecte qui possède 10 à 12 générations par an et un cycle biologique complet en l'espace de 29 à 38 jours selon les conditions ambiantes (Berkani et Badaoui, 2008).

On distingue quatre stades de développement de *Tuta*: l'œuf, 4 stades larvaires qui divisé en 4 phases (L1, L2, L3 et L4), le stade nymphal (chrysalide) et le stade adulte.

##### 4.1. Œuf

L'œuf de forme ovale, mesure 0,36 cm de long et 0,22 cm de large, de couleur crème (Figure 7). La femelle pond 40 à 50 œufs disposés à la face inférieure des jeunes bourgeons ou sur les jeunes feuilles. L'incubation dure de 4 à 5 jours selon la température (Margarida, 2008).



**Figure 7** : Œufs de *Tuta absoluta* (Ayad et Slimani, 2018)

#### 4.2. Larves

La chenille de premier stade est de couleur crème puis devient rose clair. Elle mesure à la naissance entre 0,6 et 0,8 mm ; elle est de couleur crème avec une tête noire, elle est munie de trois paires de vrais pattes et de cinq paires de fausses pattes qu'on appelle « pseudopodes » (Bergheul, 2018).

Le deuxième stade ressemble au premier stade en taille mais change de couleur, il passe à la couleur blanche au moment de la mue. La taille moyenne de la larve à la fin du deuxième stade est de 2,8 mm (Vargas, 1970). La larve du troisième stade mesure environ 4,5 mm, elle est de couleur gris blanchâtre puis passe au vert, avant de passer au quatrième stade où elle devient blanchâtre ; sa taille est d'environ 7,5 mm, au maximum 8 mm. Au quatrième stade apparaît une tache rougeâtre dorsale qui s'étend des ocelles jusqu'à la marge postérieure (Figure 8 D), elles se réfugient soit dans le sol soit dans les feuilles ou elles tissent un cocon blanchâtre (Silva, 2008) (Figure 08).



**A** : Larve du premier stade

**B** : Larve du deuxième stade



C : Larve du troisième stade.      D : Larve du quatrième stade.

**Figure 8** : Différents stades larvaires de *Tuta absoluta*

### 4.3. Chrysalide

C'est le stade pendant lequel la larve cesse de s'alimenter (**Murcano, 2007**).

La chrysalide ou stade nymphal, phase de transformation, est de forme cylindrique, plus large à l'extrémité antérieure (**Figure 9**); de couleur verte au début, elle vire au brun foncé à l'approche de l'émergence (**Estay, 2002**). Elle mesure entre 4 et 6mm de long et de 1,2 à 1,4mm de diamètre (**Murcano, 2007**). La plupart du temps elle est enveloppée par un cocon de soie blanche (**Apablaza, 1990**).



**Figure 9** : Stade chrysalide (nymphal) de *Tuta absoluta*

#### 4.4. Adultes

Petits papillons de nuit, mesurant 6-7 mm de long et environ 10mm d'envergure, ils sont gris-argentés avec des taches noires sur les ailes antérieures (**Figure 10**). Les antennes sont filiformes mesurant 5/6ème des ailes (**Silva, 2008 ; Mallia, 2009**). Les femelles ont l'abdomen brun crèmeux, plus large et plus volumineux que les mâles (**Estay et Bruna, 2002**). Ils vivent de 7 à 9 jours à une température de 24 à 26°C et environ 23 jours à une température de 13°C (**Wang et al., 1998**).



**Figure 10** : Adulte de *Tuta absoluta*

#### 5. Cycle biologique

Le développement de *Tuta absoluta* est caractérisé comme étant holométabole. Il est composé de quatre stades de développement différents l'œuf, la larve, la chrysalide et l'imago. La durée de croissance de chacun des stades se montre habituellement constante à une température moyenne donnée (**Silva, 2008**).

Le cycle de vie de cet insecte peut durer de 29 à 38 jours selon les conditions environnementales. Il peut y avoir de 10 à 12 générations par an. Au laboratoire, le cycle complet de *T. absoluta* varie de 26 à 38 jours, avec un chevauchement des générations (**Silva, 2008**).

Le développement complet dure 76,3 jours à 14°C, 39,8 jours à 19,7°C et 23,8 jours à 27,1°C (**Barrientos et al., 1998**).

Selon **Molla et al. (2008)**, les femelles s'accouplent une fois par jour et elles atteignent jusqu'à 6 accouplements au cours de leur vie (**Figure 11**).



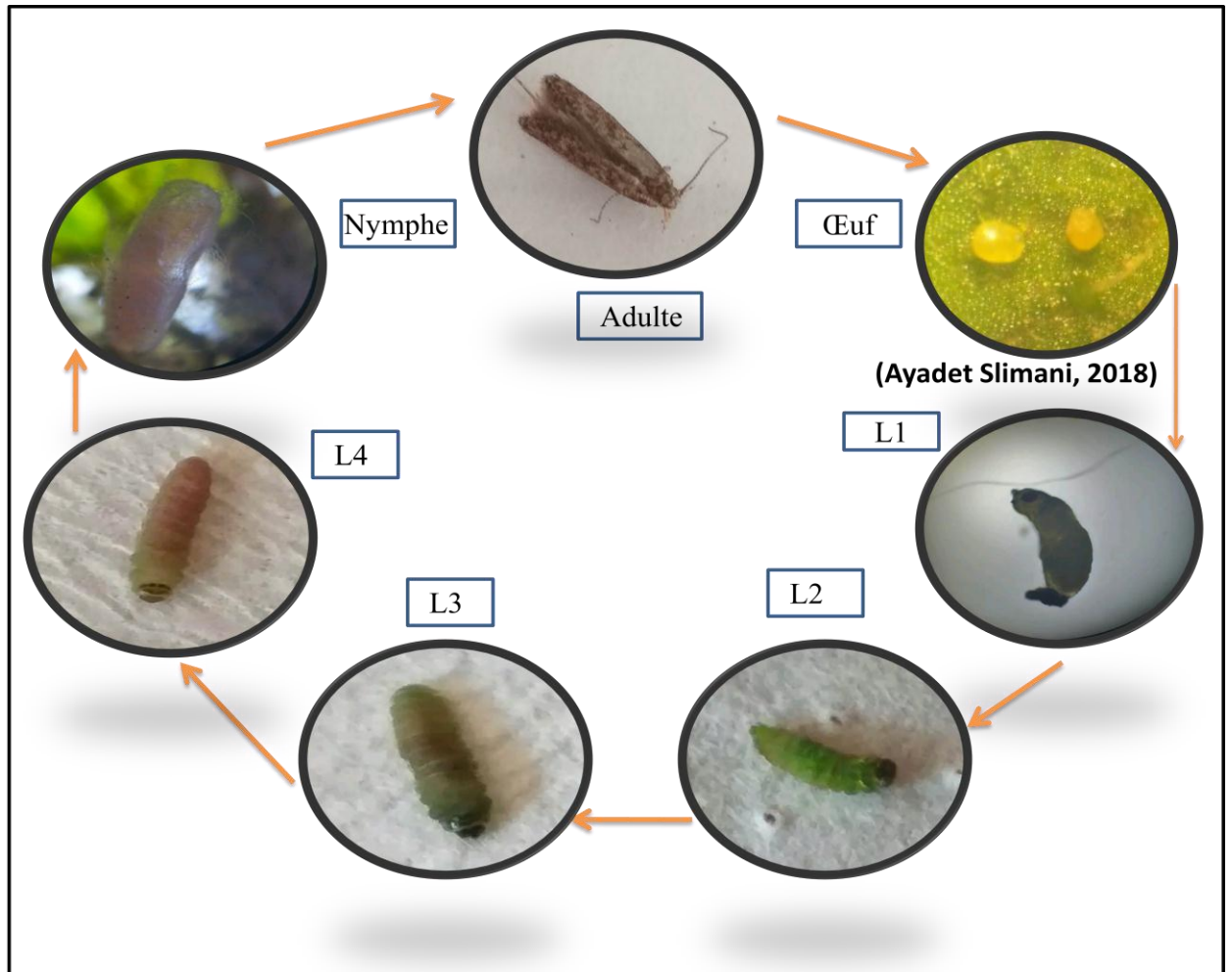


Figure 11 : Cycle biologique de *Tuta absoluta*

## 6. Symptômes et dégâts

Toutes les parties aériennes de la plante (feuilles, bourgeons, fleurs, tiges et fruits) peuvent être infestées par *Tuta absoluta* (Figure 12), avec la présence de tous les stades du ravageur, tout au long de la saison (Torres et al., 2002).

Sur les feuilles, 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 (Collavino et Gimenez, 2008).

Les dégâts au niveau des tiges entraînent une fragilité de la plante (Mallia, 2009) ; 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 plants de tomate peuvent être attaqués à tous leurs stades de développement, du stade juvénile jusqu'à la maturité (Guenaoui et Ghelamallah, 2008). Les attaques affectent aussi la capacité photosynthétique de la plante et diminuent le rendement (Desneux et al., 2010).



**Figure 12** : Mines de *T. absoluta* sur feuilles et fruit de tomate

## 7. Méthodes de lutte contre *Tuta absoluta*

Plusieurs méthodes sont appliquées pour lutter contre ce ravageur afin de réduire son impact sur les productions de la tomate et protéger les cultures contre les dommages complets (Pereira, 2008).

### 7.1. Méthodes prophylactiques

En Algérie, l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) a adressé aux agriculteurs en 2008, une liste de précautions à prendre:

- utilisation de plants indemnes, éliminer systématiquement les plants atteints ;
- élimination des organes atteints en les mettant dans des sacs noirs et en les exposant au soleil ;
- entretien cultural par désherbage, à l'intérieur et aux alentours des serres cultivées, pour éliminer les refuges naturels recherchés par les insectes ravageurs ;
- installation de filets Insect-Proof, c'est la méthode la plus sûre, elle permet d'empêcher toute infiltration d'insectes dangereux nocifs aux cultures ;
- réparer tous les trous au niveau des serres pour empêcher l'entrée des insectes ravageurs.

## 7.2. Méthodes biotechniques

C'est la mise en place des piégeages massifs, à raison d'un piège Delta ou à eau par serre et 20 à 25 pièges à eau, en plein champ (**Figure 13**). Ces méthodes, capitales pour la réduction des populations des mâles de *Tuta absoluta* sont un moyen de contrôle direct de ce ravageur par la réduction des accouplements (**Elouissi, 2016**).

Selon **Wang et al. (1998)**, l'entretien des pièges doit être assuré régulièrement par :

- Le renouvellement des plaques engluées dès leur saturation dans le cas des pièges Delta ;
- le remplissage des bacs à eau jusqu'à la limite supérieure ;
- le changement des capsules à phéromones chaque 4-6 semaines.



**Figure 13** : Piège à phéromone

## 7.3. Lutte intégrée

Selon **Ben yahia (2015)**, l'efficacité des stratégies de lutte pour éradiquer *Tuta absoluta* est en cours de développement dans le monde. Afin de réduire le nombre de traitements insecticides par saison au strict nécessaire, il est recommandé d'intégrer diverses méthodes de lutte qui sont :

- piégeage massif, avant la plantation, pour capturer le maximum de mâles de *Tuta absoluta*;
- traitement avec les pesticides sélectifs si la présence du ravageur est observée;
- recommandation de réalisation des traitements en combinant les bio-pesticides avec des insecticides chimiques de synthèse pour réduire les méfaits ;
- élimination des résidus de la culture immédiatement après la récolte.

**7.4. Lutte chimique**

La lutte chimique contre l'insecte fait appel aux insecticides dont l'utilisation a connu un essor très important avec le progrès de la chimie de synthèse. Elle est basée sur l'application de molécules détruisant ou limitant les populations de bioagresseurs (**Dore et al., 2006**). Ce sont des organophosphorés, des carbamates ou des diamides et autres nouvelles molécules ; toutefois, ce ravageur a manifesté des formes de résistance contre plusieurs matières actives très utilisées (**Hadii, 2011 ; Konus, 2014**).

**7.5. Lutte biologique**

C'est une méthode qui consiste à utiliser les capacités biologiques d'un organisme vivant en vue de limiter, arrêter ou bien inhiber le développement d'un autre organisme vivant, sans avoir recours aux pesticides. Plusieurs êtres vivants, bactéries et champignons ont fait l'objet d'études et ont été utilisés dans des applications de lutte biologique. En plus de son rôle dans la restauration de la biodiversité dans les écosystèmes, la lutte biologique présente un rôle important dans le contrôle des maladies phytopathogènes (**Emmert et Handelsman, 2003**).

Des lâchers d'un autre prédateur naturel *Podisusnigrispinus* auraient des résultats positifs sur la maîtrise de *Tuta absoluta* (**Torres et al., 2002**).

### III. La plante étudiée (*Artemisia herba alba*)

#### 1. Généralités

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées, c'est l'un des genres les plus répandus et le plus étudié de cette famille; il contient un nombre variable d'espèces, allant jusqu'à 400 espèces (**Mucciarelli et Maffei, 2002**).

L'armoise blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début du IV<sup>e</sup> siècle av J.C. dans les steppes de la Mésopotamie (**Joannès, 2001**). Elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordan Claudio de Asso y del Rio (**IPNI**).

C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail, elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (**Nabli, 1989**).

Les espèces qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle, mais aussi dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique (**Mirjalili et al., 2007**).

#### 2. Description botanique de *Artemisia herba alba*

L'armoise blanche « *Artemisia herba alba* » est une plante médicinale et aromatique utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne. C'est l'armoise la plus connue en Algérie, elle est très abondante sur les Hauts Plateaux (**Bouzi, 2016**).

*Artemisia herba alba* est une plante herbacée, vivace, de couleur verdâtre-argenté, de 30-50 cm de hauteur avec des tiges ramifiées, rigides et dressées. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté (**Quezel et Santa, 1962**), divisées en languettes fines, blanches et laineuses. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites et ovoïdes de 1,5 à 3 mm de diamètre, de couleur jaune à rougeâtre (**Bezza et al, 2010**). Leurs racines sont ligneuses et épaisses (**Figure 14**).

La croissance végétale de la plante a lieu à l'automne (feuilles de grande taille), puis dès la fin de l'hiver et au printemps (feuilles plus petites) (**Akrout, 2004**).



**Figure 14 :** *Artemisia herba alba*

### 3. Taxonomie et nomenclature

Selon **Mohamed et al., (2010)** et The international plant name Index **INPI, (2014)**, la classification de *Artemisia herba alba* se présente comme suit :

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermaphytes (Phanérogames)

**Sous-embranchement :** Angiospermes (plantes à fleurs)

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous-classe :** Asteridae

**Ordre :** Asterales

**Famille :** Astéracées

**Sous-famille :** Asteroideae

**Tribu :** Anthemideae

**Sous-tribu :** Artemisinae

**Genre :** *Artemisia*

**Espèce :** *Artemisia herba alba*

**Nom en français :** Armoise blanche

**Nom en arabe :** Chih (شيج)

#### 4. Composition chimique

Divers métabolites secondaires ont été isolés de *Artemisia herba alba*, les plus importants étant les lactones sesquiterpènes ; *Artemisia herba alba* a montré une forte activité antioxydante et un très haut contenu phénolique par rapport aux plantes nutritives communes (**Boukhennoufa et al., 2019**). Les investigations phytochimiques ont montré que cette plante est riche en monoterpènes, flavonoïdes et coumarines (**Riachi, 2014**) et davanones (**Talbi et al., 2015**). Les composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes simples et proanthocyanidines) forment le groupe de composés phytochimiques le plus important des plantes (**Bahorun, 1997**). L'analyse phytochimique a montré que la composition des huiles essentielles de *Artemisia herba alba* est riche en monoterpènes, triterpènes pentacycliques, santonines, coumarines et tanins (**Mohamed et al., 2010**).

#### 5. Propriétés thérapeutiques de la plante

*Artemisia herba alba* est très utilisée en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal (**Ghrabi et Sand, 2008**). Plusieurs études scientifiques ont également prouvé l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique (**Tastekin et al., 2006**), antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, anti malarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**Yin et al., 2008**).

## IV. Les huiles essentielles

### 1. Définition

Les huiles essentielles sont des liquides huileux aromatiques, obtenus par hydrodistillation de matières végétales, généralement un mélange de plusieurs ingrédients. Les huiles essentielles et les extraits de plantes ont l'avantage potentiel d'être bioactif en phase gazeuse, une caractéristique qui permet de protéger et stocker les cultures (**Senouci, 2020**). Selon **Couic-Marinier et Lobstein (2013)**, les huiles essentielles (HE) sont des substances odorantes et volatiles, non grasses, extraites d'un végétal sous forme liquide.

On les appelle couramment : essences, essences végétales, huiles ou essences aromatiques, parfums, huiles volatiles (**Reffas, 2018**).

Les huiles essentielles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers ; elles ont donné naissance à une branche nouvelle de phytothérapie : l'aromathérapie (**Bruneton, 1999**).

### 2. Répartition et localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs. Les genres capables d'élaborer les constituants qui les composent sont répartis dans une cinquantaine de familles botaniques parmi lesquelles les Lamiacées, les Astéracées, les Rutacées, les Cannelacées, les Lauracées, les Myrtacées et les Zingibéracées (**Bruneton, 1999**). Les huiles essentielles peuvent être stockées dans tous les organes : fleurs (rose) feuilles (citronnelle, eucalyptus, laurier), écorces (cannelier), bois (bois de rose, santal), racines (vétiver), rhizomes (curcuma, gingembre), fruits (anis, badiane) et graines (muscade) (**Sangwan et al., 2001**).

### 3. Caractères physico-chimiques des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont liquides à température ambiante mais aussi volatiles, ce qui les différencie des huiles dites fixes. Elles sont liposolubles et solubles dans les solvants organiques usuels ainsi que dans l'alcool, entraînaibles à la vapeur d'eau mais très peu



solubles dans l'eau, Elles sont constituées de molécules à squelette carboné, le nombre d'atomes de carbone étant compris entre 5 et 22 (le plus souvent 10 ou 15) (**Afssaps, 2008**).

Les huiles essentielles s'oxydent facilement à la lumière et se résinifient en absorbant de l'oxygène ; en même temps, leurs odeurs se modifient, leurs points d'ébullition augmentent et leurs solubilités diminuent. Elles absorbent le chlore, le brome et l'iode en dégageant de la chaleur (**Duraffourd et al., 1990**) ; donc elles doivent être stockées dans des flacons de verre opaque en obscurité pour les protéger contre l'oxydation.

#### **4. Composition chimique des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des mélanges de structures très complexes, qui contiennent plus de 300 composés différents. Ces substances sont des molécules très volatiles, appartenant pour la grande majorité à la famille des terpènes comme les monoterpènes et les sesquiterpènes (**Croteau et al., 2000**).

##### **4.1. Les monoterpènes (C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>)**

Ils sont issues du couplage de deux unités « isopréniques», ils peuvent être acycliques (myrcènes, ocimènes) monocyclique ( $\alpha$  et  $\gamma$ -terpinène, p-cymène) ou bicycliques (pinène, camphène, sabinène). Ils constituent parfois plus de 90% de l'huile essentielle (**Bruneton, 1999**).

##### **4.2. Les sesquiterpènes (C<sub>15</sub>H<sub>24</sub>)**

Un grand nombre de sesquiterpènes sont des constituants habituels des HES des végétaux supérieurs, attribués à ces fractions volatiles (**Bruneton, 1999**).

#### **5. propriétés et activités biologiques des huiles essentielles**

Les huiles essentielles ont de nombreuses activités biologiques. Leurs propriétés antiseptiques sont utilisées pour combattre les maladies contagieuses, mais elles sont également utilisées comme conservateurs et agents antibactériens à large spectre (**May et al., 2000**). Parmi son activité biologique: activité antifongique, antibactérienne, antivirale, antiparasitaire, antiseptique, et antioxydante.

## **6. Rôle des huiles essentielles**

Les huiles essentielles sont des messages chimiques que les plantes aromatiques utilisent pour interagir avec leur environnement. Elles permettent d'éloigner les maladies, les parasites et protéger contre les rayonnements du soleil. Elles jouent également un rôle important dans la reproduction et la dispersion des espèces végétales car elles permettent d'attirer les insectes pollinisateurs (**Dunstan et al., 2013**). Elles aident aussi à réduire l'utilisation des pesticides chimiques nocifs pour la santé humaine, animale et végétale, puisqu'elles sont utilisées dans la protection des cultures contre les agents pathogènes bactériens, fongiques et les micro-organismes.

*Chapitre II :*  
*Matériel et Méthodes*

## I. Présentation de la zone d'étude

### 1. Situation géographique

#### 1.1. Situation géographique de la région de Fellaoucene

La commune de Fellaoucene est située au nord de la wilaya de Tlemcen, dans le massif des Traras ; elle est limitée par : (Figure 15)

Beni Ouarsous au nord et nord-est ;

Aïn Kebira au nord-ouest ;

Zenata, à l'est ;

Aïn Fetah à l'ouest et sud-ouest ;

Ouled Riyah au sud et sud-est.



Figure 15 : Situation géographique de Fellaoucene

<https://www.google.com/maps/place/Fellaoucene/>

### **1.2. Aperçu géologique**

Notre zone d'étude (Fellaoucene) fait partie des montagnes des Traras qui s'étalent des confins du Maroc aux confins des Monts de Sebaa Chioukh. Elle fait 92 km de long avec une largeur de 20-30 km et couvre une superficie de 1223 km.

Les crêtes du littoral (Monts des Traras) sont constituées de grès bruns, intercalés de calcaire bleu du Jurassique supérieur, formant des reliefs escarpés et basés sur des schistes et argiles oxfordiens, qui donnent des pentes régulières et sur des calcaires durs donnant des reliefs ondulés vers les vallées ou plaines (**Benamar, 2021**).

### **1.3. Aperçu pédologique**

Les marnes calcaires ou sols à magnésie calcaire sur calcaire déchiqueté sont les sols les plus fréquents en littoral et sous-littoral (Monts de Traras) (**KADIK, 1987 ; CHAFI, 2016**):

-Sols calcaires humifères : riches en matière organique, leur développement se fait au détriment de sols autrefois humides. Ces derniers se trouvent principalement à l'ouest de Nedroma et le long de la côte de Rachgoun ;

-Sols calciques: situés au sud et à l'est des Monts des Traras. Ils se forment aux dépens des sédiments caillouteux des montagnes voisines et résultent des sols peu profonds ;

-Sols en équilibre : ils se caractérisent non seulement par leur faible épaisseur, mais également par la dureté de la roche mère ;

-Sols insaturés : développés dans du schiste primaire et du quartz.

### **1.4. Aperçu hydrologique**

Selon **Kazi Tani (1995)**, les cours d'eau de la région de Tlemcen sont caractérisés par des irrégularités de débit et des manifestations hydrologiques brutales.

Le déficit de la teneur hydrique en été détermine le régime d'écoulement temporaire de nombreuses petit cours d'eau. L'eau d'irrigation est fournie par des barrages d'El Mafrouch, de Sidi El Abdelli, Beni Bahdel et Boughrara, issus des deux sources principales Oued Tafna et Oued Isser.

## **2. Etude bioclimatique**

Selon **Guyot (1997)**, le climat correspond à un ensemble de facteurs qui caractérisent les conditions atmosphériques d'une région particulière.

Les deux paramètres qui déterminent le climat sont la température et les précipitations mensuelles et annuelles.

### 2.1. Situation géographique de la station d'étude

La station d'étude est située dans la Daïra de Fellaoucene (**Tableau4**).

**Tableau 4** : Caractéristiques de la station d'étude

<https://fr.db-city.com/Algérie--Tlemcen-Fellaoucene--Fellaoucene>

Altitude	Longitude	Latitude
303 m	-1.60589	35.0351

Cette étude a été réalisée à partir des données météorologiques, couvrant la période 2010 à 2020, fournies par l'Office Nationale de la Météorologie de Zenata (ONM), la station la plus proche de la zone d'étude.

Elle est située à l'est de la Daïra de Fellaoucene, à une altitude de 285m, dont les coordonnées sont : 35°1' nord et 01°27' ouest (**Tableau 5**).

**Tableau 5** : Caractéristiques de la station de Zenata Source : (O.N.M, 2020)

Station	Longitude	Latitude	Altitude
Zenata	35°1'	1° 27'	285

Les prélèvements des plants et fruits de la tomate *Solanum esculentum* ont été effectués au niveau d'une serre située dans une ferme privée se trouvant à Fellaoucene (**Figure16**).



**Figure 16** : Photo satellite du site d'étude (Google Earth, 2023)

<https://earth.google.com/web/search/35%C2%B001'31%22N1%C2%B031'07%22W>

2.2. Précipitations

La pluviosité est définie comme le facteur primordial qui détermine le type de climat (Djebaili, 1978).

Les précipitations sont un facteur écologique essentiel, non seulement pour la fonction et la répartition des écosystèmes terrestres, mais aussi pour certains milieux aquatiques (Ramade, 2003).

Tableau 6 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station Zenata (2010/2020) <https://tutiempo.net>

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D
Pmm	46.76	34.84	35.85	40.43	24.86	6.73	0.50	2.47	12.58	30.47	45.51	43.90

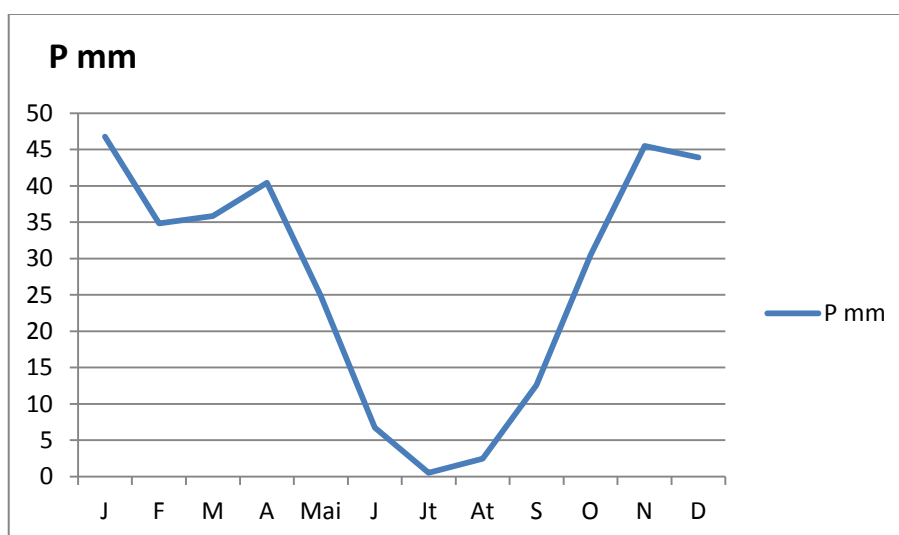


Figure 17 : Valeurs des moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la station de Zenata entre la période (2010/2020)

Selon les données des précipitations qui présentées dans le Tableau 6 et à partir de la Figure 17, on remarque que la quantité des précipitations est élevée pour les mois de novembre, décembre, janvier et avril, elle varie entre 40mm et 46mm ; alors que la quantité des précipitations diminue au cours des mois de février, mars, mai, septembre et octobre, elle se situe entre 12mm et 35mm (saisons de printemps et automne). Pour la saison estivale, aux mois de juin, juillet et août, les précipitations sont très faibles ou quasi inexistantes, entre 0.5mm et 6mm.

2.3. Températures

La température est la deuxième composante constitutive du climat (Greco, 1966).

Les paramètres thermiques jouent un rôle important dans la vie des plantes, au même titre que les autres êtres vivants. En effet la température est considérée comme un facteur écologique fondamental, intervenant dans tous les processus biologiques, contrôlant la croissance, la reproduction, la survie et donc la répartition géographique, produisant les paysages les plus divers (Soltner, 1992).

Tableau 7 : Moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Zenata (2010/2020)

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D
T °C	13	13.6	15.4	17.5	22.8	24.8	27	28.4	24.1	20.7	16.1	12.8

<https://tutiempo.net>

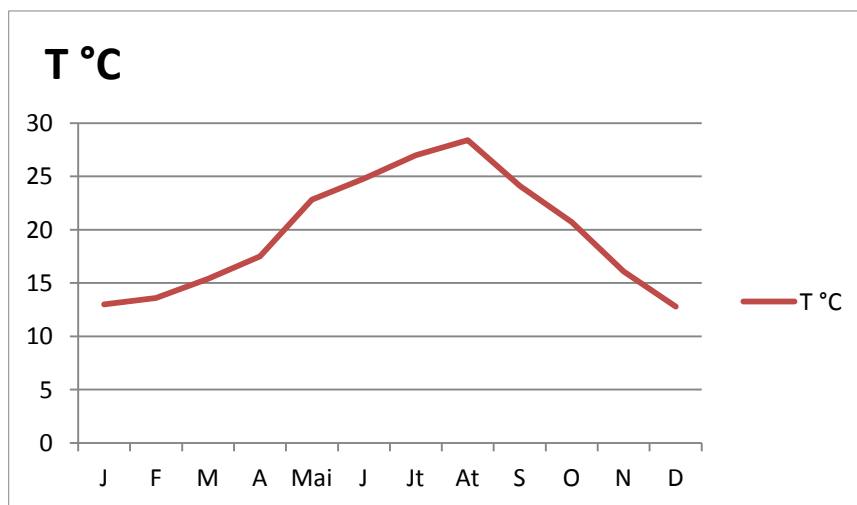


Figure 18 : Valeurs des moyennes mensuelles et annuelles des températures de la station de Zenata entre la période (2010/2020)

Selon les données des températures qui sont présentées dans le tableau 7 ci-dessus et à partir de la figure 18, on observe une stabilisation des températures de janvier jusqu'à mars, puis leur augmentation progressive à partir d'avril jusqu'à aout, la température va commencer à diminuer à partir de septembre jusqu'à décembre.



**Tableau 8** : Moyennes mensuelles et annuelles des températures maximales (M) et des températures minimales (m) de la station de Zenata (2010/2020)

Mois	J	F	M	A	Mai	J	Jt	At	S	O	N	D
<b>M °C</b>	20.1	20.5	21.6	24.7	28.9	31.5	36.2	36.7	31.6	28.9	22.9	20.5
<b>m °C</b>	3.2	2.8	6.3	8.7	11.3	15	18	19.9	16.6	11.6	7.7	5.1

<https://tutiempo.net>

**A) Amplitude thermique extrême moyenne (indice de continentalité)**

L'amplitude thermique annuelle (M-m) correspond à la différence entre la température moyenne mensuelle la plus élevée et la température moyenne mensuelle la plus basse (Emsalem, 1989).

**M** : la moyenne mensuelle des températures maximales la plus élevée ;

**m** : la moyenne mensuelle des températures minimales la plus basse.

Selon la classification thermoclimatique (**Tableau9**) proposée par **De Branche(1983)**, on distingue :

**Tableau 9** : Classification thermique des climats selon **De Branche (1983)**

<b>Climat insulaire</b>	$M-m < 15^{\circ}\text{C}$
<b>Climat littoral</b>	$15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$
<b>Climat semi continental</b>	$25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$
<b>Climat continental</b>	$35^{\circ}\text{C} < M-m$

Tableau 10 : Etage bioclimatique de la station de Zenata

Station	Période	M (C°)	m (C°)	(M-m) (C°)	Etage bioclimatique
Zenata	2010/2020	36.7	2.8	33.9	Climat semi continental

2.4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1953)

(Bagnouls et Gausсен, 1953) ont optimisé l'utilisation des valeurs des précipitations et des températures présentées sur un diagramme ombrothermique pour pouvoir suivre leur évolution simultanée, qui détermine la période sèche «  $P \leq 2T$  ».

P : Précipitations moyennes mensuelles (mm).

T : Températures moyennes mensuelles (°C).

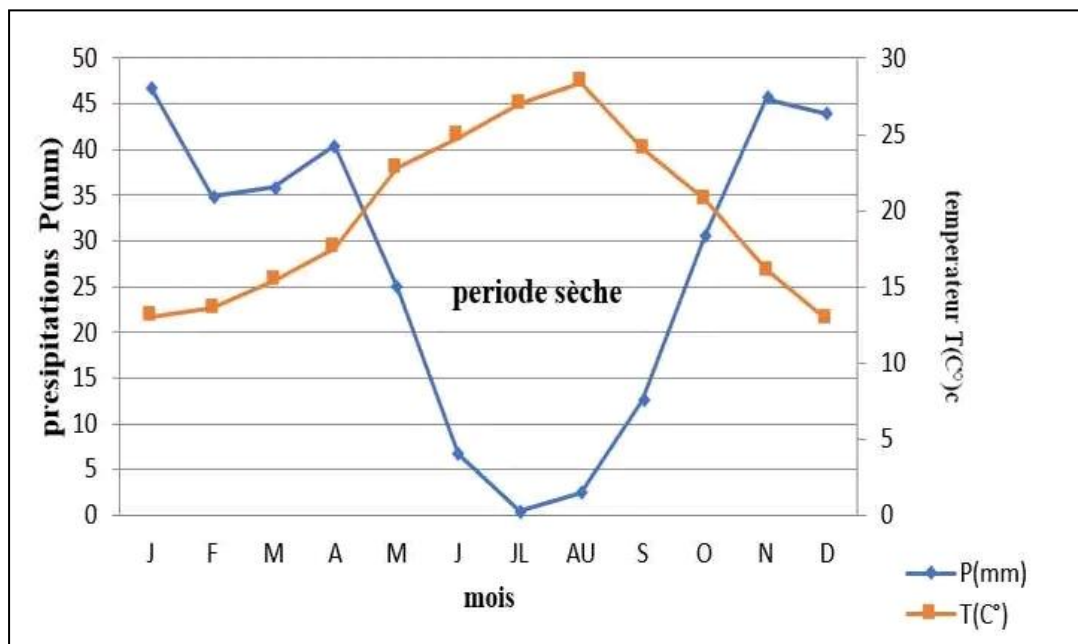


Figure 19 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de station Zenata (2010/2020)

D'après le diagramme ombrothermique (Figure 19) qui montre l'intersection des deux courbes des températures et des précipitations, la durée de la période sèche est de cinq mois (de mai jusqu'à septembre).

### 2.5. Quotient pluviothermique d'Emberger

**EMBERGER (1930, 1955 et 1971)** a défini des sous-classes dans le bioclimat méditerranéen, basées sur l'humidité globale du climat et sa rigueur hivernale. Cela est représenté par le quotient pluviothermique Q2 :

$$Q2 = \frac{2000 P}{(M^2 - m^2)}$$

**P** : précipitations moyennes annuelles exprimé en **mm** ;

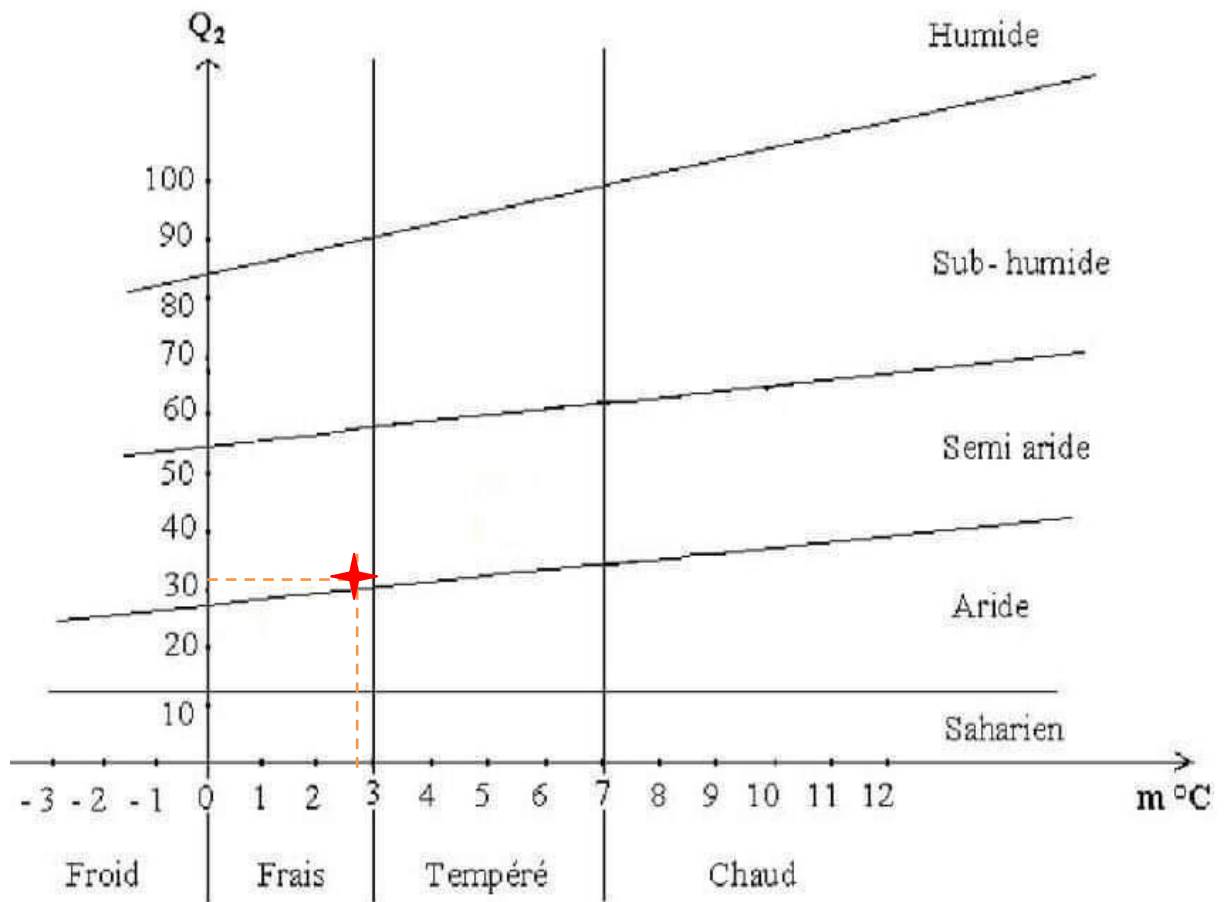
**M** : moyenne des maximas températures du mois le plus chaud exprimé en °K (**T°C + 273,2**);

**m** : moyenne des minimas températures du mois le plus froid exprimé en °K (**T°C + 273,2**);

**M-m** : amplitude thermique.

**Tableau 11** : Situation bioclimatique et valeurs de Q2 pour la station de Zenata (2010/2020)

Station	Période	P	M	m	Q2	Etage bioclimatique
Zenata	2010-2020	324.9	36.7	2.8	32.72	Semi-aride (hiver frais)



**Figure 20** : Climagramme d'EMBERGER (Q2) de la station de Zenata (2010/2020)

A partir des valeurs de Q2 et du climagramme d'Emberger, la station de Zenata (2010-2020) se positionne sur l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (**Figure 20**).

## II. Etude entomologique

### 1. Localisation de la station d'étude

Nos travaux ont été réalisés à partir des échantillons prélevés dans une serre de tomates (**Figure 21**) située dans la commune de Fellaoucene sur la Route Nationale N° 35.



**Figure 21** : Champ de tomates sous serre (site d'étude)

La serre est dédiée à la culture de la tomate, de la variété américaine (B48), plantée le 25 Décembre 2022.

L'épandage d'engrais solubles dans l'eau N.P.K (FERTILAND) a été effectué le 30 Décembre 2022, les traitements contre le mildiou et l'Alternaria ont été appliqués durant trois semaines, à raison d'un traitement hebdomadaire le 7, le 14 et le 21 Février 2023, d'autres traitements ont été utilisés pendant ces dernière semaines (Vertimec ; CHLOROFET 48...), pour lutter contre les insectes et les acariens (**Figure 22**).



Figure 22 : Les différents traitements utilisés au niveau de la serre de tomates

## 2. Matériel végétal et dispositif expérimental sur le terrain

### 2.1. Echantillonnage

L'échantillonnage a débuté dès l'apparition des attaques sur les feuilles de la tomate.

La méthode d'échantillonnage utilisée consiste à prélever les feuilles et fruits de la tomate de façon aléatoire.

-On récolte les échantillons qui sont mis dans des sachets en plastique puis emportés directement au laboratoire ;

- dans le laboratoire les larves sont isolées à partir des feuilles de la tomate et réparties selon les différents stades de l'insecte, pour réaliser les tests de l'activité insecticide.

-les fruits de tomates ont servi essentiellement à l'isolement et identification des champignons pathogènes qui s'y trouvaient.

### 2.2. Essais biologiques

Nous avons utilisé la méthode de « Leaf-dip Bioassay » décrite par Cahill *et al.* (1996), elle consiste à isoler manuellement les larves de la mineuse *Tuta absoluta* à l'aide d'un pinceau fin et à les répartir selon les différents stades de l'insecte (L1, L2, L3 et L4) que l'on dépose dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre (Figure 23). A l'aide de micropipettes, on imbibe le papier filtre des différentes doses de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* (1µl, 3µl...), après avoir déposé les larves (5 larves de chaque stade), nous avons recouvert

les boîtes de tulle pour éviter la fuite des larves, nous vérifions la mortalité des larves chaque 6 heures.

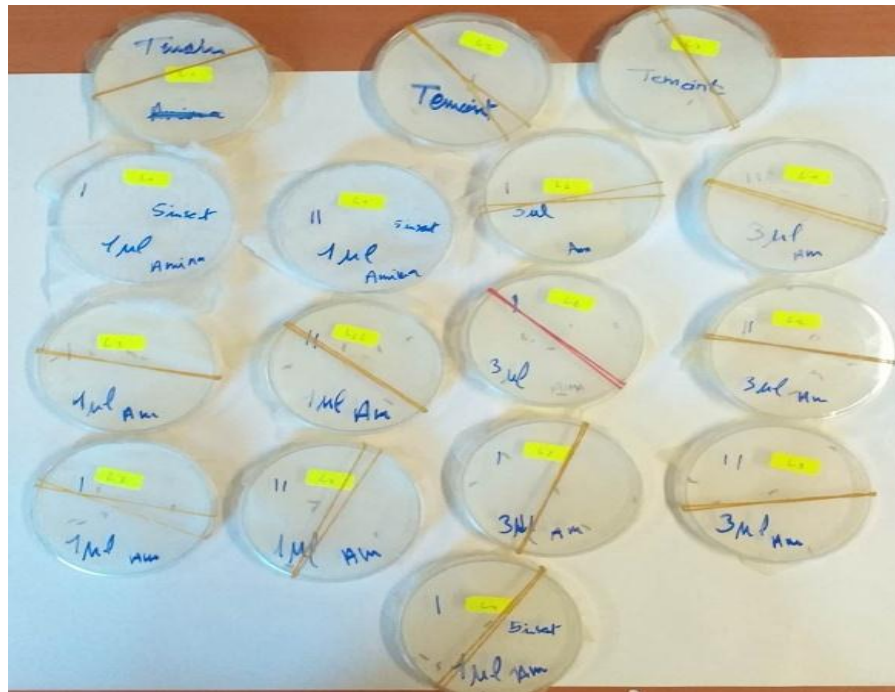


Figure 23 : Méthodes de Leaf-dip Bioassay

### III. Etude phytochimique

#### 1. Matériel végétal

La plante aromatique étudiée, *Artemisia herba alba*, a été choisie principalement pour son intérêt thérapeutique et son utilisation pour traiter de nombreuses maladies.

#### 2. Collecte du matériel végétal

L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) a été collectée en Octobre 2022. Le tableau 12 suivant indique la partie de la plante étudiée et le site de collecte :

**Tableau 12** : Paramètres géographiques du site de collecte de la plante

plante	Site de collecte	Période de collecte	Partie étudiée
<i>Artemisia herba alba</i>	Ouled Mimoun (Tlemcen)	Octobre 2022	Partie aérienne

#### 3. Procédé d'extraction de l'huile essentielle

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

L'extraction de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a été faite à partir de 800g de matière végétale que nous avons introduit dans un ballon rempli de 6L d'eau distillée ; l'ensemble a été porté à ébullition pendant 5 heures. Les vapeurs chargées de substances volatiles traversent le réfrigérant, se condensent puis elles sont récupérées dans une ampoule à décanter (**Figure 24**). L'eau aromatique et l'huile essentielle se séparent par différence de densités ; ont été extraits 3.68g de l'huile essentielle.





**Figure 24** : Montage d'hydrodistillation type de Clevenger

Après récupération de l'huile essentielle, elle est stockée à 4°C dans un pilulier en verre, enveloppé par de l'aluminium pour la préserver de l'air, de la lumière et des variations de température.

#### 4. Détermination du rendement en huile essentielle

La définition du rendement en huile essentielle est traduite par le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse sèche de la matière végétale à traiter. Le rendement est calculé à partir de l'équation suivante :

$$\text{Rdt} = M / M_0 \times 100$$

**Rdt** : Rendement en huile essentielle en (%).

**M** : Masse d'huile essentielle en (g).

**M<sub>0</sub>** : Masse de matière végétale à traiter en (g).

## IV. Étude Microbiologique

### 1. Echantillonnage

L'échantillonnage a débuté dès l'apparition des attaques fongiques sur les feuilles de la tomate.

La méthode d'échantillonnage utilisée consiste à prélever des feuilles de façon aléatoire; chaque échantillon récolté est placé dans un sachet plastique étiqueté, ensuite les prélèvements sont acheminés directement au laboratoire.

Les champignons sont placés dans des boîtes de Pétri préalablement remplis par un milieu de culture pour les cultiver ; l'observation des échantillons se fait sous un microscope binoculaire pour déterminer et identifier le type de chaque champignon.

### 2. Matériel fongique

Les champignons prélevés dans cette étude sont des espèces fongiques provoquant des pourritures, nous avons procédé par isolement direct sur les plants et fruits de tomate récoltés dans la serre étudiée, dans la région de Fellaoucene (site d'étude) ; nous avons ciblé ceux qui sont les plus pathogènes :

- *Aspergillus sp*

- *Alternaria sp*

- *Alternaria alternaria*

Ces différentes souches fongiques ont été isolées à partir des feuilles et fruits de tomate et maintenues par repiquages, régulièrement sur le milieu nutritif PDA (Potato Dextrose Agar).

### 3. Identification

L'identification des champignons pathogènes isolés des plants et tomates infestés s'est faite de deux manières à l'aide du matériel suivant :

### 3.1. Matériels et produits chimiques

#### 3.1.1. Matière végétale

- Huile essentielle de *Artemisia herba alba*.

#### 3.1.2. Matières chimiques

- eau distillée ;
- PDA (POTATO DEXTROSE AGER) ;
- Bleu de coton ;
- Bleu de méthyle (10g) + ;
- Lactophénol ;
- Phénol (20g) ;
- Acide lactique (2ml) ;
- Glycérol (20ml) ;
- Eau distillée (40ml).

#### 3.1.3. Matériels

- Boîtes de pétri ;
- tubes ;
- Bécher forme basse ;
- Balance ;
- Pipettes Pasteur
- Agitateur chauffant ;
- Autoclave ;
- Etuve universelle « basic » (Memmert) ;
- Anse de platine ;
- Bec bunsen ;
- Agitateur Vortex (Velp Scientifica) ;
- Micropipettes ;

- Microscope stéréo ;
- Microscope optique (Top View 4000) ;
- Lames et lamelles.

### **3.2. Identification des genres par la technique de micro-culture**

#### **3.2.1. Mode opératoire**

La technique de micro-culture décrite par **Harris(1989)** consiste à inoculer des souches de moisissures sur des lames constituées de petits carrés de milieu PDA acidifié et à les recouvrir de lamelles. Les souches sontensemencées aux bords périphériques du milieu de culture, ce qui leur confère un fort potentiel d'oxygène pour la germination. Les lames sont emballées dans un enceinte tapissée de papiers imbibés d'eau, on incube le tout à  $25 \pm 2$  °C pendant 24 à 72 heures. Après l'incubation, on dépose 2 gouttes de bleu de coton pour permettre le gonflement du mycélium et faciliter l'observation microscopique.

#### **3.2.2. Identification des espèces fongiques**

L'identification des moisissures a été faite avec l'aide de monsieur le Professeur **Larbi Belyagoubi**, enseignant à l'Université ABOU BEKR BELKAID (Tlemcen).

### **3.3. Identification des genres par la méthode de contact direct**

Nos travaux et expérimentations ont été menés au sein du Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels, à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers à l'Université ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMEN.

#### **3.3.1. Mode opératoire**

La technique de contact direct (**Figure 25**) consiste à mesurer le diamètre du champignon après avoir utilisé de l'huile essentielle testée :

- on coule 10ml de PDA dans un tube, puis on y ajoute une dose de huile essentielle à l'aide de micropipettes à différentes doses (5µl, 10µl, 20µl, 30µ, 40µl) ;
- ensuite, on agite le tube à l'aide d'un agitateur Vortex (25 hertz) pour homogénéiser la solution, puis on coule directement dans la boîte de Pétri (en y écrivant le nom du champignon et la dose sur chaque boîte);

- on attend que la solution sèche (PDA + dose de la huile), après à l'aide de pipette Pasteur, on utilise son disque bas et on prélève un peu de champignon et on le dépose dans le centre de la boîte de pétri ;
- on garde les souches 7 jours dans l'étuve universelle entre 30 à 35°C.
- Après ce laps de temps (7 jours), on mesure la taille ou le diamètre des champignons et des témoins et on reporte les résultats dans un tableau.

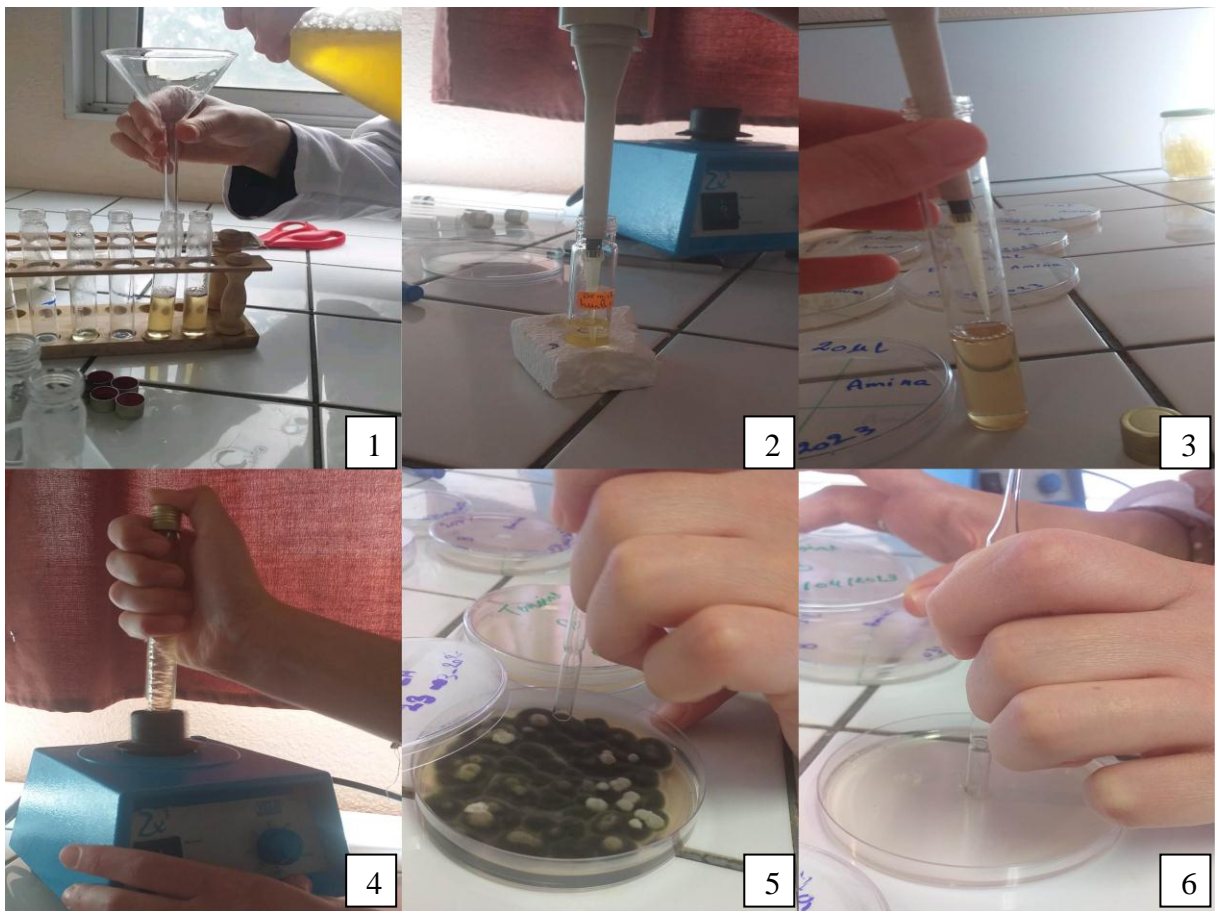


Figure 25 : Les différents étapes de la méthode de contacte directe pour l'identification des champignons

*Chapitre III :*  
*Résultats et Discussion*

## I. Résultats

Les huiles essentielles sont très utilisées en cosmétique, parfumerie et dans les industries agroalimentaires. Elles sont également connues pour leurs propriétés biologiques comme dépuratives et régénérantes. Elles sont recommandées pour stimuler et régénérer l'organisme (Burt, 2004).

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la lutte biologique contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* en utilisant l'huile essentielle d'une plante aromatique et médicinale *Artemisia herba alba* (Chih), endémique dans notre région, pour estimer et comparer son efficacité insecticide dans la lutte contre les différents stades de *Tuta absoluta*.

Par ailleurs, nous avons également testé le pouvoir fongicide de cette huile essentielle sur les trois principaux champignons pathogènes de la tomate dans notre région : *Alternaria* sp., *Alternaria alternaria* et *Aspergillus* sp.

### 1. Etude phytochimique

Les parties aériennes de *Artemisia herba alba* ont été cueillies dans la zone de Ouled Mimoun (Tlemcen) en Octobre 2022. La plante a été stockée à l'abri du soleil jusqu'à ce qu'elle sèche. Par la suite, nous avons soumis 800g de matière sèche de la plante à une hydrodistillation avec un appareil de type Clevenger pour obtenir l'huile essentielle.

#### 1.1. Caractères de l'huile essentielle

**Tableau 13** : Caractères de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*

Huile essentielle	Couleur	Aspect	Odeur
<i>Artemisia herba alba</i>	Jaune	Liquide	Forte

## 1.2. Rendement en huile essentielle

Le rendement moyen en huile essentielle a été calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne de la plante, afin d'apprécier plus tard sa rentabilité.

A cet effet, la formule suivante est utilisée :

$$\text{Rendement} = \frac{\text{masse d'huile(g)}}{\text{masse de matière végétale(g)}} \times 100$$

**Tableau 14** : Rendement en huile essentielle de *Artemisia herba alba*

Poids végétal (g)	Poids d'HE (g)	Rendement %
800	3.6846	0.46%

Les résultats présentés dans le tableau 14 montrent que le rendement moyen obtenu de l'extraction par hydrodistillation de la plante étudiée *Artemisia herba alba* est de l'ordre de 0.46%, ce qui semble un excellent rendement comparativement à ceux obtenus par d'autres travaux.

En effet, d'après **Sedira et Ramdani, 2018**, l'hydrodistillation de la partie aérienne sèche de la plante *Artemisia herba alba*, récoltée dans la région de Bir Ater (Tébessa) a permis d'obtenir un rendement en huile essentielle de 1,9%.

**Bekka et al., 2022**, ont également obtenu un rendement de 0,7 % en huile essentielle de la plante *Artemisia herba alba* récoltée dans la région de Bejaia.

**Goudjil en 2016** a obtenu un rendement de 0.54% en huile essentielle de la même plante, récoltée dans la région de Djelfa.

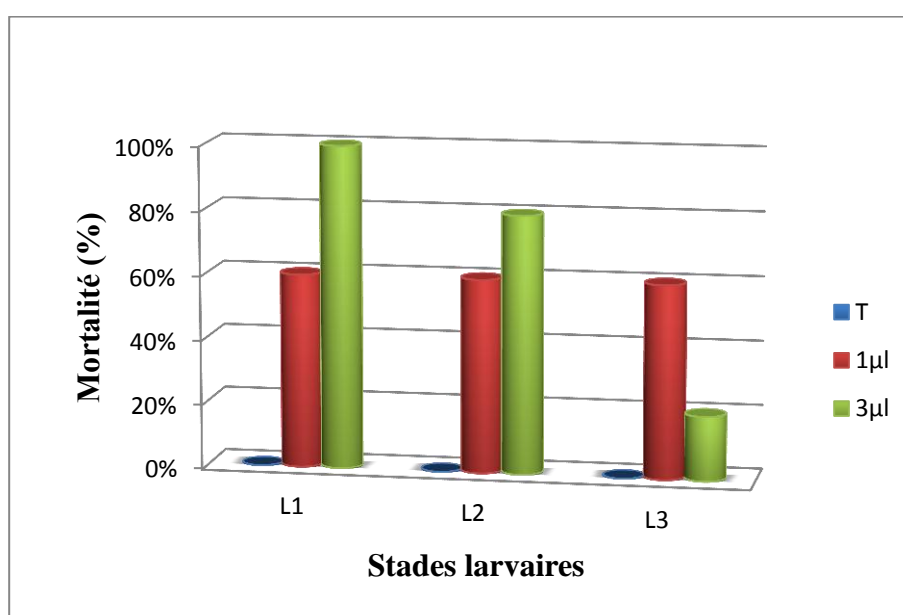
Les mêmes variations du rendement en huile essentielle de *Artemisia herba alba* ont été notées en Tunisie (0.68% à 1.93%) (**Mohsen et Ferchichi, 2009**), en Jordanie (1.3%)(**Hudaib et Aburjai, 2006**), et en Espagne (0,41% à 2,30%) (**Salido et al., 2004**).



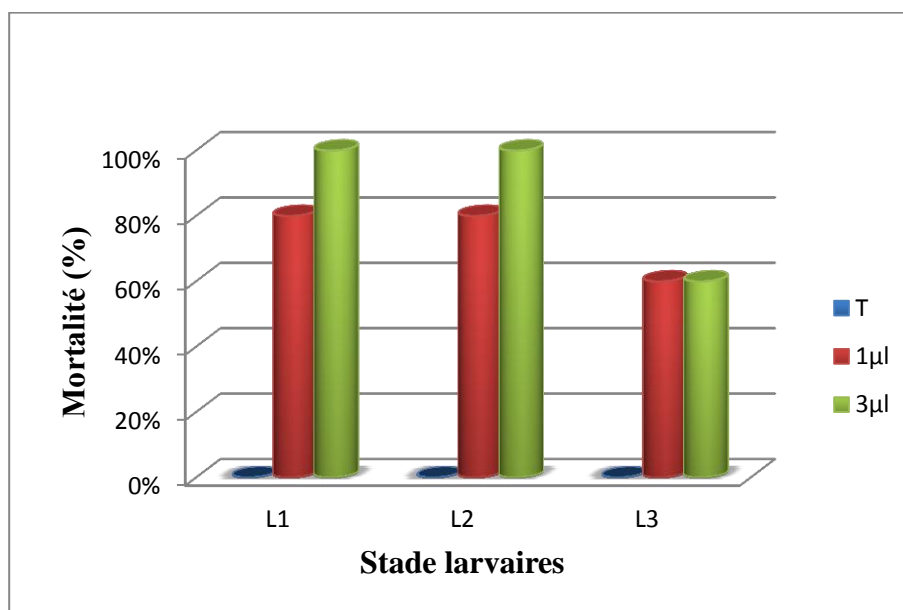
## 2. Activité insecticide de l'HE de *Artemisia herba alba* sur *T. absoluta*

Dans cette expérimentation, plusieurs facteurs ont été pris en considération tels que le temps après traitement et les différentes doses d'huile appliquées.

La **figure 26** (premier essai) et la **figure 27** (deuxième répétition) illustrent les pourcentages de mortalité des populations larvaires des stades L1, L2 et L3 après 6h d'application de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* à différentes doses (1 $\mu$ l et 3 $\mu$ l). Le stade L4, étant très éphémère, nous n'avons pas pu le tester.



**Figure 26** : Effet de l'H.E de *Artemisia herba alba* sur les différents stades larvaires de *Tuta absoluta* (1<sup>er</sup> essai)



**Figure 27 :** Effet de l'H.E de *Artemisia herba alba* sur les différents stades larvaires de *Tuta absoluta* (2<sup>ème</sup> répétition)

À partir des deux figures (26 et 27), les résultats ont montré que les pourcentages de mortalité du témoin sont nuls pour les différents stades larvaires, alors qu'il y a un effet insecticide très actif sur les larves après utilisation de l'huile essentielle aux doses testées.

Après 6h d'application de l'huile essentielle sur les différents stades larvaires de *T. absoluta* (L1, L2 et L3) on remarque que :

Les taux de mortalité étaient supérieurs à 50% pour les stades larvaires L1, L2, et L3 pour la première répétition ; tandis que pour la deuxième répétition, les taux de mortalité étaient supérieurs à 70% pour L1 et L2 et seulement de 50% pour les L3, à une concentration de 1µl. A la concentration de 3µl, les taux de mortalité étaient de 100% pour L1, 80% pour L2 alors que les L3 ont présenté une mortalité très faible, de 20% pour la première répétition. De même, pour la deuxième répétition, les mortalités étaient de 100% pour les stades larvaires L1 et L2 et seulement de 60% pour les L3.

Les **Figure 28 et 29** illustrent les pourcentages de mortalité des populations larvaires des stades L1, L2 et L3 après 12h d'application de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* à différentes doses (1µl et 3µl).

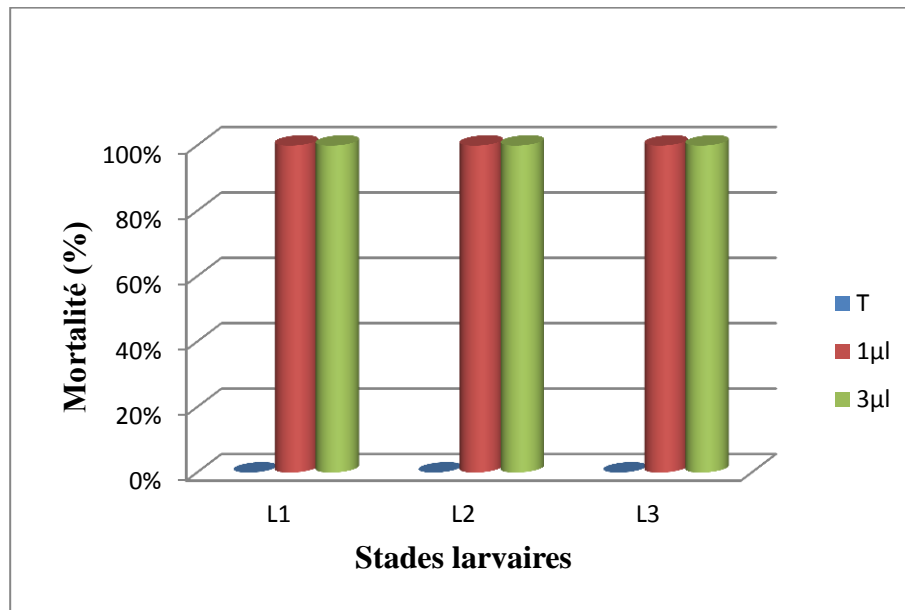


Figure 28 : Effet de l'H.E de *Artemisia herba alba* sur les différents stades larvaires de *Tuta absoluta* (après 12h d'exposition, 1<sup>er</sup> essai).

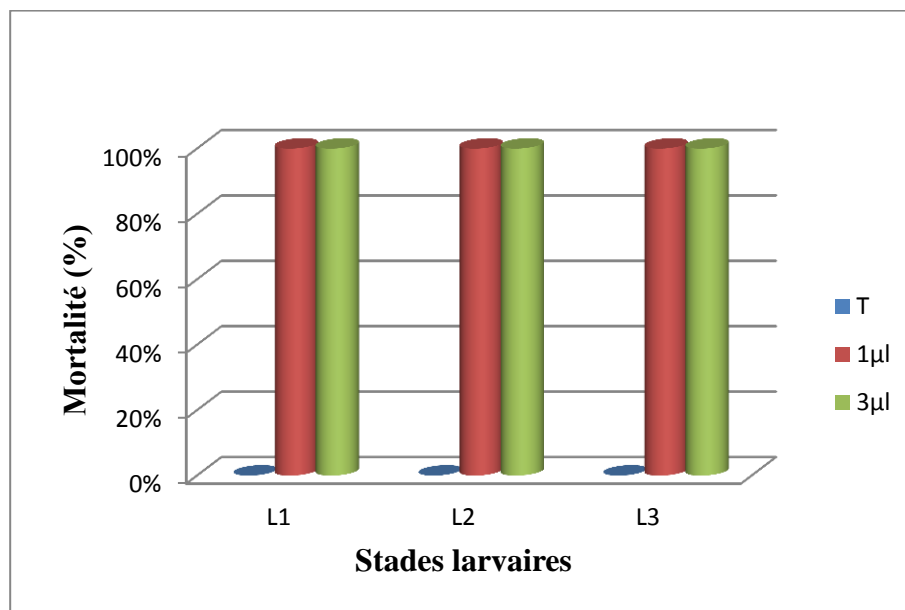


Figure 29 : Effet de l'H.E de *Artemisia herba alba* sur les différents stades larvaires de *Tuta absoluta* (après 12h d'exposition, 2<sup>ème</sup> répétition)

Après 12h, (Figure 28, 29) les résultats montrent que les pourcentages de mortalité du témoin étaient nuls pour les différents stades larvaires ; alors que les taux de mortalité étaient de 100% pour tous les stades larvaires L1, L2, et L3 pour les deux concentrations 1µl et 3µl dans les deux essais.

### 3. Activité antifongique de l'huile essentielle

Le pouvoir antifongique de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* contre le développement des mycéliums de la tomate a été étudié vis-à-vis des trois champignons isolés causant la pourriture des tomates. Nous avons identifié les genres de champignons avant de procéder aux tests de l'efficacité antifongique de l'huile essentielle.

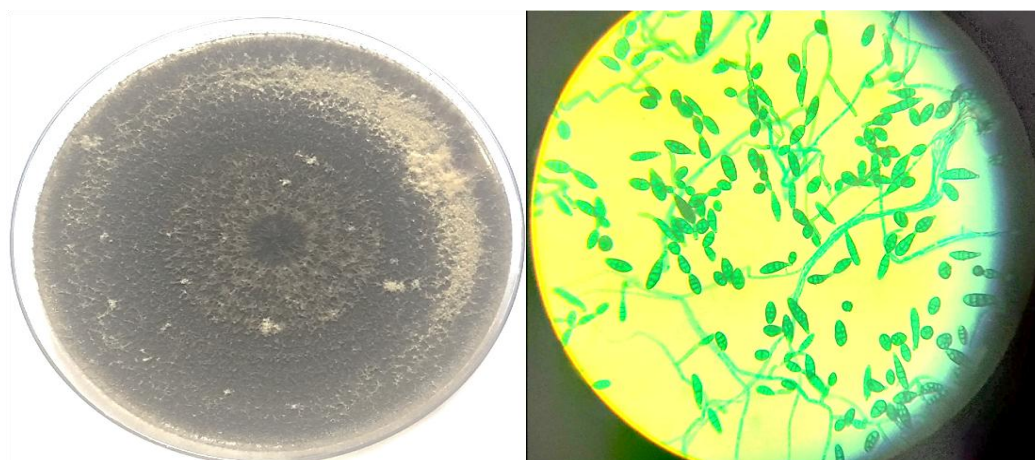
#### 3.1. Identification des moisissures

L'impact des moisissures sur la qualité des tomates est déterminant, le besoin de mieux les connaître conduit à élaborer des méthodes permettant de déterminer la nature des microorganismes présents. Nous avons utilisé la méthode des micro-cultures pour identifier les principaux champignons pathogènes de nos échantillons de tomate.

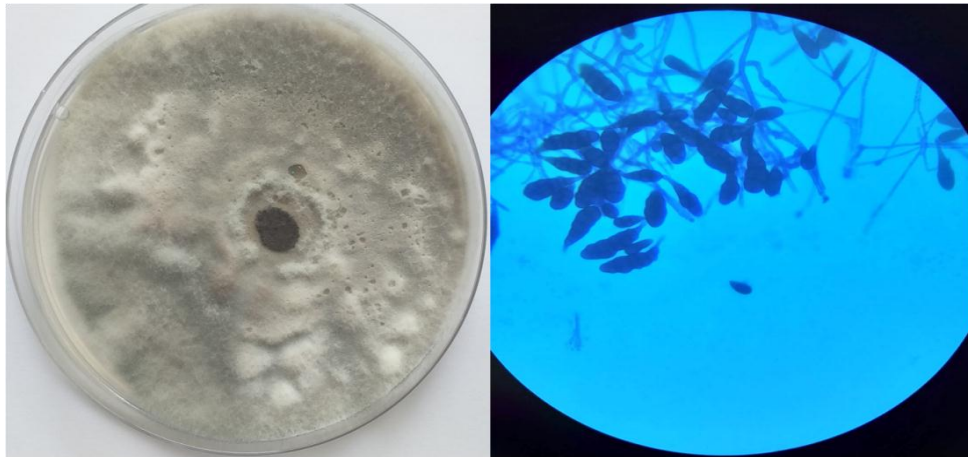
Nous avons trouvé une diversité fongique qui a révélé, après les analyses effectuées sur les prélèvements, différents genres : *Alternaria alternaria*, *Alternaria sp.* et *Aspergillus sp.*

L'identification des différentes souches est effectuée à partir de leurs caractères macroscopiques et microscopiques (avec l'aide de **Mr L. Belyagoubi**).

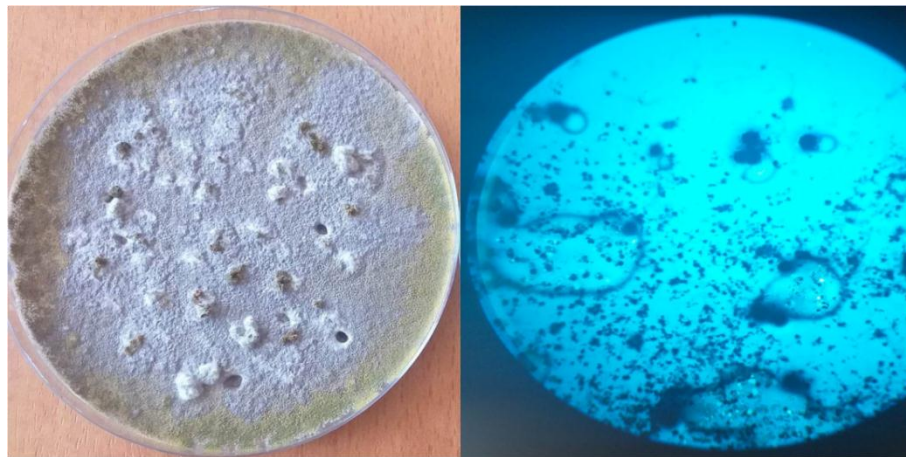
Après l'observation microscopique des mycéliums étudiés, nous avons obtenu les résultats illustrés par les photos suivantes (**figures 30, 31 et 32**) :



**Figure 30** : Observation microscopique de *Alternaria alternaria* (A) x10



**Figure 31** : Observation microscopique de *Alternaria sp.*(B) x10



**Figure 32** : Observation microscopique de *Aspergillus sp* (C) x10

Les photos des Figures 30, 31 et 32 ont permis de remarquer les caractéristiques suivantes qui nous ont aidés dans l'identification des différentes souches (**Tableau 15**) :

Tableau 15 : Caractères macroscopiques et microscopiques des moisissures isolées

Genre	Aspect macroscopique	Aspect microscopique
<i>Alternaria alternaria</i>	Thalle noir ; la surface des colonies présente des zones blanches constituant des hyphes et des zones sombres ; le revers de la boîte est brun.	Microconidies de phialides minces ; macroconidies plus ou moins courbes, pointues aux deux extrémités ; macrophialides groupées en sporodochides.
<i>Aspergillus</i>	Croissance rapide à 25°C ; Mycélium aérien, blanc à jaune citron, se ponctuant rapidement de noir (tête). Revers incolore à jaune pâle.	Conidiophores lisses, jaunes ou bruns renflés ; Vésicule globuleuse ou elliptique ; Conidies globuleuses ; lisse puis rugueuses, brun sombre ; Mycélium cloisonné ; Les hyphes sont septés.
<i>Alternaria sp.</i>	Aspect velouté en moquette, gris-brun à noir. Revers noir. La surface des colonies présente des zones blanches constituant des hyphes.	Conidiophores bruns et simples ; Conidies cloisonnées ; Spores lisses en forme de mures, produites en chaîne en forme de massue.

Le genre *Alternaria sp.* est un champignon très commun et cosmopolite, il est trouvé en faible pourcentage dans notre verger. Les spores de *Alternaria sp.* sont présentes toute l'année dans les vergers, c'est un champignon phytopathogène des blessures (grattage d'épiderme, plaie de coupe du pédoncule), mais il pénètre surtout dans les fruits par les ouvertures naturelles (ombilic, cicatrice stellaire, craquelures de base du pédoncule) (Olsen et al., 2000). Par conséquent, les attaques des tomates par *Tuta absoluta* favorisent son implantation.

Le genre *Aspergillus* est un phytopathogène s'attaquant à des récoltes économiquement importantes, telles les récoltes de maïs et d'arachides. Il est commun à de nombreux fruits, légumes et céréales Gaouar M. (2004).

### 3.2. Activité antifongique de l'HE de *Artemisia herba alba* par contact direct

Nous avons testé l'efficacité fongicide de l'huile essentielle de la plante étudiée *Artemisia herba alba* sur les trois principaux champignons isolés à partir de nos échantillons de tomate. Les données du **tableau 16** montrent les activités antifongiques de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* contre le développement de champignons isolés de nos tomates *Alternaria alternaria*, *Alternaria sp.* et *Aspergillus sp.*

L'évaluation des effets de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* sur la croissance des mycéliums des moisissures montre que cette HE possède un effet antifongique et inhibe la croissance de toutes les espèces de moisissures testées, d'une manière dose-dépendante :

**Tableau 16:** Diamètres d'inhibition (en cm) de la croissance mycélienne à différentes doses de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*

Champignons	<i>Aspergillus sp (C)</i>			<i>Alternaria sp(B)</i>			<i>Alternaria alternaria(A)</i>		
	30°C			30°C			30°C		
Témoins	8.5cm			5.5cm			5.5cm		
Essais Doses	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>ème</sup> essai	3 <sup>ème</sup> essai
	5 µl	3.8	4.2	4	1.5	1.4	0.1	4.2	4.4
10 µl	3.1	3.8	3	0	0	0	0	0	0
20 µl	4	4	4	0	0	0	0	0	0
30 µl	3.8	/	/						
35 µl	1.7	/	/						
40 µl	1.9	1.8	1.8						
50 µl	1.5	1.5	/						
60 µl	0	0	0						

À partir des **figures 33, 34, et 35**, nous remarquons qu'avant l'utilisation de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*, les diamètres des champignons étaient importants. Après l'avoir utilisée, les diamètres des champignons ont commencé à diminuer progressivement jusqu'à inhibition totale à 10 µl pour *Alternaria alternaria* et *Alternaria sp.* En fonction de la

concentration de l'huile essentielle (plus la concentration de l'huile essentielle était élevée, plus les diamètres des champignons diminuaient).

L'efficacité de cette huile essentielle a été plus faible pour *Aspergillus sp.* par rapport aux autres champignons testés, elle a commencé à provoquer une inhibition de leur croissance à partir de 5µl mais le champignon a eu une forte résistance et n'a pas pu être exterminé qu'à la dose de 60 µl, on note que plus la concentration de l'huile essentielle augmentait plus le diamètre d'inhibition de la croissance mycélienne devenait plus important.

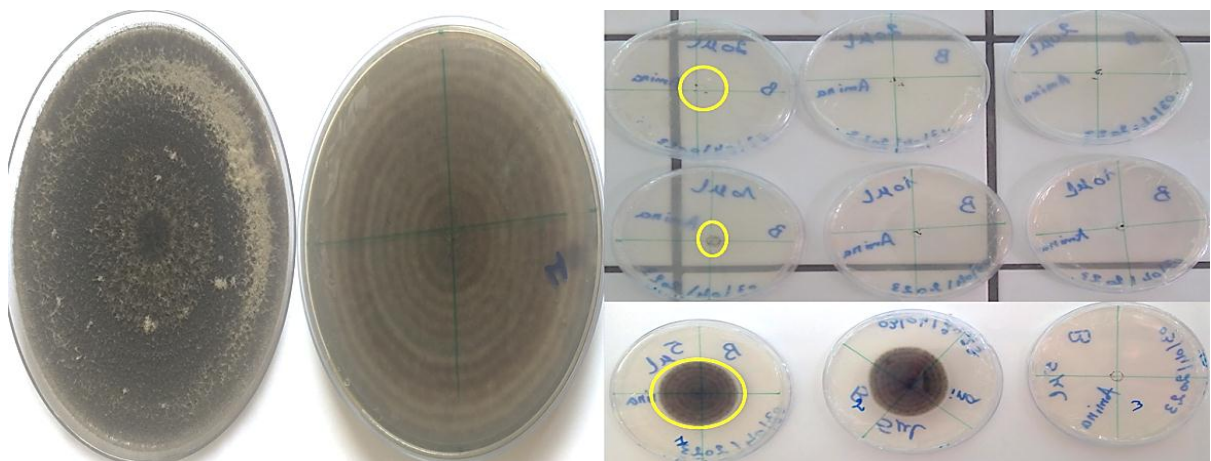


Figure 33: *Alternaria alternaria* (A) avant et après l'utilisation de l'HE de *Artemisia herba alba*

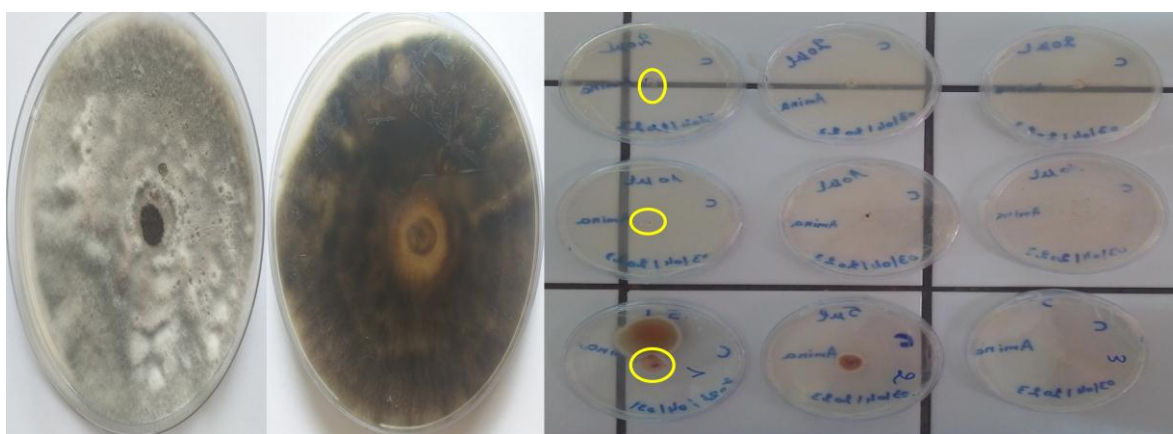
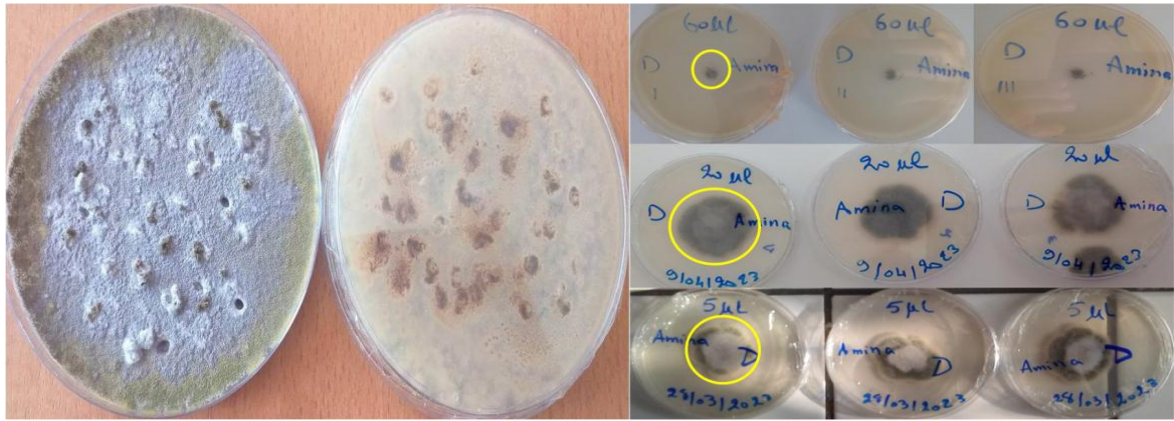


Figure 34 : *Alternaria sp* (B) avant et après l'utilisation de l'HE de *Artemisia herba alba*





**Figure 35** : *Aspergillus sp* (C) avant et après l'utilisation de l'HE de *Artemisia herba alba*

### Conclusion

En fonction des résultats obtenus quant aux activités biologiques, nous concluons que l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a des effets insecticide et fongicide importants, ce qui nous permet de proposer à nos agriculteurs de l'utiliser comme alternative aux pesticides dont la nocivité est prouvée non seulement pour la santé humaine mais aussi pour l'environnement dans sa globalité.

## II. Discussion

La lutte chimique apparaît comme le moyen le plus efficace contre les ravageurs des cultures maraîchères. Cependant, elle présente de nombreux inconvénients tels que la pollution de l'environnement, les problèmes d'intoxication des opérateurs et des consommateurs, l'élimination de l'entomofaune utile, le coût élevé des appareils et des produits de traitement, l'accumulation des résidus dans la chaîne alimentaire et notamment l'apparition d'un phénomène de résistance des parasites au fil du temps (Soro *et al.*, 2006).

Vu la gravité de ces pesticides chimiques, nous cherchons à trouver des alternatives naturelles d'origine végétale comme les huiles essentielles.

Cette étude vise à lutter contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* ainsi que les moisissures qui l'accompagnent, en utilisant l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*, et la tester pour en connaître les activités biologiques (insecticide et fongicide).

L'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a été testée sur les stades larvaires L1, L2 et L3 (le stade L4 étant peu présent) de *Tuta absoluta*. L'ensemble des résultats obtenus montre que cette huile essentielle a une activité larvicide avérée sur les trois stades larvaires.

Nous avons relevé des taux de mortalité larvaire très élevés, pouvant varier de 60 à 100%, en fonction de la concentration de l'huile essentielle utilisée et la durée de son utilisation. C'est bien la preuve que l'huile utilisée a une très bonne activité inhibitrice qui empêche au moins 60% des larves de poursuivre leur développement.

Ces résultats sont en accord avec ceux de Sedira et Ramdani (2018) qui ont trouvé une forte activité insecticide sur les larves de *Plodiainterpunctella* et *Ephestiakuehniella* par la même huile essentielle de *Artemisia herba alba*.

Halfaya et Rezauguia (2021) ont aussi utilisé l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* et trouvé une bonne activité larvicide sur les moustiques *Culex pipiens*.

Benyahia (2015) a relevé une forte activité larvicide sur les quatre stades larvaires de *Tuta absoluta* en utilisant les huiles essentielles de *Thymus capitatus* et *Tetraclinis articulata*.

Et **Camara (2019)** a également été trouvé un forte effet insecticide de deux huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* sur les larves des derniers stades (L3 et L4) de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.

Concernant les champignons pathogènes prélevées des tomates de notre zone d'étude, nous en avons identifié trois principaux types : *Alternaria alternaria*, *Alternaria sp* et *Aspergillus sp*.

L'étude de la croissance mycélienne mesurée avant, puis après utilisation de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba*, montre une diminution de la croissance mycélienne en rapport avec l'augmentation de la concentration de l'huile essentielle utilisée.

L'huile essentielle de *Artemisia herba alba* est très active contre *Alternaria alternaria* et *Alternaria sp*, elle a provoqué une inhibition totale de leur croissance à partir de 10 µl. Quant au genre *Aspergillus sp*, l'action de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a été moindre, elle a provoqué une inhibition totale de leur croissance seulement à 60µl.

L'étude de **Benyahia (2015)** a permis de prouver l'efficacité de l'huile essentielle de *T. capitatus* contre les champignons *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium sp1*, *Penicilliumsp2*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, et *Trichoderma sp* dont elle a provoqué une inhibition totale de la croissance.

**Abed (2021)** a aussi trouvé une forte activité de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* contre *Colletotrichum gloeosporioides*, elle a inhibé complètement sa croissance.

**Rezgui et Makhloufi (2022)** ont également démontré dans leur étude que l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* possède une activité antifongique très importante, ils ont trouvé une forte inhibition sur les cinq souches mycéliennes : *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus terreus*, *Fusarium oxysporum* et *Penicillium sp*. Cette efficacité antifongique des H.E. des différentes plantes étudiées s'explique par la présence de molécules actives qui inhibent la croissance des sept champignons phytopathogènes. Cette activité peut être réalisée par un composé majeur unique ou par l'effet synergique ou antagoniste de divers composés (**Caillet et Lacroix, 2007 ; Bouayad Allam et al., 2014**).

Certains composants des huiles essentielles agissent sur des récepteurs biochimiques de l'organisme, entraînant une action thérapeutique. Les propriétés insecticides des huiles essentielles se manifestent sur de nombreux modèles, leurs toxicités s'exerçant de plusieurs manières : une toxicité inhalatrice sur les insectes adultes, une action larvicide, ovicide, répulsive...etc(**Sanchez, 2014**).

Les résultats obtenus montrent un important effet de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* contre *Tuta absoluta* et les champignons phytopathogènes, ce qui nous permet de recommander aux agriculteurs de l'utiliser sur les cultures de tomate pour la protéger, ce qui induit la protection des consommateurs et de l'environnement.

# *Conclusion*

La culture de tomate joue un rôle important dans l'économie algérienne, mais depuis quelques temps elle est attaquée par la mineuse *Tuta absoluta*, un microlépidoptère qui a causé de lourdes pertes aux cultures, atteignant jusqu'à 100% des récoltes.

Les agriculteurs ont combattu ce ravageur à l'aide de pesticides chimiques, qui ont la particularité de causer plusieurs problèmes, notamment la pollution de l'environnement et menacent la santé humaine. Donc, il faut absolument trouver une alternative à ces pesticides nocifs, la meilleure solution reste la lutte biologique par utilisation de bio-pesticides parmi lesquels les huiles essentielles, ce qui fait l'objet de notre présente étude.

Dans ce travail, nous avons testé l'activité insecticide de l'huile essentielle de la plante médicinale et aromatique *Artemisia herba alba* contre les différents stades larvaires de *Tuta absoluta* (L1, L2, et L3) ainsi que son pouvoir fongicide sur certains champignons pathogènes isolés à partir de nos échantillons.

L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation de la plante sèche de *Artemisia herba alba* à l'aide d'un appareil de type Clevenger, nous avons obtenu un rendement de 0.46%.

Les différents tests effectués ont montré que l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* avait une forte activité insecticide sur les larves de *Tuta absoluta*.

En effet, après 6h d'utilisation de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* sur les larves de *Tuta absoluta*, à la concentration de 1  $\mu$ l, les résultats ont révélé que pour le premier essai, elle a provoqué un taux de mortalité de 60% pour tous les stades larvaires L1, L2 et L3.

A la deuxième répétition, nous avons enregistré un taux de mortalité de 80% pour L1 et L2 et 60% pour le stade L3.

À la concentration de 3  $\mu$ l, nous avons enregistré un taux de mortalité de 100% pour le stade L1 pour les deux répétitions, 80% pour le stade L2 et qui a diminué à 20% pour le stade L3. A la deuxième répétition, nous avons enregistré un taux de mortalité de 100% pour le stade L2 et 60% pour le stade L3.

Après 12h d'exposition des larves à l'huile essentielle, nous enregistré une mortalité de 100% pour tous les stades larvaires (L1, L2 et L3).

Nous avons également constaté que l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a une forte activité antifongique car elle a conduit à une inhibition totale de la croissance de tous les champignons. L'effet de l'huile essentielle est très fortement toxique sur *Alternaria alternaria* et *Alternaria sp*, cette HE a inhibé leur croissance à 10  $\mu$ l. Quant à *Aspergillus sp*, l'effet de

L'huile essentielle sur celui-ci est légèrement plus faible, nous avons augmenté la concentration de l'huile essentielle jusqu'à 60  $\mu$ l pour que la croissance de ce mycélium soit complètement inhibée.

Au terme de cette étude, nous avons conclu que l'huile essentielle de la plante aromatique *Artemisia herba alba* a une bonne activité contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* et les champignons pathogènes. Elle pourra jouer un grand rôle dans la protection des cultures de la tomate à l'avenir, donc nous recommandons aux agriculteurs de l'utiliser (même si cela a une efficacité légèrement plus faible que les pesticides chimiques) car elle n'a aucun effet néfaste, étant d'origine naturelle.

Nous comptons également faire une étude approfondie de l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* et la tester sur d'autres insectes ravageurs, champignons et bactéries d'autres cultures, notamment chez les solanacées.

*Références  
bibliographiques*



1. **Abed B., 2021.** Evaluation de l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Salvia officinalis* vis-à-vis de *Colletotrichum gloeosporioides* agent de l'anthracnose sur tomate. Diplôme de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.
2. **Akrout A. 2004.** Etude des huiles essentielles de quelques plantes pastorales de la région de Matmata (Tunisie). In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 289-292 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62).
3. **Anonyme 2008.** Nouveau déprédateur de la tomate : Etat des lieux et programme d'action Note de l'institut National de protection des Végétaux, Ministère de l'Agriculture, Algérie, Juillet 2008, 11 page.
4. **Apablaza (J.), 1990** – Solanaceae, tomate y otras solanaceas. In Lattore, B. Plagas de las hortalizas. Soantiago, FAO. 275-398p.
5. **AYAD, A., & SLIMANI, T.** Etude in vivo et in vitro de l'efficacité de l'extrait de *Mentha spicata* sur les larves de *Tuta absoluta* sur tomate sous serre.
6. **Badaoui M., 2018.** Contribution à l'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae) et essais de contrôle biologique sur la culture de tomate Mostaganem .102p.
7. **Bagnouls F., Gaussen H., 1953.** Les climats bioécologiques et leur classification. Université. Géo. 8-47 et 146pp.
8. **Bahorun T., 1997.** Substances Naturelles actives: La flore mauricienne une source d'approvisionnement potentielle. Université de Maurice. AMAS, Food and Agricultural Research Council, Réduit maurituis, p 83.
9. **Barrientos Z.R., Apablaza A., Norero H.J.S.A. et Estay P.P., 1998.** Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae), *cienciae Investigation Agraria* 25,133-137p.
10. **Bekka-Hadji F., Bombarda I., Djoudi F., Bakour S., & Touati A. 2022.** Chemical Composition and Synergistic Potential of *Mentha pulegium* L. and *Artemisia herba alba* Asso. Essential Oils and Antibiotic against Multi-Drug Resistant Bacteria. *Molecules*, 27(3), 1095.
11. **Ben yahia Née Bouayad Alam S, 2015.** Activités antimicrobiennes et insecticides de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta*

- (Meyrick) et la microflore pathogène de la tomate *Solanum esculentum*. Diplôme de Doctorat. UNIVERSITE ABOUBAKR BELK AÏD – TLEMCEM. 20p.
12. **Benamar R., 2021.** Etude comparative de la diversité floristique de trois stations de Fellaoucene (W. de Tlemcen) et estimation de la qualité du miel récolté. Diplôme de Master.
  13. **Benkamoun A., 2009.** Effet du Lycopère sur certains paramètres structuraux et fonctionnels chez le rat en croissance. Thèse Doctorat. Ecole nationale Sup. Agro. EL Harrach. p199.
  14. **Benton (J.J), 1999.** Tomato plant culture, In the Field, Green house and home garden, ISBN0-8493-2025-9 by CRC press LLC. 183p.
  15. **Bergheul S, 2018.** Etude de l'activité antimicrobienne et bioinsecticide de *Ruta chalepensis* L., *R. angustifolia* Pers. et *Haplophyllum tuberculatum* (Forsk.) A.Juss. vis-à-vis de quelques bioagresseurs de la culture de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), 50p.
  16. **Bezza L., Mannarino A., Fattarsi K., Mikail C., Abou L., Hadji-Minaglou F., Kaloustian J. 2010.** Composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* provenant de la région de Biskra (Algérie). *Phytothérapie.*, **8** : 277-281.
  17. **Blancard D., Laterrot H., Marchoux G. et Candresse T. 2009.** Les maladies de la tomate : identifier, connaitre, maitriser. INRA Paris.
  18. **Borgoni (P.C.), Silva (R.A.) et Carvalho (G.S.), 2003** - Leaf mesophil consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick), (Lepidoptera : Gelichiidae) in three cultivars of *Lycopersicum esculentum* Mill. Ciencia rural, Santa Maria : V23 n°1 jan Fév : 7-11.
  19. **Bouayad Alam S., N. Gaouar Benyelles, M. El Amine Dib, N. Djabou, L. Tabti1, J. Paolini, A. Muselli, J. Costa, 2014.** Antifungal activity of essential oils of three aromatic plants from western Algeria against five fungal pathogens of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Journal of Applied Botany and Food Quality 87, 56 - 61 (2014).
  20. **Boukhenoufa A., TirTouil Meddah A., Meddah B., Antonio Gabaldón J., et Sonnet P., 2019.** Comparative study of *Artemisia herba alba* asso and *citrus aurantium* essential oils. J Microbiol Biotech Food Sci, 9 (3) 622-627 .doi: 10.15414/jmbfs.2019/20.9.3.622-627.

21. **Bouzidi N. 2016.** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle de l'armoise blanche « *Artemisia herba alba* Asso ». Thèse de Doctorat, Université Mustapha Stambouli de, Mascara.
22. **Brigitte N., Christophe A., Catherine B., Nadia B., Richard B., Mathilde C., Valentine C., Christian H., Benoit J., Michel J., Serge Le Q., Michel L., Valérie M., Thérèse P., Alain R., et Raphael T., 2011.** Tomate –Qualité et préférences-. Editions Ctifl. ISBN 978287911-309-8. 16-36P.
23. **Bruneton J., 1999-** Pharmacognosie, Phytochimie. Plantes médicinales. Eddition Techniques et documentation. 3<sup>ème</sup> Edition Lavoisier, Paris. 1120.
24. **Burt S., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *Int J Food Microbiol.* 94, 223–253.
25. **Cahill (M.), Gorman (K.), Day (S.), Denholm (I.), Elbert (E.), et R., 1996** – Nauen Baseline determination of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) (1996). *Bulletin of Entomological Research* 86: 343-349.
26. **Caillet (S.), Lacroix (M.), 2007-** Les huiles essentielles : leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. INRS-Institut Armand-Frappier. (RESALA.), 1-8pp.
27. **Camara F., 2019.** Effet insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et *Ocimum basilicum* sur les larves des derniers stades de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*. Diplôme de Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
28. **Causse M., Caranta C., Saliba-Colombani V., Moretti A., Damidaux R., & Rousselle P., 2000.** Valorisation des ressources génétiques de la tomate par l'utilisation de marqueurs moléculaires. *Cahiers Agricultures*, 9(3), 197-210.
29. **Chibane A., 1999.** Fiche Technique : Tomate sous serre, Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N° 57, juin 1999, Edition MADRPM/DERD (Maroc), 4p.
30. **CIRAD** (Organisme, France Ministère des affaires étrangères, 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. 1045-1046p.
31. **Collavino (M.D.) et Gimenez (R.A.), 2008** – Efficacy of imidacloprid to control the tomato bores (*Tuta absoluta*), Volume 26 N°1 : 65-72.
32. **Couic-Marinier F., Lobstein A. 2013.** Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques.* N° 525.

33. **Croteau (R.), Kutchan (T.M.) et Lewis (N.G.), 2000** – Natural product (Secondary metabolites) in Buchanan (B.), Griseb (W.), Jones (R.) (Eds), Biochemistry and molecular Biology of plants. American Society of plant Physiologists : 1250-1268.
34. **Desneux (N.), Wajnberg (E.), Wyckhuys (K.A.G.), Burgio (G.), Arpaia (S.C.A.), 2010-** Narva'ez-Vasquez, J. Gonzalez-Cabrera, D. Catala'n Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. ---Cabello & A. Urbaneja Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. Journal of Pest Science 83:197–21.
35. **Dores (C.) et Varoquaux (F.), 2006** – Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Edition. INRA. Paris. 698p.
36. **Dunstan H., Florentine S. K., Calviño-Cancela M., Westbrooke M.E., Palmer G. C., 2013.** Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semiarid New South Wales, Australia, and dispersal and germination of ingested seeds. CSIRO PUBLISHING, 113: 168-176.
37. **Duraffourd C., D'Hervicourt L., Lapraz J. C. 1990.** Cahiers de phytothérapie clinique. Examens de laboratoire galénique. Eléments thérapeutiques synergiques. 2ème éd. Masson, Paris.
38. **Emberger L., 1955** - Une classification bio-géographique des climats. Rev. Travaux. labo. Géologie. Zoologie. Faculté des Sciences. Montelieu. 7. pp 3-43.
39. **Emmert E.A.B. et Handelsman J., 2003.** Biocontrol of plant disease: a (Gram-) positive perspective. FEMS. Microbiol. Lett. P.171, 1-9.
40. **Estay (P.P), 2000** – Insectos, acaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile Santiago, INIA Centro regional de investigación, la plata : 111p.
41. **Estey (P.P.), Bruna (A.), 2002-** Pollilla del Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). I. NLA la Plata (9) :1-4p.
42. **Ettaib R., Ben belgacem A., Aoun F. et Belkhadi M.S., 2017.** Détermination des plantes hôtes de *Tuta absoluta* au voisinage des serres géothermiques et l'évaluation des dégâts provoqués par les différents stades larvaires de l'insecte. Premier symposium maghrébin sur la protection intégrée des plantes. Tunisie. 118P.
43. **FAO, 2020.** <https://hortimedia.ma/production-mondiale-de-tomates-en-2020>
44. **FAO., 2019.** <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
45. **Ferreira Raphael de paula Duarte, 2008** – Major densidade de tricomas glandulares em folíolos de tomateiro esta relacionada a maior resistencia a traça. Projeto Orientado

- apresentado ao Departamento Agricultura de Universidade Federal de Larvas como parte das exigencias do curso de Agronomia, para a obtencao do titulo de Engenheiro Agronomo :  
Orientador Prof. Wilson Roberto Maluf larvas Minas Gerais-Brasil2008. 26p.
46. **Francis Joannès, 2001.** Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert Laffont ISBN2-221-09 207-4.
  47. **Gaouar M., 2004.** Bio-écologie de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* (Gmel.) et sa microflore associée en vue d'une proposition de lutte intégrée. Magister. Université de Tlemcen.
  48. **Garcia M.F.et Espul J.C., 1982.** Bioecology of the tomato moth (*Scrobipalpula absoluta*) in Mendoza, Argentine Republic. Revista de investigaciones Agropecuarias 17, 135-146p.
  49. **Ghrabi Z. &Sand R.L., 2008 :** *Artemisia herba alba* Asso. A Guide to Medicinal Plants in North Africa, 49 - 49.
  50. **Goudjil M B., 2016-**Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydant de trois plantes aromatiques, thèse de doctorat, Université Kasdi Merbah Ouargla, 132p.
  51. **Greco (J.), 1966.** L'érosion, la défense et la restauration des sols, et le reboisement en Algérie. Min. Agri. Ref. Agr. Alger, 303p.
  52. **Guenaoui (Y.), 2008-** Nouveau ravageur de la tomate en Algérie, Phytoma : N°617 juillet-aout 2008.18-19p.
  53. **Guenaoui Y. et Ghelamallah A., 2008.** *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie premières données sur sa biologie en fonction de la température. AFPP-8<sup>eme</sup> conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture, Montpellier Sup Agro, France, 22-23 Octobre 2008. ISBN 2-905550-1-17 p 645-651.
  54. **Guyot., 1997.** Climatologie de l'environnement. Ed. Masson. Paris.505p.
  55. **Halfaya F., et Rezaiguia S., 2021.** Activité larvicide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* à l'égard d'une espèce de moustique, *Culex pipiens*. Diplôme de Master. Université Larbi Tébessi-Tébessa.
  56. **Senouci Hanane, Gaouar Benyelles Nassira, Dib Mohammed El Amine,\*, Costa Jean and Muselli Alain.** Chemical Composition and Combinatory Antifungal Activities of *Ammoides Verticillata*, *Allium Sativum* and *Curcuma Longa* Essential Oils against Four Fungi Responsible for Tomato Diseases *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, 2020, 23, N°2
  57. **Hanane Senouci, Nassira Gaouar Benyelles, Mohammed El Amine Dib, Jean Costa and Alain Muselli.** *Ammoides verticillata* Essential Oil as Biocontrol Agent of Selected Fungi and Pest of Olive Tree *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 2019, 10, 1-7 1
  58. **Harris (P. L.), 1989 -** *Children and emotion*. Cambridge University Press, New York.

59. **Huat (J.), 2008-** Diagnostic sur la variabilité des modes de conduire d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de tomate de plein champ à Mayotte. Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur à l'institut des Sciences et Industries du Vivants et de l'Environnement (Agro Paris Tech) Spécialité : Agronomie.256p.
60. **Hudaib M H., et Aburjai T A.** Composition of the essential oil from *Artemisia Herba alba* grown in Jordan. *Journal of essential oil research*. Volume 18, Issue 3. 2006 ; Pp. 301-304.
61. **IPNI.** The international plant name Index.
62. **Kazi Tani C., 1995.**Possibilité d'enrichissement par introduction d'essences feuillues dans les monts de Tlemcen.Thèse d'ingénieur d'état en foresterie .Faculté de science. Université de Tlemcen, 93p.
63. **Lacroix (M.), 1998.** Système racinaire de la tomate sous serre, champignons phytopathogène et environnement. Agronome-phytopathologiste, laboratoire de diagnostic et phytoprotection. Direction de l'innovation scientifique et technologie. Ministère de l'Agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation. Québec. 17 p.
64. **Lambert (L.), 2006.** Lutte anti-insectes appliquée aux tomates de serre, MAPAQ ; (Qc). Profil de la culture des tomates de serre au Canada Programmes de réduction des risques liés aux pesticides Centre pour la lutte antiparasitaire. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Aout 2006.
65. **Leboeuf (J.), Shorti (R.), Tan (C.), Verhallel (A.), 2008.** Etablissement d'un calendrier d'irrigation pour les tomates-Introduction. Spécialiste de culture des légumes, MAAARO, Ridgetown Bureau régional du Nord de l'Ontario. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales. Note technique. 12 p.
66. **Tabti Leila, Dib Mohammed El Amine , Djabou Nassim, Gaouar Benyelles Nassira, Paolini Julien, Costa Jean, Muselli Alain.** Control of fungal pathogens of *Citrus sinensis* L. by essential oil and hydrosol of *Thymus capitatus* L.*Journal of Applied Botany and Food Quality* 87, 279 - 285 (2014),
67. **Lietti (M.M.), Botto (E.) et Alzogaray (R.A.), 2005** – Insecticide Resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae), *Neotropical Entomology* 34 (1) : 113-119p.
68. **Madr, 2009.** Ministère de l'agriculture et du développement rural. Direction des statistiques.
69. **Madr, 2017.**Cultures maraichères sous serres. Ministère de l'Agriculture et Développement Rural (S.D.S.). Série B, p.24.

70. **Mallia (D.), 2009** – Guidelines for the control and eradication of *Tuta absoluta*. Plant Health Department, plant Biotechnology Centre Annibale Preca Street Lijia, LJA1915 Melita. Ministry for Ressources and Rural Affairs and Paying Agency Division plant Health Department. 4p.
71. **Marcano (R.), 2007** – Minador Pequeno de la hoja del tomate ; palomolla pequena ; Minador dle tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) 1917. Plagas Agricolas de Venezuela : Artropodos y Vertebras. Soocidad Venezuela d'Entomologia. 4p.
72. **Margarida Maria, Vieira, 2008.** Mineira do tomateiro (*Tuta absoluta*). Uma nova ameaça à produção de tomate. V Seminário Internacional do Tomate de Industria.
73. **May J., Chan C.H., King A., Williams L. et French G. L., 2000.** Time-kill studies of tea tree oils on clinical isolates. J. Antimicrob. Chemother. 45 : 639-643pp.
74. **Mirjalili. M.H., Tabatabaei S.M.F., Hadian J., Nejad S.E., and Sonboli. A. 2007.** Phenological Variation of the essential oil of *Artemisia scoparia* from Iran. J. Essent. Oil Res. 19 : 326–329.
75. **Mohamed A., Magdi H., El-Sayed A., Hegazy M., E. Helaly<sup>1</sup> S., Esmail A., et Mohamed NS. 2010.** Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. Rec. Nat. Prod. 4:1 (2010) 1-25. Thèse de doctorat, Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales : *Artemisia absinthium* L, *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum sarcoïdes* - Etude in vivo-, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed BOUDIAF, Spécialité : Biologie, 2015.
76. **Molla O., Monton H., Beitia F. et Urbanija A. 2008.** La pollilla del tomate, Una nueva plaga invasora, *Tuta absoluta* (Meyrick) Eds. Agrotécnicas, S.L.CIF, B80194590 Terallia, 69.5p.
77. **Morard (p.) et Martinez (S.), 1999** – Tomate Progrès. Un nouveau système de recyclage des solutions nutritives. Laboratoire d'Ingénierie Agronomique, ENSAT, BP107, 31320. Catagnet Tolosan, INP/Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie Toulouse. Note technique 5p.
78. **Mucciarelli M., and Maffei M. 2002.** *Artemisia*: Introduction to the Genus Vol. 18 Ed Colin W.W. in Taylor & Francis. Ed. London and New York. pp: 10-16.
79. **Munro D B et Small E., 1998.** Les légumes du Canada .NRC Research Press.
80. **Munron B. Small E, 1997.** Les légumes du canada. Ed. Val.Morin, Québec, Canada. 436p.
81. **Nabli. Ma. 1989.** Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. Tome 1. Ed MAB (faculté des sciences de Tunis) : 186-188 p.

82. **Naika S., de Jeude J.V.L., de Goffau M., Hilmi M., et van Dam B., 2005.** La culture des tomates, production, transformation et commercialisation. Wageningen, Pays-Bas. Page 9/10.
83. **Pereyra P. C. et SÁNCHEZ N. E. 2006.** "Effect of two solanaceous plants on developmental and population parameters of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)." *Neotropical Entomology* 35(5): 671-676p.
84. **Philouse (J.) et Laterrot (H.), 1992.** La tomate. Ed. Masson, Paris, 588p.
85. **Picanc (O.), Leite (A.), Guedes (G.L.D.), Silva (R.N.C.), E.A., 1998.** Yield loss in trellised tomato affected by insecticidal sprays and plant spacing. *Crop Prot.* 17, 447-452.
86. **Pires (D.S.L.M.), 2008-** Edeect of the fungi *Metarhizium* (METSCH) SOROK. And *Beauveria bassiana* (BALS) VUILL on *Tuta absoluta* (Meyrick) and their compatibility with insecticides : These apresetada ao programa de Pos-graduacao en Entomolgia Agricola, de Universidade Federal Rural de pernambuco, como parte dos requisito para obtencao de grau de Doutor em Entomologia Agricola. Recife- Pe e Fevereiro, 72p.
87. **Pitrat Michel et Foury Claude, 2003.** Histoires de légumes : Des origines à l'orée du XXIe Siècle ; Institut national de la recherche agronomique (France) ; Publié par Edition Quae, 2003 ; ISBN 2738010660, 9782738010667 : 410p.
88. **Quezel P., Santa S. 1962.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I. 565 p.
89. **Ramade F., 2003.** Elément d'écologie fondamentale, 3eme édition DUNOD. Paris. 690pp.
90. **Reffas Oum ElKheir.2018.** Etude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. de la région d'Ain Zaatout.W Biskra. Thèse de master.
91. **Rey et Costes, 1965.** La physiologie de la tomate. Ed. INRA, Paris 1965.
92. **Rezgui R. etMakhloufi D., 2022.** Etude des activités antibactérienne et antifongique des l'huiles essentielles d'*Artemisia Herba Alba*. MÉMOIRE DE MASTER. Université Mohamed khider de Biskra.
93. **Riachi F., 2014.** Evaluation chimique et activité antibactérienne de quelques plantes médicinales d'Algérie. Thèse de doctorat. *Universite de constantine 1*, p.3, 6.
94. **Bouayad Alam S., Gaouar Benyelles N., Dib M. El Amine, Djabou N., Tabti L., Paolini J., Muselli A., Costa J.** Antifungal activity of essential oils of three aromatic plants from western Algeria against five fungal pathogens of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) *Journal of Applied Botany and Food Quality* 87, 56 - 61 (2014),



95. **Salido S., Valenzuela L R., Altarejos J., Noguerras M., Sanchez A., Cano E.** “Composition and infraspecific variability of *Artemisia herba-alba* from southern Spain” *Biochem Syst. Ecol.* 2004; 32, 265-277.
96. **Sanchez Jean-Mark 2014.** stress des plantes <http://www.agriculture-nouvelle.fr/solution-aux-stress-des-plantes-2>.
97. **Sangwan N. S., Farooqi A. H. A., Shabih F., Sangwan R. S. 2001.** Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation* 34, Pp 3-21.
98. **Schiffer B., 2003.** Itinéraire technique tomate cerise, programme initiative pesticides. Gembloux, P31 Faculté universitaire des sciences agronomiques UG/PIP COLEACP, Rue du Trone, 98B-1050 Bruxelles (Belgique), 32p.
99. **Sedira F. et Ramdani L., 2018.** Activité répulsive et larvicide de l’huile essentielle d’*Artemisia herba alba* sur *Plodia interpunctella* et *Ephestia kuehniella*, deux espèces ravageurs des denrées stockées. Diplôme de Master. Université Larbi Tébessi. 18p.
100. **Senouci H., 2020.** Etude des activités biologiques de l’huile essentielle de *Ammoides verticillata*, en combinaison avec les huiles essentielles de *Curcuma longa* et *Allium sativum* et Micro- encapsulation de l’HE de *Ammoides verticillata* en vue d’une lutte biologique. Thèse de Doctorat. UNIVERSITE ABOUBAKR BELK AÏD – TLEMCEM. 19p.
101. **Silva (S.S.), 2008-** Fatores biologia reproductiva que influenciam o manejo comportamental de *Tuta absoluta* (Meyrick) ; 2008, Reproductive biology factors influencing the behavioural management of *Tuta absoluta* ; dissertacao apresentada ao programa de posGraduacao em Entomologia Agricola da universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisistes para obtencao do grau de mestre em Entomologia Agricola : RECIFE-PE Fevereiro-2008.75p.
102. **Siqueira H.A., Guedes R.N.C. et Picanco M.C., 2000.** Insecticide resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) *Agricultural and forest Entomology*, 2, 147-153p.
103. **Soltner D., 1992.** Les bases de la production végétale. 320p.
104. **Soro S., Ouattara D., Zirihi G.N., Kanko D., N’guessan E.K., Kone D., Kouadio J.Y., Ake S., 2010** : Effet Inhibiteur in Vitro et in Vivo de l’extrait de Poudre et de l’huile Essentielle de *Xylopiya Aethiopica* (Dunal) A. Rich. (Annonaceae) sur *Fusarium oxysporum* f.sp Radicis.
105. **Suinaga F.A., 2004.** Genetic divergence among tomato Leafminer populations based on AFLP analysis *pesq. Agropec, bras, Brasilia*, V.39, n.7, p.645-651.

106. **Talbi M, Ainane A, Boriky D, Bennani L, Blaghen M. et Elkouali M<sup>°</sup>H., 2015.**  
Antibacterial activity of Eudesmanolide compound isolated from medicinal plant *Artemisia herba-alba*. Morocco, *JMESCN*, 6(8):2125-2128.
107. **Tastekin D., Atasever M., Adigüzel G., Keles M. & Tastekin A. 2006.** Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba-alba* in experimental hyperglycaemic rats. *Bull VetInstPulawy* **50**, 235-238.
108. **Torres (J.B.), Evangelista (W.S.), Barras (R.), Guedes (R.N.C.), 2002-** Dispersal of *Podisus nigrispinus* (Het, Pentatomidae) nymphs preying on tomato leafminer : effect of predator release time, density and satiation level. DEPA-Fitossanidade, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brazil Blackwell Verlag, Berlin. *J. Appl Ent.* 126p.326-332.
109. **Traka, M. S., 2019,** Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée sur la sensibilité de la tomate au *Botrytis cinerea*.
110. **Urbaneja (A.), Monton (H.) et Molla (O.), 2008 –** Suitability of the tomato borer *Tuta absoluta* as prey for *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis*. Unidad de Entomologia, Centro de Protección Vegetal y biotecnología Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Valencia Spain. Journal Compilation, 2008. Blackwell Verlag, Berlin : 1-5p.
111. **Van Erk (J.), Kirk (D.D.), Walmsley (A.M.), 2006.** Agrobacterium protocols : Second Edition Volume 1. Edited by Kan Wang. ISBN 1-58829-536-2. Humana Press Inc. 507p.
112. **Vargas (H.), 1970 –** Observaciones sobre la biología y enemigos naturales de la pollilla del tomate, *Gnorimoschema absoluta* (Meyrick) (Lep : Gelechiidae). *IDESIA* 1 : 75-110p.
113. **Wang (Y.H.), Garvin (D.F.), Kochian (L.V.), 1998 –** Nitrate induced genes in tomato roots. Array analysis reveals novel genes that may play a role in nitrogen nutrition. *Plant physiol.* 127(1): 345-359p.
114. **Yin Y, Gong F.Y, XinWu X, Sun Y, Li Y, Chen T. & Xu Q., 2008 :** Antiinflammatory and immunosuppressive effect of flavone isolated from *Artemisia vestita*. *J Ethnopharmacol* 120, 1–6.

**ملخص:** الهدف من هذا البحث هو المساهمة في حماية محاصيل الطماطم من حفار أوراق البندورة *Tuta absoluta* وبعض الفطريات المسببة للأمراض, عن طريق استعمال مبيدات حيوية من أصل طبيعي مثل الزيوت الأساسية المستخرجة من النباتات العطرية.

في هذه الدراسة استخدمنا الزيت الأساسي ل *Artemisia herba alba* المستخلص عن طريق التقطير المائي باستخدام جهاز من نوع Clevenger و تحصلنا على عائد بنسبة 0.46%.

أظهرت الاختبارات التي أجريت على مراحل اليرقات بعد مرور 6 ساعات من التعرض لهذا الزيت الأساسيان له نشاط جيد في إبادة الحشرات, حيث كان معدل الوفيات 80% ليرقات L1 و 60% ليرقات L2 و L3 بتركيز 1µl. اما عند تركيز 3µl, فكان معدل الوفيات 100% ليرقات L1 و L2 و 80% ليرقات L3. كما أظهرت النتائج أن الزيت الأساسي ل *Artemisia herba alba* له نشاط جيد مضاد للفطريات, حيث أدبالي تثبيط نمو جميع الفطريات المدروسة. قام بتثبيط نمو *Alternaria alternaria* و *Alternaria sp* عند تركيز 10µl, لكن بالنسبة ل *Aspergillus sp* كان تأثير الزيت الأساسي عليه ضعيف قليلا, حيث قام بتثبيط نموه عند تركيز 60 µl.

**الكلمات المفتاحية:** حفار أوراق البندورة, (الشيح) *Artemisia herba alba*, زيت أساسي, نشاط مضاد للحشرات, نشاط مضاد للفطريات.

**Résumé :** L'objectif de cette recherche est de contribuer à la protection des cultures de tomate contre la mineuse *Tuta absoluta* et certains champignons pathogènes, en utilisant des biopesticides d'origine naturelle comme les huiles essentielles extraites de plantes aromatiques.

Dans cette étude, nous avons utilisé l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* extraite par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger et obtenu un rendement de 0.46%.

Les tests effectués sur les stades larvaires ont montré que cette huile essentielle a une bonne activité insecticide puisque dès 6h d'exposition, le taux de mortalité était de 80% pour les larves L1 et de 60% pour les larves L2 et L3 à une concentration de 1µl. A la concentration de 3µl, le taux de mortalité était de 100% pour les larves L1 et L2 et de 80% pour L3.

Les résultats ont également montré que l'huile essentielle de *Artemisia herba alba* a une bonne activité antifongique car elle a inhibé la croissance de tous les champignons étudiés. Elle a inhibé la croissance de *Alternaria alternaria* et *Alternaria sp* à 10µl, mais pour *Aspergillus sp* l'effet de l'huile essentielle était légèrement plus faible, elle a inhibé sa croissance à 60µL.

**Mots clés :** *Tuta absoluta* ; *Artemisia herba alba* ; huile essentielle ; activité insecticide, activité antifongique.

**Summary :** The objective of this research is to contribute to the protection of tomato crops against the *Tuta absoluta* leafminer and certain pathogenic fungi, using biopesticides of natural origin such as essential oils extracted from aromatic plants. In this study, we used the essential oil of *Artemisia herba alba* extracted by hydrodistillation using a Clevenger type device and obtained a yield of 0.46%.

Tests carried out on the larval stages showed that this essential oil has a good insecticidal activity since from 6 hours of exposure, the mortality rate was 80% for L1 larvae and 60% for L2 and L3 larvae at a concentration of 1µl. At the concentration of 3µl, the mortality rate was 100% for L1 and L2 larvae and 80% for L3. The results also showed that the essential oil of *Artemisia herba alba* has good antifungal activity as it inhibited the growth of all fungi studied. It inhibited the growth of *Alternaria alternaria* and *Alternaria sp* at 10µl, but for *Aspergillus sp*, the effect of the essential oil was slightly weaker, it inhibited its growth at 60µL.

**Keywords :** *Tuta absoluta*; *Artemisia herba alba*; essential oil; insecticidal activity, antifungal activity.

