

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA -1



Université Saad Dahlab

-Blida 1-



Laboratoire de Biotechnologie des  
Productions Végétales

Faculté des Sciences de la Nature et de la vie  
Département de Biotechnologies

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du Master académique  
En Sciences agronomique

Spécialité : Phytopharmacie et protection des végétaux

Thème :

**L'effet des pesticides sur le métabolisme de la  
tomate « *Lycopersicon esculentum* L., 1753 » et sur  
son ravageur « *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 »**

Présenté par :

BELLALA Abdelmadjid

ZOUAOUI Maria

Devant le Jury composé de :

Mme BRAHIMI L.

M. C. B

U. Blida 1

Promotrice

Mr MAHDJOUBI D.

M. C. B

U. Blida 1

Président

Mr HAMAMA A.R.

M. A. A

U. Blida 1

Examineur

Année Universitaire 2019-2020



# *Remerciements*

Nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier particulièrement notre promotrice **Madame BRAHIMI L.** Pour avoir orienté et enrichi notre travail, pour sa disponibilité, ses précieux conseils ainsi que son souci du détail, qui ont abouti à la réalisation de ce mémoire.

Nos vifs remerciements s'adressent également à Monsieur **MAHDJOUBI D.** Qui nous fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Nos gratitude s'adressent également à monsieur **HAMAMA A.R.** Pour avoir accepté d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nos remerciements s'adressent aussi aux toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou de loin au cours de la réalisation de ce mémoire.



# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail

**À mes parents :** Qui depuis mon plus jeune âge ont toujours fait leur maximum, en consacrant temps et argent, pour m'éveiller et m'encourager dans mes passions. C'est grâce à vous et pour vous que j'ai fait mon mémoire. Aucun mot sur cette page ne saurait exprimer ce que je vous dois, J'espère qu'un jour, Je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie.

**A mes chers frères, sœurs : AMINE, ZAHRA, CHOUAIB, et ma petit princesse IKRAM.**

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protégé et vous garde.

**A mon neveu : MEHDI, à mes chères cousines : AMINA, AMIRA.**

En témoignage de mon amitié sincère :

**A tous mes amis, plus particulièrement : MAHDIA, AMINA.**

**A tous mes collègues, plus particulièrement : HIBA, SAMIA, MANEL.**

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

**A mon binôme : ABDELMADJID et son bras droit BOUZID OUSSAMA.**

**A ma promotrice : Mme BRAHIMI.**

A tous ceux qui m'ont soutenu, qu'ils trouvent ici l'expression de mon Amour et ma profonde Gratitude.

**L'effet des pesticides sur le métabolisme de la tomate « *Lycopersicon esculentum* L., 1753 » et sur son ravageur « *Tuta absoluta* Meyrick, 1917.**

**Résumé :**

L'importance agronomique et économique de tomate nous a dirigé à mener ce travail dont l'objectif principal est de tester l'efficacité des pesticides contre *Tuta absoluta* et l'effet de stress occasionné par l'utilisation des pesticides sur la croissance, la production et la phytochimie de *Lycopersicon esculentum* L., Nous avons entrepris une enquête qui porte sur l'estimation de la réponse métabolique et le développement de la plante cible par l'utilisation de trois pesticides et sa capacité à réduire l'abondance de ravageur. L'essai a été mené en douze unités expérimentales. Au cours de l'expérimentation, trois traitements ont été effectués (FUSILADE, CADILAC, CHOKE), Les traitements appliqués et le prélèvement des échantillons ont été fait toutes semaines ; Les résultats montreront significativement la toxicité des insecticides sur la mineuse de tomate et l'effet négatif des herbicides sur la croissance des plantes du point de vue physiologique (taille, pourcentage de matière sèche) et physicochimique (Proline et phytoalexines).

**Mot clés :** croissance, la tomate, les pesticides, la mineuse de tomate, physiologie, phytochimie, toxicité.

**The effect of pesticides on the metabolism of the tomato "*Lycopersicon esculentum* L., 1753" and its pest "*Tuta absoluta* Meyrick, 1917".**

**Summary:**

The agronomic and economic importance of tomato led us to carry out this work whose main objective is to test the efficacy of pesticides against *Tuta absoluta* and the stress effect of pesticide use on the growth, production and phytochemistry of *Lycopersicon esculentum* L., We undertook an investigation that focuses on the estimation of the metabolic response and development of the target plant by the use of three pesticides and its ability to reduce the abundance of the pest. The trial was conducted in twelve experimental units. During the experiment, three treatments were carried out (FUSILADE, CADILAC, CHOKE), the treatments applied and sampling was done weekly; the results will show significantly the toxicity of insecticides on tomato leafminer and the negative effect of herbicides on plant growth from the physiological (size, percentage of dry matter) and physicochemical (Proline and phytoalexins) point of view.

**Keywords:** growth, tomato, pesticides, tomato leaf miner, physiology, phytochemistry, toxicity.

## تأثير المبيدات على الطماطم " *Lycopersicon esculentum* L. ، 1753" وأفتها " *Tutta absoluta* Meyrick ، 1917".

### ملخص :

دفعتنا الأهمية الزراعية والاقتصادية للطماطم إلى القيام بهذا العمل ، والهدف الرئيسي منه هو اختبار فعالية المبيدات الحشرية ضد *Tuta Absoluta* وتأثير الإجهاد الناجم عن استخدام المبيدات على النمو والإنتاج. والكيمياء النباتية لـ *Lycopersicon esculentum* L. ، أجرينا تحقيقاً ركز على تقدير الاستجابة الأيضية وتطور النبات المستهدف من خلال استخدام ثلاثة مبيدات حشرية وقدرتها على تقليل انتشار الآفات. تم إجراء الاختبار في اثنتي عشرة وحدة تجريبية. خلال التجربة ، تم إجراء ثلاث معالجات ( CHOKE ، CADILAC ، FUSILADE ) ، العلاجات طبقت وأخذت العينات كل أسبوع ؛ أظهرت النتائج بشكل كبير سمية المبيدات الحشرية على حفارة الأنفاق و التأثير السلبي لمبيدات الأعشاب على نمو النبات من وجهة نظر الفسيولوجية (الحجم ، النسبة المئوية للمادة الجافة) المركبات العضوية (البرولين والفيثوالكسينز).

**الكلمات المفتاحية:** النمو ، الطماطم ، المبيدات الحشرية ، حفارة الأنفاق ، الفيسيولوجية ، الكيمياء النباتية ، السمية.

## Liste des figures :

Figure	Titre	Page
<b>Figure 1</b>	La culture de tomate en plein champ et sous serre.	<b>3</b>
<b>Figure 2</b>	Un schéma qui représente la morphologie de tomate.	<b>6</b>
<b>Figure 3</b>	Le pourcentage de nutriments absorbé par la tomate en fonction de temps.	<b>9</b>
<b>Figure 4</b>	La répartition de la mineuse de la tomate dans le monde avec le temps d'apparition.	<b>14</b>
<b>Figure 5</b>	Différents aspects morphologiques de <i>Tuta absoluta</i> .	<b>15</b>
<b>Figure 6</b>	Les différents stades et le cycle de développement de <i>Tuta</i> à une température moyenne sur 24h de 19-20 C°.	<b>18</b>
<b>Figure 7</b>	Stress chimiques causés par des xénobiotiques sur les organismes cibles et non cibles.	<b>22</b>
<b>Figure 8</b>	Voies potentielles de perception et de signalisation des xénobiotiques chez les plantes.	<b>23</b>
<b>Figure 9</b>	Diagramme ombrothermique de la Mitidja pour l'année de 2018.	<b>27</b>
<b>Figure 10</b>	Localisation de la région de Blida sur le climagramme d'Emberger 2010-2018.	<b>28</b>
<b>Figure 11</b>	La serre et la station par GPS.	<b>28</b>
<b>Figure 12</b>	La tomate dans la phase pépinière.	<b>29</b>
<b>Figure 13</b>	Effets des applications d'insecticides sur la teneur en matière sèche (MS%) des feuilles du plant de tomate	<b>35</b>
<b>Figure 14</b>	Effet des pesticides sur la biomasse fraîche de la partie aérienne.	<b>36</b>
<b>Figure 15</b>	Effet des pesticides sur la croissance en longueur de la	<b>36</b>

	partie souterraine.	
<b>Figure 16</b>	Effet des différents types de traitements sur la synthèse de proline.	<b>37</b>
<b>Figure 17</b>	Effets de l'application d'insecticide sur la teneur de Proline dans les feuilles de tomate.	<b>38</b>
<b>Figure 18</b>	Les pourcentages généraux de réduction de l'infestation des feuilles infestées par le stade larvaire de <i>T. absoluta</i> après la pulvérisation avec les insecticides testés.	<b>41</b>
<b>Figure 19</b>	Variabilité temporelle des populations résiduelles <i>Chaitophorus leucomelas</i> sous l'effet des matières actives et des doses d'applications.	<b>42</b>
<b>Figure 20</b>	Effet des matières actives sur les repenses métaboliques et les mesures pondérales des populations résiduelles <i>Chaitophorus leucomelas</i> .	<b>43</b>

## Liste des tableaux :

Tableaux	Titres	Pages
<b>Tableau 1</b>	Principales maladies qui touchent la tomate.	<b>11</b>
<b>Tableau 2</b>	Temps de développement (jours) (moyenne $\pm$ SE) des différents stades biologiques de <i>Tuta absoluta</i> enregistré à cinq températures constantes.	<b>16</b>
<b>Tableau 3</b>	Longévité moyenne ( $\pm$ SE) des femelles et des mâles de <i>Tuta absoluta</i> enregistré à cinq températures constantes.	<b>17</b>
<b>Tableau 4</b>	Durée moyenne ( $\pm$ SE) des périodes de pré-ponte et de ponte, fécondité (œufs par femelle) et viabilité des œufs (%) de <i>Tuta absoluta</i> enregistrée à cinq températures constantes.	<b>17</b>
<b>Tableau 5</b>	Les symptômes et dégâts de <i>Tuta absoluta</i> sur les différentes parties aériennes de tomate.	<b>20</b>
<b>Tableau 6</b>	Exemples de la diversité chimique et fonctionnelle des pesticides.	<b>21</b>
<b>Tableau 7</b>	Présentation des traitements chimiques utilisés dans l'expérimentation.	<b>30</b>
<b>Tableau 8</b>	Concentrations, abréviations et noms commerciaux des insecticides utilisés.	<b>34</b>

## Liste des abréviations :

Abréviations	Significations
<b>I.T.C.M.I :</b>	Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles.
<b>ARN :</b>	L'acide ribonucléique.
<b>ARNm :</b>	L'acide ribonucléique messenger.
<b>L'ABA :</b>	L'acide abcissique.
<b>ABC</b>	Abamectin.
<b>ABAC</b>	Abamectin+Chlorantraniliprole.
<b>IM</b>	Imidaclopid.
<b>Mac1</b>	Thiamethoxan.
<b>Mac2</b>	Lambdacyhalothrine.
<b>Mac3</b>	Diafenthiuron.

## SOMMAIRE

Titres	Pages
Remerciements	
Dédicaces	
Résumés	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	1
<b>Chapitre 1 : Synthèse bibliographique</b>	
<b>1. Présentation de la tomate « <i>Lycopersicon esculentum L.</i> »</b>	<b>3</b>
1.1. Généralité	3
1.3. Classification de la tomate	3
1.3.1. Classification botanique	4
1.2. Historique et l'origine de la tomate	4
1.3.2. Classification variétale	5
1.3.2.1. Variété à croissance déterminée	5
1.3.2.2. Variété à croissance indéterminée	5
1.3.3. Classification génétique	5
1.3.3.1. Les variétés fixées	5

<b>1.3.3.2. Les variétés hybrides</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Caractéristique morphologique de la tomate</b>	<b>5</b>
<b>1.4.1. Graine</b>	<b>6</b>
<b>1.4.2. Systèmes racinaires, tiges et feuilles</b>	<b>6</b>
<b>1.4.3. Fleurs et fruits</b>	<b>7</b>
<b>1.5. Exigences pédoclimatiques et besoins nutritionnels</b>	<b>7</b>
<b>1.5.1. La température</b>	<b>7</b>
<b>1.5.2. L'eau et l'humidité</b>	<b>7</b>
<b>1.5.3. Exigences en luminosité</b>	<b>8</b>
<b>1.5.4. Le sol et le PH</b>	<b>8</b>
<b>1.5.5. Les besoins en éléments fertilisant</b>	<b>8</b>
<b>1.6. Cycle de développement</b>	<b>9</b>
<b>1.7. Principales maladies et ravageurs</b>	<b>10</b>
<b>1.7.1. Les maladies</b>	<b>10</b>
<b>1.7.2. Les ravageurs</b>	<b>12</b>
<b>2. Généralités sur la mineuse de la tomate « <i>Tuta absoluta</i> » (Meyrick, 1917)</b>	<b>13</b>
<b>2.1. Introduction, Origine et distribution géographique</b>	<b>13</b>
<b>2.2. Description et Position taxonomique</b>	<b>14</b>
<b>2.3. Bio-écologie de <i>Tuta absoluta</i></b>	<b>15</b>
<b>2.3.1. Cycle biologique</b>	<b>18</b>

<b>2.3.2. Action des facteurs climatiques</b>	<b>19</b>
<b>2.3.3. Plantes hôtes</b>	<b>19</b>
<b>2.3.4. Symptômes et dégâts sur tomate</b>	<b>19</b>
<b>3. Effet de stress chimique (xénobiotique)</b>	<b>21</b>
<b>3.1. L'effet de stress sur les plantes</b>	<b>22</b>
<b>3.2. L'effet de stress sur les insectes</b>	<b>24</b>
<b>3.2.1. Effets sur le comportement des insectes</b>	<b>24</b>
<b>3.2.2. Effets physiologiques</b>	<b>24</b>
<b>Chapitre 2 : Matériel et méthode</b>	
<b>1. Objectif</b>	<b>25</b>
<b>2. Présentation de la région de Mitidja</b>	<b>25</b>
<b>2.1. Facteurs édaphiques de la Mitidja</b>	<b>26</b>
<b>2.2. Facteurs climatiques</b>	<b>26</b>
<b>3. Présentation du site d'étude et conditions expérimentales</b>	<b>28</b>
<b>3.1. Présentation du matériel d'étude</b>	<b>29</b>
<b>3.1.1. Matériel végétal</b>	<b>29</b>
<b>3.1.2. Les traitements utilisés</b>	<b>30</b>
<b>3.2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai</b>	<b>30</b>
<b>3.3. Application des traitements chimiques</b>	<b>30</b>
<b>4. La méthode d'étude</b>	<b>31</b>

<b>4.1. Evaluation de l'effet des traitements et stress hydrique sur la tomate</b>	<b>31</b>
<b>4.1.1. Mesures des paramètres physiques</b>	<b>31</b>
<b>4.1.2. Les dosages phytochimiques</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Evaluation de l'effet des traitements chimique sur la mineuse de tomate</b>	<b>33</b>
<b>Chapitre 3 : Résultats et discussion</b>	
<b>1. L'évaluation d'effet d'application des pesticides sur la tomate</b>	<b>34</b>
<b>1.1. L'évaluation d'effet des applications des pesticides sur les paramètres physiologiques</b>	<b>34</b>
<b>1.1.1. L'effet des applications d'insecticides sur la teneur en matière sèche</b>	<b>34</b>
<b>1.1.2. Evaluation de l'effet des différents types de pesticides sur la</b>	<b>35</b>
<b>1.2. Evaluation de l'effet des différents types de pesticides sur les métabolites de la Tomate</b>	<b>37</b>
<b>1.2.1 Variation temporelle de la synthèse de la proline sur tomate sous l'effet des différents types de pesticides</b>	<b>37</b>
<b>1.2.2. Variation temporelle de la synthèse de phytoalexines sur tomate sous l'effet des différents types de pesticides</b>	<b>39</b>
<b>2. Modulation du comportement reproductif de <i>tutta absoluta</i> face au stress chimique</b>	<b>40</b>
<b>Conclusion</b>	<b>45</b>
<b>Références bibliographiques</b>	<b>46</b>

## Introduction générale

La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), est originaire de l'Amérique du Sud, plus exactement de la région de la Cordillère des Andes. La tomate est l'une des cultures la plus pratiquée dans le monde. Dans beaucoup de pays.

En 2017, la production mondiale de tomates était d'environ 182 millions de tonnes de fruits frais sur une superficie évaluée à 4,84 millions d'hectares (FAO, 2019). Comme c'est une culture à cycle assez court qui donne un haut rendement, elle a de bonnes perspectives économiques et la superficie cultivée s'agrandit en créant des dynamiques agricoles.

*Tuta absoluta*, (Lepidoptera : Gelechiidae) est le ravageur clé de la tomate dans son aire d'origine en Amérique latine. Il a été observé pour la première fois en Espagne en 2006 et de là s'est propagé vers la plupart des pays méditerranéens dont l'Algérie en 2008.

Les pesticides chimiques synthétiques pour contrôler ce ravageur, produisent des effets néfastes sur tous les organismes, ils augmentent le taux de risque pour la santé végétal et publique.

**Problématique : Le traitement chimique peut-il moduler le développement des organismes ?**

Afin de répondre à cette question, nous avons émis les hypothèses suivantes :

✓ Hypothèse : les pesticides empêchent le développement de *tuta absoluta* ont-ils un effet sur la plante hôte *Lycopersicon esculentum* L.

Ce travail s'articule autour de trois chapitres :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique et se subdivise en trois parties :
  - La première partie donne un aperçu général sur la culture de la tomate.
  - La deuxième partie porte sur la mineuse de la tomate.
  - La troisième partie est consacrée pour l'effet de stress chimique sur la plante cible et leur ravageur.
- Le deuxième chapitre expose la méthodologie adoptée et le matériel d'étude.
- Le troisième chapitre est consacré aux différents résultats estimés et leur discussion.

Nous terminerons par une conclusion et quelques recommandations.

## Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

### 1. Présentation de la tomate « *Lycopersicon esculentum L.* » :

#### 1.1. Généralité :

La tomate cultivée *Lycopersicon esculentum L.* appartient à la famille des Solanacées. Le genre *Lycopersicon* est originaire du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud (Philouze,1993).

La tomate est une plante à port buissonnant en l'absence totale de taille. Les feuilles sont imparipennées. L'inflorescence qui est une cyme unipare avec un nombre de fleurs à pétales jaunes, très variable en fonction du génotype, est terminale sur tige ou sur rameau. Le fruit est une baie (Péron, 2006).



Figure 1 : La culture de tomate en plein champ et sous serre (Original, 2020).

#### 1.2. Historique et origine de la tomate :

La tomate fut ramenée du Pérou ou du Mexique au début du XVI siècle par les conquistadors. Les Aztèques cultivaient en effet une plante appelée tomatl, dont les fruits ressemblaient à nos tomates-cerises actuelles. Elle existe encore à l'état sauvage en Equateur et au Pérou ; elle est connue des scientifiques sous le nom de *Lycopersicon esculentum* (Polese ,2007).

La tomate arriva d'abord en Espagne puis très vite, elle parvint en Italie et gagna le reste de l'Europe. En Italie, on commença à consommer ses fruites vers 1550, mais seulement à petites doses, comme condiment, car on montrait une certaine réticence à utiliser ce nouveau fruit dans la cuisine courante. Les Italiens la baptisèrent pomo d'oro, pomme d'or, probablement en raison de sa couleur, qui devait être jaune. Une gravure datée de 1585 représente d'ailleurs la plante avec ses fruits. Jusqu'au XIX siècle, la tomate est ainsi consommée comme condiment et en sauce, en Espagne et surtout en Italie (Polese ,2007).

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).

### 1.3. Classification de la tomate :

#### 1.3.1. Classification botanique :

Les botanistes modifièrent à plusieurs reprises les noms de genre et d'espèce attribués à la tomate. Elle a été classée par Linné en 1753, comme *Solanum lycopersicon*, d'autres botanistes lui ont attribué différents noms : *Solanum lycopersicon*, *Solanum esculentum*, *Lycopersicon licopersicum*, C'est finalement *lycopersicum esculentum* attribué par Philippe Mille en 1754 qui a été retenu (Munro et Small, 1998).

Gaussen et *al.* (1982) proposèrent la classification de la tomate qui est largement suivie :

- Règne..... *Plantae*.
- Sous-règne.....*Trachenobionta*.
- Embranchement.....*Magnoliophyta*.
- Classe.....*Magnoliopsida*.
- Sous-classe.....*Asteridae*.
- Ordre..... *Solanales*.
- Genre..... *Solanum* ou *lycopersicum*.
- Espèce.....*lycopersicum esculentum* *Mill.*

### 1.3.2. Classification variétale :

#### 1.3.2.1. Variété à croissance déterminée

Se caractérisent par une période restreinte de floraison et de fructification et un aspect buissonnant qui résulte de l'arrêt de la croissance en hauteur de la plante après formation de trois à quatre inflorescences séparées, le plus souvent, par une feuille dans certaines situations, on rencontre deux inflorescences consécutives sans transition de formation foliaire (Valimunzigh, 2006).

#### 1.3.2.2. Variété à croissance indéterminée

La croissance végétative et le développement reproductif alternent durant la quasi-totalité de la vie de la plante. Elles peuvent atteindre dix mètres de hauteur en une saison de culture et portent des inflorescences séparées par environ trois feuilles tout au long de la tige (Valimunzigh, 2006).

### 1.3.3. Classification génétique :

#### 1.3.3.1. Les variétés fixées

Il existe plus de 500 variétés dont les caractéristiques génotypiques et phénotypiques se transmettent pour les générations descendantes. Elles sont sensibles aux maladies, mais donnent des fruits d'excellente qualité gustative.

Les variétés les plus utilisées en Algérie sont la Marmande et la Saint Pierre (Polese, 2007).

#### 1.3.3.2. Les variétés hybrides

Sont plus d'un millier. Elles présentent la faculté de réunir plusieurs caractères d'intérêt (bonne précocité, bonne qualité de résistance aux maladies et aux attaques parasitaires et donc bon rendement) (Polese, 2007).

Les plus utilisés en Algérie sont ACTANA, AGORA, BOND, NEDJMA, TAFNA et ZAHRA.

### 1.4. Caractéristique morphologique de la tomate :

Elle est obtenue à partir de graines de petite taille, poilus à germination épigée. La tige est herbacée et est recouverte ainsi que les feuilles et les jeunes fruits de poils. Cette plante potagère herbacée voit sa taille varier de 40 cm plus de 5 mètres selon les variétés et le mode de culture (Dumortier *et al.*, 2010).

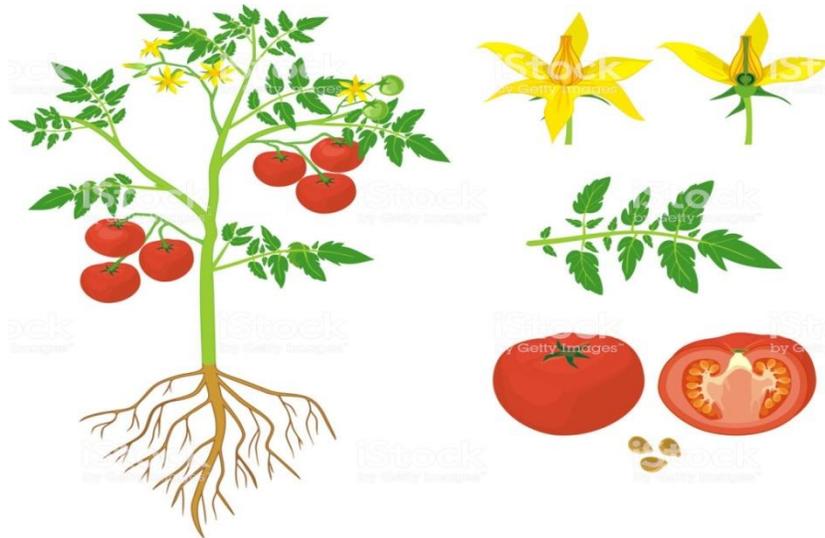


Figure 2 : Un schéma qui représente la morphologie de tomate (Polese, 2007).

#### 1.4.1. Graine :

D'après Chaux et Foury (1994), chaque fruit contient un nombre important de graines qui varie de 80 à 500 graines par fruit. Elles sont recouvertes d'un mucilage qui présente maturité un albumen et embryon à courbe, à germination épigée. La graine est petite et velue.

#### 1.4.2. Systèmes racinaires, tiges et feuilles :

- Le système racinaire est très développé et pivotant avec de nombreuses racines. La plupart des racines se situe à une profondeur de 30 à 40 cm. En sol profond des racines peuvent être retrouvées jusqu'à un mètre (Blamey et Grey-wilson, 2003).

- Selon Kolev (1976), La tige est pubescente, épaisse aux entre-nœuds. Sa consistance est herbacée en début de croissance, puis devient un peu ligneuse en vieillissant. Les rameaux issus des bourgeons axillaires produisent des feuilles à chaque nœud et se terminent aussi par une inflorescence (Chaux et Foury, 1994). La tige et les feuilles portent deux types de poils : simples ou glanduleux
- Les feuilles sont composées de 5 à 7 folioles principales, longues de 10 à 25cm et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu dentés sur les bords, grisâtre à la face inférieure. Elles sont souvent repliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus. Ces feuilles sont alternées sur la tige (Raemaekers, 2001).

### 1.4.3. Fleurs et fruits :

- Les fleurs sont hermaphrodites (Les organes et femelles sont dans la même fleur), en grappe et généralement de couleur jaune. Les pétales sont en partie soudés pour former une corolle étoilée. Les sépales sont verts. Les étamines sont jointes pour former un tube histaminique et le pistil est caché dans ce tube. La fleur comporte 5 sépales, 5 pétales, 5 à 7 étamines et 2 carpelles soudés formant un ovaire (Blamey et Grey-wilson, 2003).
- Les fruits sont de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelés (Shankara, *et al.* 2005).

### 1.5. Exigences pédoclimatiques et besoins nutritionnels :

#### 1.5.1 La température :

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide.

La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de températures, mais en-dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus des plantes seront endommagés. La tomate réagit aux variations de température qui ont lieu pendant le cycle de croissance (Shankara et *al.*, 2005).

### 1.5.2. L'eau et l'humidité :

La consommation en eau d'une culture sous serre dépend essentiellement du facteur climatique et de l'importance du rayonnement solaire parvenant au feuillage de la culture. Cette énergie est fournie par l'ensoleillement naturel, atténuée par les caractéristiques optiques du matériau de couverture de la serre (culture sous serre) (Villele, 2006).

D'après ITCMI (2017) les besoins d'eau varient en fonction des différentes phases physiologiques de la plante :

- De la plantation à la 1<sup>re</sup> floraison : phase de croissance lente, les besoins en eau sont peu élevés.
- De la floraison à la maturation : phase de croissance rapide, les besoins en eau sont élevés.
- En fin de récolte : phase de vieillissement les besoins en eau sont réduits. Une humidité relative de 60 à 65 % est jugée optimale durant tout le cycle.

### 1.5.3. Exigences en luminosité :

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toutefois la photopériode ne doit pas dépasser 18 heures par jour (ITCMI, 2017).

### 1.5.4. Le sol et le PH :

La tomate pousse bien sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération et qui sont libres de sels. Elle préfère les terres

limoneuses profondes et bien drainées. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15 à 20 cm est favorable à la bonne croissance d'une culture saine. Dans les sols d'argile lourde, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines (Shankara *et al.*, 2005).

Shankara *et al.* (2005) ajoute que La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH (niveau d'acidité), mais pousse le mieux dans des sols où la valeur du PH varie entre 5,5 et 6,8 et où l'approvisionnement en éléments nutritifs est adéquat et suffisant. Des pH plus bas ou plus élevés peuvent induire des carences minérales ou des toxicités (Van der vossen *et al.*, 2004).

### 1.5.5 Les besoins en éléments fertilisant :

La tomate se classe parmi les espèces exigeantes en éléments fertilisants, que les seules fumures organiques ne suffiraient pas à lui apporter. Néanmoins, une proportion d'humus convenable, entretenue par des amendements organiques sur la culture précédente ou par des enfouissements d'engrais verts, ne peut qu'être favorable (Chaux, 1971).

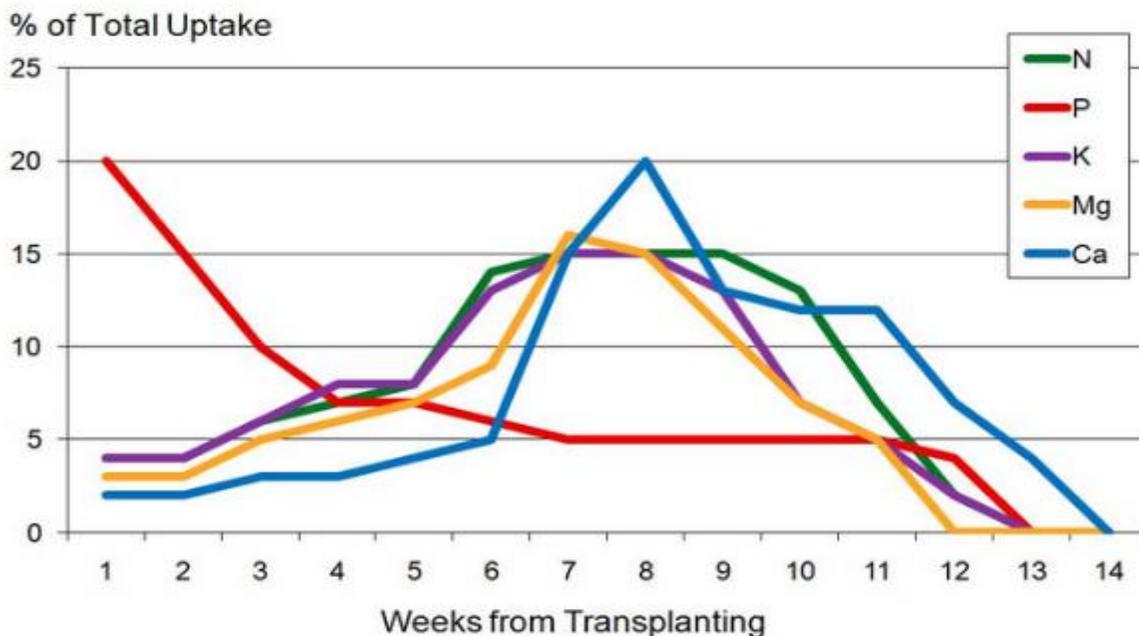


Figure 3 : Le pourcentage de nutriments absorbé par la tomate en fonction de temps (Yara Italy, 2017).

### 1.6. Cycle de développement :

D'après Beldjilaliet (2017 in CIRAD, 2003), le développement de la plante de tomate s'accomplit en passant par des phases successives qui sont :

#### ❖ Phase de germination :

Les graines germent en 6 à 8 jours après le semis à la température optimale du sol (20 à 25C°). Au-dessus du sol apparaissent la tigelle et deux feuilles cotylédonaires simples et opposées. Dans le sol, la radicule possède un manchon de poils absorbants bien visible.

#### ❖ Phase de croissance :

C'est la phase où la plante émet plus de racines et développe sa partie aérienne par l'émission des paires de feuilles. La radicule s'allonge et prend l'aspect d'un filament blanchâtre sur lequel apparaissent des racines secondaires. Les deux premières vraies feuilles apparaissent vers le 11ème jour. Elles ne sont bien développées que vers le 20ème jour. Au bout de premier mois environ, il y a 3 à 4 paires de feuilles.

#### ❖ Phase de floraison :

La première inflorescence, apparaît deux mois et demi environ après le semis. Les autres inflorescences vont apparaître au-dessus de la première, entre deux inflorescences, un nombre variable de feuilles. La floraison s'échelonne donc de bas en haut.

#### ❖ Phase de fructification et de maturation :

Elle débute durant la phase de floraison. Elle commence par la nouaison des fruits de l'inflorescence de base et se poursuit par les inflorescences supérieures au fur et à mesure de l'apparition des inflorescences et de la fécondation des fleurs. Les fleurs se développent, grossissent et après avoir atteint leur taille définitive, ils commencent par perdre leur coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué. Cette phase dure environ deux mois, soit de quatre à six mois après le semis.

**1.7. Principaux maladies et ravageurs :**

**1.7.1. Les maladies :**

Les principales maladies rencontrées sur tomate sont récapitulées dans le tableau ci-dessus.

**Tableau 1 : Principales maladies qui touchent la tomate (ITCMI, 2017).**

<i>Maladies</i>	<i>L'agent causal</i>	<i>Symptômes</i>	
1. Fontes de semis	<i>Phythyum aphanidermatum</i>	Manque à la levée et pourriture du collet.	
2. Alternariose	<i>Alternaria alternaia</i>	Tâches noires de taille variable sur feuilles.	
3. Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Maladie très grave, grandes taches brunes sur feuilles et tiges.	
4. Fusariose	<i>Fusarium eoxysporum</i>	Flétrissement des tuelles peut être lent ou brusque. Brunissement des vaisseaux, pourriture des racines.	
5. Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i>	Flétrissement accompagné d'un jaunissement unilatéral. Suivi de dessèchement des feuilles de la base.	

6. <i>Anthraxose</i>	<i>Colletotrichum coccodes</i>	Tâches déprimées, circulaires de 5 à 10 mm apparaissant uniquement sur les fruits rouges.	
7. <i>Oïdium</i>	<i>Leveillula taurica</i>	Feutrage blanc sur feuilles.	
8. <i>Pourriture grise</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Feutrage gris sur feuilles et sur fruits.	
9. <i>Moucheture bactérienne (Gale bactérienne)</i>	<i>Pseudomonas syringae</i> pv	Tâches nécrotiques noires sur feuilles et sur fruits.	
10. <i>Moelle noire</i>	<i>Pseudomonas corrugata</i>	Tige molle colorée en brun.	
11. <i>Flétrissement bactérien</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Flétrissement irréversible brunissement des vaisseaux et des tissus.	

### 1.7.2. Les ravageurs :

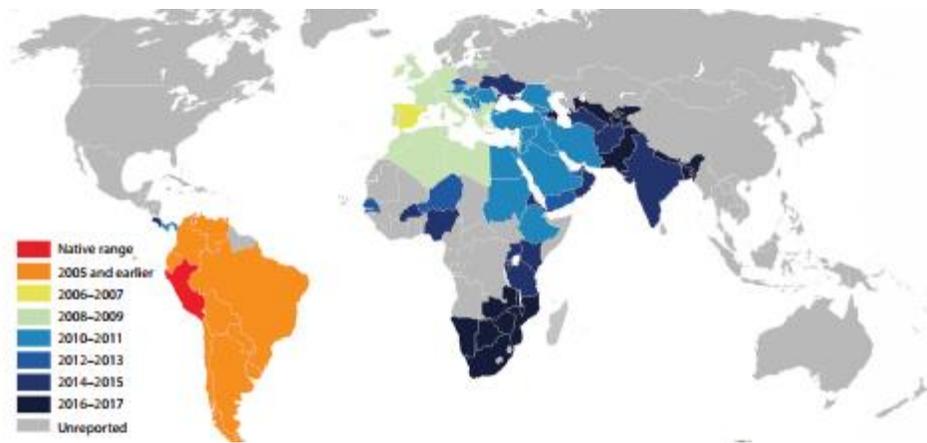
La tomate est une culture particulièrement sujette aux attaques des ravageurs. Les aleurodes, pucerons, mineuses, acariens, thrips, noctuelles, punaises et les nématodes constituent ses principaux ravageurs en serres. Ces dernières années, plusieurs ravageurs ont provoqué des dégâts importants en serres de tomate, dont *Tetranychus evansi*, mais également la mineuse *Tuta absoluta*, ravageur de quarantaine qui peut provoquer 100 % des pertes dans les serres touchées (Ferrero, 2009).

## 2. Généralités sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) :

### 2.1. Introduction, Origine et distribution géographique :

*Tuta absoluta* est un lépidoptère, ravageur des *solanacées*, présent en culture de tomate sous abri et plein champ. Décrit initialement au Pérou, *T. absoluta* s'est répandu dans toute l'Amérique du Sud : Chili (1935), Argentine (1964), Bolivie, Brésil (1980), Colombie, Paraguay, Pérou, Uruguay, Venezuela (Germain et al., 2009).

La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae), est une espèce nuisible sérieuse originaire d'Amérique du Sud qui est récemment devenue une menace majeure pour la production de tomates dans le bassin méditerranéen et qui pourrait devenir un problème dans la plupart des pays d'Afrique, *Tuta absoluta* a été observé pour la première fois hors de son aire de répartition natale en Espagne orientale en 2006, et peut maintenant être trouvé dans toute l'Europe du Sud, l'Afrique du Nord et le Moyen-Est (Desneux et al., 2010).



**Figure 4 : La répartition de la mineuse de la tomate dans le monde avec le temps d'apparition (Biondi et *al.*, 2018).**

➤ **En Algérie :**

En Algérie ce micro-lépidoptère a été détecté au début de l'année 2008 dans l'ouest algérien, précisément dans la wilaya de Mostaganem. Dès son apparition en Algérie, en 2008, *T. absoluta* a causé des dégâts considérables sur la culture de la tomate en plein champ comme sous abris (Guénaoui, 2008). En 2009 toutes les régions de la production de tomate ont été touchée par ce ravageur (Allache et *al.*, 2012).

**2.2. Description et Position taxonomique :**

*T. absoluta* est un lépidoptère nocturne de la famille des *Gelechiidae*.

- **Les adultes** mesurent 6-7 mm de long et environ 8 à 10 mm d'envergure. Ils sont gris argenté à marrons avec des écailles de couleur brune à noire sur les ailes antérieures. Les mâles sont un peu plus sombres et plus petits que les femelles. Les antennes sont filiformes et mesurent les 5/6èmes des ailes.
- **Les œufs** de 1 mm environ, sont de forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre.

- **Les larves** sont de couleur crème (1er stade) puis deviennent verdâtres et rosâtre au dernier stade (du 2ème au 4ème stade). Elles mesurent de 0,6 à 0,8 mm au 1er stade jusqu'à 7,3 à 8 mm au 4ème stade. Une caractéristique des larves de *T. absoluta* est la présence au niveau de la tête de 2 étroites bandes noires, une latérale et une ventrale.
- **La chrysalide** (4 à 5 mm) initialement de couleur verte devient progressivement brune.



**Figure 5 : Différent aspects morphologique de *Tuta absoluta* (Krechmer et *al.*, 2009).**

- La classification récente et admise de cet insecte Selon (Povolny, 1994) est comme suit :
- Règne : *Animalia*
- Phylum : *Arthropoda*
- Classe : *Insecta*
- Ordre : *Lepidoptera*
- Sous ordre : *Glossata*
- Super famille : *Gelechioidea*
- Famille : *Gelechiidae*
- Sous famille : *Gelechiinae*
- Genre : *Tuta*
- Espèce : *Tuta absoluta* Meyrick (1917)

**- Autres noms :**

Français : Mineuse de la tomate.

Anglais: leafminer, lesser tomato leaf miner, tomato leaf miner moth, tomato borer, South American tomato moth, tomato fruit moth.

**2.3. Bio-écologie de *Tuta absoluta* :**

Les adultes de *Tuta absoluta* se trouvent en général près de leur plante hôte, qu'appartient préférentiellement à la famille des Solanacées. Caractérisé par un comportement nocturne, ce Micro lépidoptères préfère se cacher sous les feuilles des plantes durant la journée, et devient plus particulièrement actif à l'aube ainsi qu'au crépuscule (Ababsia, 2014).

Les caractéristiques biologiques dépendent beaucoup de la température. Le cycle de l'œuf à l'adulte est d'environ 1 mois à 25 °c et environ 3 semaines à 30 °C. Lorsque la température est plus faible, la durée de développement est nettement plus longue. À 15 °C, elle est supérieure à 2 mois (Rey et al., 2014).

Le potentiel de reproduction est élevé. Une même femelle peut pondre jusqu'à 260 œufs au cours de sa vie. Sachant que la longévité des femelles est d'environ deux semaines et celle des mâles, une semaine. La longévité des adultes diminue également avec la température (Rey et al., 2014).

**Tableau 2 : Temps de développement par jours) des différents stades biologiques de *Tuta absoluta* enregistré à cinq températures constantes (Krechemer et Foerster, 2015).**

Temps de développement (jours)				
Température	Œuf	Larve	Pupe	Adulte
10°C	24.4 ± 0.3	56.4 ± 1.1	36.8 ± 0.7	115.4 ± 1.3
15°C	11.9 ± 0.3	34.1 ± 0.6	18.4 ± 0.4	63.9 ± 0.8
20°C	6.9 ± 0.1	17.8 ± 0.2	10.2 ± 0.1	34.8 ± 0.2
25°C	4.5 ± 0.1	11.0 ± 0.1	8.4 ± 0.3	23.5 ± 0.3
30°C	2.5 ± 0.1	10.4 ± 0.2	5.4 ± 0.2	18.3 ± 0.2

Cette espèce a achevé son développement à toutes les températures utilisées. La température a influencé de manière significative le cycle de développement de l'insecte de l'œuf à l'adulte, qui a duré 18,3 et 115,4 jours à 30 et 10°C, respectivement. La période d'incubation était de 2,5 jours à 30°C et de 24,4 jours à 10°C, avec des différences significatives entre les résultats pour toutes les températures utilisées. Le développement des larves était également affecté par la température, prenant 56,4 jours à 10°C et 10,4 jours à 30°C. La durée de la phase nymphale a également été inversement proportionnel à la température.

**Tableau 3 : Longévité moyenne ( $\pm$  SE) des femelles et des mâles de *Tuta absoluta* enregistré à cinq températures constantes (Krechemer et Foerster, 2015).**

Température	Longévité (jours)	
	Femelle	Male
10°C	32.3 $\pm$ 2.8	17.5 $\pm$ 6.9
15°C	34.9 $\pm$ 3.9	30.0 $\pm$ 4.5
20°C	26.6 $\pm$ 2.1	23.7 $\pm$ 3.5
25°C	20.1 $\pm$ 1.8	16.9 $\pm$ 2.3
30°C	10.8 $\pm$ 1.4	9.0 $\pm$ 1.3

La longévité des femelles maintenues à 30°C était nettement inférieure à celle des femelles maintenues à 10, 15 et 20°C. Aucune différence significative n'a été constatée entre la durée de vie des hommes et celle des femmes (Krechemer et Foerster, 2015).

**Tableau 4 : Durée moyenne ( $\pm$  SE) des périodes de pré-ponte et de ponte, fécondité (œufs par femelle) et viabilité des œufs (%) de *Tuta absoluta* enregistrée à cinq températures constantes (Krechemer et Foerster, 2015).**

Température	Périodes de pré-ponte (jours)	Période de ponte (Jour)	Fécondité (œufs)	Viabilité des œufs%
10°C	9.5 $\pm$ 2.4	14.5 $\pm$ 6.9	35.5 $\pm$ 20.4	4 $\pm$ 4
15°C	3.3 $\pm$ 0.7	14.6 $\pm$ 1.7	76.4 $\pm$ 9.3	80.6 $\pm$ 6.2
20°C	2.0 $\pm$ 0.2	15.4 $\pm$ 1.4	134.8 $\pm$ 13.3	67.2 $\pm$ 2.4
25°C	2.3 $\pm$ 0.2	11.6 $\pm$ 0.9	149.1 $\pm$ 11.8	81.0 $\pm$ 3.6
30°C	1.9 $\pm$ 0.2	9.5 $\pm$ 1.5	26.2 $\pm$ 6.2	1.3 $\pm$ 1.3

La période de préoviposition à 10°C a duré 9,5 jours et a été nettement plus longue qu'aux autres températures. La période de ponte a varié de 9,5 jours à 30°C à 15,4 jours à 20°C, La fécondité était la plus élevée à 20 et 25 °C, avec des moyennes de 134,8 et 149,1 œufs par femelle, respectivement. Les femelles maintenues à ces températures, ainsi que celles à 15°C, avaient les pourcentages les plus élevés d'œufs fertiles (Krechemer et Foerster, 2015).

### 2.3.1. Cycle biologique :

Ce prédateur peut avoir entre 10 et 12 générations par an selon les conditions climatiques (Silva, 2008).

Son cycle de vie comprend : quatre stades de développement : œuf, larve, pupa et adulte. Adultes pondre habituellement des œufs au-dessous des feuilles ou des tiges, et dans une moindre mesure sur les fruits. Après l'éclosion, les jeunes larves pénétrer les feuilles, les fruits aériens (comme la tomate) ou les tiges, sur qu'ils nourrissent et développent. Il y a quatre stades larvaires. Les larves entièrement nourries tombent habituellement au sol sur un fil de soie et la pupa dans le sol, bien que la pupation peut également se produire sur feuilles. Les pupes sont de forme cylindrique et verdâtre quand il vient de se former devenant plus sombre en couleur près de l'émergence des adultes. Les adultes longues et présentes des antennes filiformes et des écailles argent au gris. Des taches noires présentes sur les ailes antérieures, et les femelles sont plus larges et plus volumineux que les mâles (Desneux et *al.*, 2010).



**Figure 6 : Les différents stades et le cycle de développement de *Tuta* à une température moyenne sur 24h de 19-20 C° (Rey et al., 2014).**

Selon KOPPERT (2013), une diapause n'intervient pas systématiquement lors du développement de cet insecte, et est même absente la plupart du temps tant qu'il subsiste une source de nourriture à proximité de l'individu. Cette diapause peut tout de même survenir à différents moments, que ce soit à l'état d'œuf, de larve ou de chrysalide.

### 2.3.2. Action des facteurs climatiques :

Selon Guistoline et *al.* (2002), ses plus grandes populations sont observées durant la saison sèche de l'année, pouvant aller généralement jusqu'au mois de novembre ; alors que durant la saison des pluies le taux de population diminue à des niveaux faibles.

Molla et *al.* (2008), rapportent que l'insecte reste souvent caché pendant la journée au-dessous des feuilles de tomate et montre une augmentation de l'activité au crépuscule. Selon Pereira (2008), les conditions climatiques ont une influence sur la dynamique des populations de l'insecte.

**2.3.3. Plantes hôtes :**

La principale plante hôte de *Tuta absoluta* est la tomate (*Lycopersicon esculentum*). Mais l'insecte peut attaquer l'aubergine (*Solanum melongena*), la pomme de terre (*S. Tuberosum*), le pepino (*S. muricatum*) et des solanacées adventives (*Datura stramonium*, *Lyciumcbilense* et *S. nigrum*) (Berkani et Badaoui, 2008). Le poivron et le piment (*Capsicum SPP*) sont aussi touchés par ce ravageur (Wychuys et al, 2013).

**2.3.4. Symptômes et dégâts sur tomate :**

Les larves de *Tuta* creusent des mines dans les feuilles, les tiges, mais aussi dans les fruits en formation ou dans les fruits mûrs. Les premiers dégâts peuvent être discrets. L'incidence économique des dégâts de *Tuta* sur tomates peut être très forte.

**Tableau 5 : Les symptômes et dégâts de *T. absoluta* sur les différentes parties aériennes de tomate (Ramel,2009).**

<i>La partie attaquée</i>	<i>Les symptômes et dégâts</i>	
<i>Sur feuilles</i>	L'attaque se caractérise par la présence de plages décolorées nettement visibles. Les larves dévorent seulement le parenchyme en laissant l'épiderme de la feuille. Par la suite, les folioles attaquées se nécrosent entièrement.	
<i>Sur tiges</i>	Sur tige ou pédoncule, la nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes	

Sur fruits verts  
ou rouges

Les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à la maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet.



### 3. Effet de stress chimique (xénobiotique) :

Les activités anthropiques, en constante intensification, induisent une grande diversité de pollutions environnementales, et en particulier des pollutions chimiques de l'air, du sol, des sédiments et de l'eau (Rhind, 2009). Ces pollutions chimiques impliquent de nombreuses familles de molécules structurellement et fonctionnellement différentes, dont certaines sont qualifiées de xénobiotiques. Le terme xénobiotique, du grec « xenos » : étranger et « bios » : vie, peut recouvrir différentes définitions, dont celle utilisée pour ce manuscrit, qui fait référence aux molécules étrangères à un organisme vivant et possédant pour ce dernier des caractéristiques toxiques même à de faibles concentrations (Ramade, 2007).

**Tableau 6 : Exemples de la diversité chimique et fonctionnelle des pesticides (Calvet et al., 2005).**

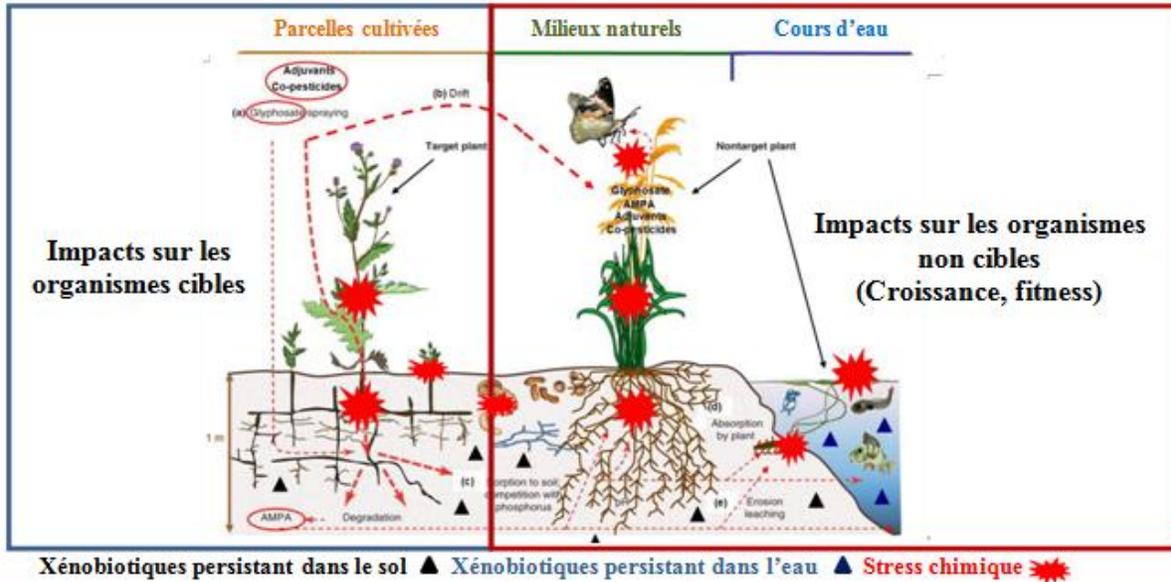
Type	Organismes cibles	Exemples de familles chimiques	Exemples de molécules	Modes d'action
Herbicides	Plantes concurrençant les cultures "mauvaises herbes"	Acides chlorophénoxy-alcanoïques	2,4 D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique)	Perturbation de la régulation de l'auxine
		Acides benzoïques	Dicamba	
		Carbamates	Carbétamide	Blocage des centres organisateurs des microtubules et désorganisation du fuseau achromatique
		Organophosphorés	Glyphosate	Inhibition de la biosynthèse des acides aminés aromatiques
		Sulfonylurées	Metsulfuron-méthyle	Inhibition de la biosynthèse des acides aminés ramifiés
		Triazines	Atrazine	Inhibition de la

<b>Fongicides</b>	Champignons parasites des cultures "maladies"	Urées substituées	Isoproturon, linuron	<b>photosynthèse</b>
		Carbamates	Propamocarbe	<b>Inhibition de la formation des microtubules</b>
		Triazoles	Tébuconazole	<b>Inhibition de la biosynthèse des stérols</b>
		Organophosphorés	Fosétyl-Al	<b>Inhibition de la germination des spores et de la croissance mycélienne</b>
<b>Insecticides</b>	Insectes ravageurs "ravageurs"	Dérivés soufrés, sulfate de cuivre	Bouillie bordelaise	<b>Inhibition de la germination des spores</b>
		Triazines	Triazoxide	<b>Perturbation de la biosynthèse des Mélanines</b>
		Carbamates	Aldicarbe	<b>Perturbation du système nerveux</b>
		Pyréthrinoïdes	Cyperméthrine	
		Organophosphorés	Malathion	
		Organochlorés	Aldrine	
		Néonicotinoïdes	Thiaméthoxame	
<b>Amidinohydrazones</b>	<b>Hydraméthylnon</b>	<b>Perturbation du système respiratoire</b>		

Les pesticides représentent une part importante des pollutions environnementales actuelles. Le terme « pesticide » possède une définition étendue, comprenant les « produits phytosanitaires », les « produits phytopharmaceutiques » ou les « biocides ». Il concerne donc toutes les substances naturelles ou synthétiques utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes (micro-organismes, animaux ou végétaux) jugés indésirables ou nuisibles, non seulement en contexte agricole, mais également dans les domaines de l'hygiène et de la santé publique, de la santé animale et dans les traitements de surfaces non-agricoles (Aubertot et *al.*, 2005).

### 3.1. L'effet du stress sur les plantes :

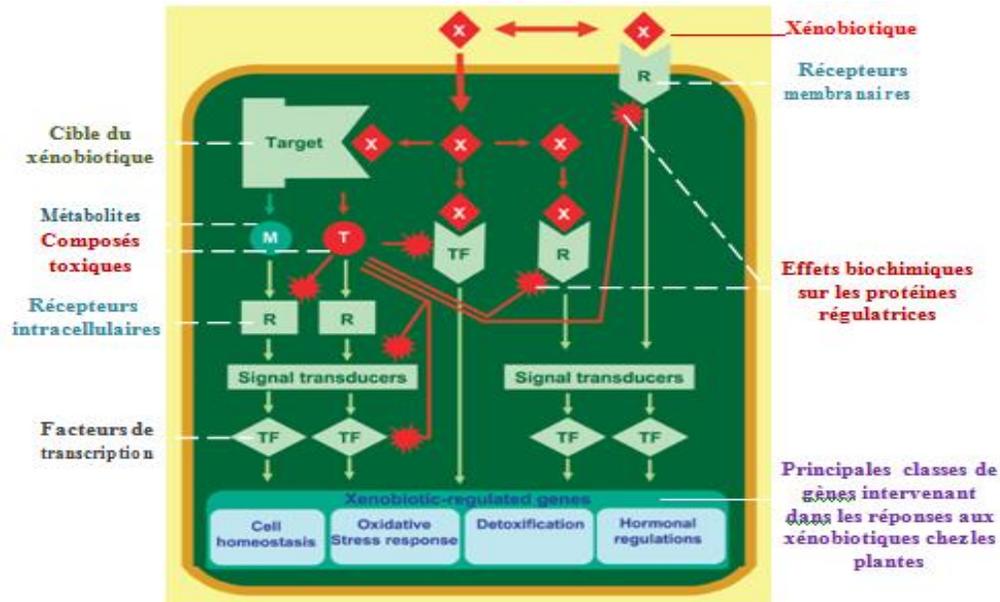
Les plantes terrestres, de par leur caractère sessile, sont très fréquemment soumises à des stress biotiques et abiotiques. Les pollutions par les xénobiotiques, et en particulier les pesticides, qu'elles soient ponctuelles ou persistantes, font partie intégrante des contraintes auxquelles sont confrontées les espèces végétales non cibles, indirectement exposées à ces mélanges de composés. Les xénobiotiques peuvent affecter fortement la survie, le développement et la reproduction des plantes, et induire à plus grande échelle des changements dans les communautés végétales pouvant entraîner des impacts écologiques et agronomiques importants (Helander et *al.*, 2012).



**Figure 7 : Stress chimiques causés par des xénobiotiques sur les organismes cibles et non cibles (Helander et al., 2012).**

L'analyse exhaustive de la littérature met en évidence que les processus physiologiques et biochimiques des plantes peuvent être perturbés par toutes les classes chimiques de xénobiotiques. Ces perturbations ont pour la plupart été évaluées chez des organismes exposés à un xénobiotique unique utilisé à forte concentration ou à des concentrations correspondant aux doses de traitement agricole lorsqu'il s'agit de pesticides. Les travaux menés sur la toxicité des pesticides aux niveaux cellulaires et moléculaires ont montré que, quel que soit le type d'organisme initialement ciblé, les pesticides présentent également des propriétés cytotoxiques et génotoxiques pour divers autres organismes (Poli et al., 2003).

Les xénobiotiques, en particulier les pesticides, induisent donc des effets variés chez les plantes, dépendant entre autres de la nature chimique du composé. Néanmoins, des études comportant des analyses d'expression de gènes dans le cadre de la caractérisation des mécanismes de réponses des plantes ont mis en évidence des réponses communes à une grande diversité de xénobiotiques. Celles-ci font intervenir l'expression de gènes impliqués dans les défenses antioxydantes, dans la protection et la réparation des cellules, et dans les processus de métabolisation, de détoxification, de conjugaison et de transport des xénobiotiques (Ramel et al., 2007).



**Figure 8 : Voies potentielles de perception et de signalisation des xénobiotiques chez les plantes (Ramel et *al.*, 2012).**

### 3.2. L'effet de stress sur les insectes :

#### 3.2.1. Effets sur le comportement des insectes :

L'exposition aux insecticides à des doses sublétals peut conduire à des défauts dans le comportement des insectes. Différents comportements peuvent être altérés comme la mobilité, la recherche de nourriture ou d'hôtes mais aussi le comportement alimentaire. L'exposition aux insecticides peut provoquer une diminution de l'activité locomotrice chez différents insectes (Tomé et *al.*, 2012).

Dans la nature, les insectes consacrent une grande partie de leur vie à la recherche de nourriture, de proies ou d'hôtes. Ce processus implique différents mécanismes comme la reconnaissance de multiples signaux chimiques ou sensoriels, la mémoire, l'apprentissage. Pour les espèces qui vivent en groupe, la communication est également un mécanisme important (Desneux et *al.*, 2007). L'exposition à la cyperméthrine (pyréthrianoïde) à des doses semblables à celles retrouvées dans la nature, induit une forte diminution de la prédation (Claver et *al.*, 2003).

### 3.2.2. Effets physiologiques :

Selon Galvan et *al.* (2005) Le développement chez les insectes peut être perturbé par différents insecticides, se traduisant généralement par un rallongement de la durée de développement, l'apparition de malformations morphologiques ou par une augmentation de la mortalité larvaire ou pupale.

Les insecticides peuvent également induire des perturbations au cours du développement conduisant à des malformations à la naissance. Des doses sublétals d'organophosphorés sont à l'origine de plusieurs malformations au niveau des testicules, des ovaires et de l'intestin d'un insecte (Desneux et *al.*, 2007).

Certains insecticides peuvent avoir un effet sur la fécondité ou la fertilité chez les femelles exposées, provoquant une diminution du nombre de descendants pour la génération suivante. *Tuta absoluta* est un insecte ravageur originaire d'Amérique du Sud qui peut engendrer de nombreux dégâts dans les cultures de tomates (Arno et Gabarra, 2011).

## Chapitre 2 : Matériel et méthodes

### 1. Objectif :

Dans le but de la mise en œuvre de l'effet néfaste présumé de stress abiotique sur le développement des plantes cibles et les ravageurs, nous avons choisi pour la réalisation de notre expérimentation la culture de la tomate, variété Marmande, en raison de son importance parmi les solanacées. Cependant notre travail consiste à étudier :

L'effet de stress chimique induit par les pesticides sur :

- La croissance, le métabolisme et l'état phytosanitaire de la culture de la tomate.
- Le comportement et la fréquence des attaques de la mineuse de tomate.

### 2. Présentation de la région de Mitidja :

Cette vaste plaine sublittoral occupe une superficie de près de 450 Km<sup>2</sup> (Mohammedi-Boubekka, 2007). Elle est orientée parallèlement au relief côtier dans une direction de l'est-nord-est vers l'ouest-sud-ouest (Nebri, 2015). Elle est limitée à l'est par Oued Boudouaou. Au nord par les collines du Sahel algérois, à l'ouest par Oued Nador et au sud par l'Atlas Blidéen (Cote, 1996). La Mitidja s'étire de l'est vers l'ouest en une longue plaine sur une centaine de kilomètres. Sa largeur varie entre 5 et 20 km (Semmoud, 2006).

D'altitude moyenne de 50 m, elle présente une faible pente dirigée vers la mer (Cote, 1996). La Mitidja se divise en deux unités physiques, désignées par la Basse Mitidja et la Haute Mitidja ou partie occidentale de la plaine (Semmoud, 2006).

Vers Blida, les altitudes dépassent toujours 160 m, jusqu'à 200 m même elles s'abaissent vers le nord-est dans la basse plaine à près de 20 m.

**2.1. Facteurs édaphiques de la Mitidja :**

Les facteurs édaphiques sont moins importants que les facteurs climatiques. Ils comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants (Dreux, 1980). Pourtant, d'après Ramade (1984) le sol constitue l'élément essentiel des biotopes propres aux écosystèmes. Selon Halitim (1988) le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et qui entraîne des conséquences très graves à court et à long terme. Hartani (2004) affirme que les sols situés au centre de la Mitidja sont évolués, profonds, développés sur des alluvions anciennes et de texture grossière sablo-limoneuse à sableuse dans les horizons de surface et limono-sableuse en profondeur. La formation du bassin de la Mitidja s'est faite vers la fin du tertiaire et le début du quaternaire au même temps que s'élevait le Sahel (Glangeaud, 1932).

**2.2. Facteurs climatiques :**

D'après Boudyko (1980) et Faurie et *al.* (1980). Le climat influe fortement sur les êtres vivants, il joue un rôle fondamental dans leur distribution et leur vie.

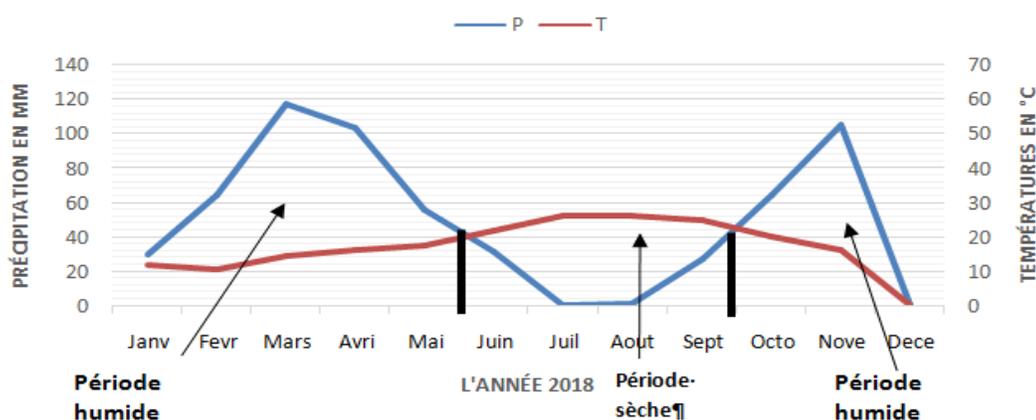
Les principaux facteurs climatiques qui caractérisent la région d'étude prise en considération sont la température et la pluviométrie

Les variations du climat constituent des facteurs importants agissant sur l'évolution de la biosphère. En effet, elles peuvent jouer un rôle fondamental dans les fluctuations d'abondance de nombreuses espèces d'invertébrés terrestres et des insectes en particulier (Ramade, 2009).

Le diagramme ombrothermique de Gaussen permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Les ordonnées sont choisies de telle sorte que 10 °C correspondent à 20 mm de pluie. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité exprimée en mm, est égale ou inférieure au double de la température exprimée en degrés Celsius (Dajoz, 1996).

On construit sur un même graphique les courbes annuelles représentant P et T, avec une échelle des températures double de celle des précipitations. L'aire comprise entre

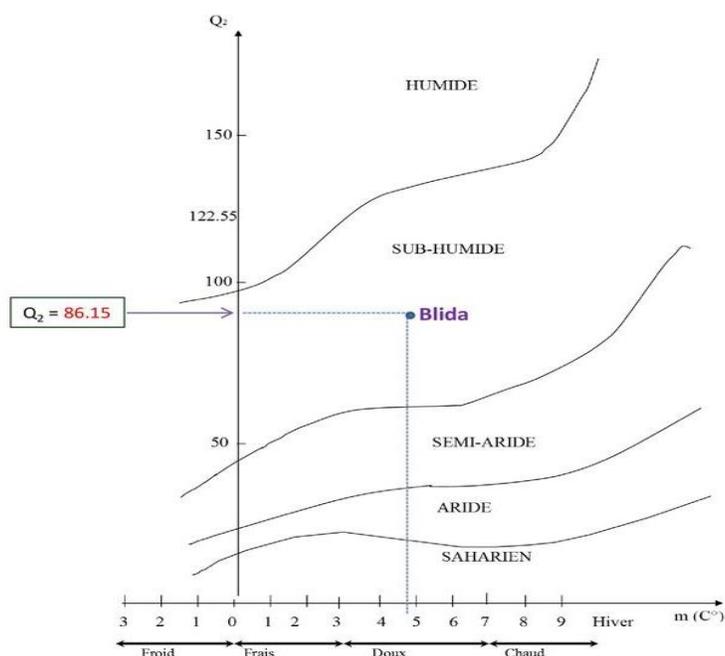
les éventuelles intersections de ces courbes, définit les périodes de sécheresse, en durée et en intensité (Lebreton, 1978). Le diagramme ombrothermique pour l'année de 2018 et pour les trois (03) stations, nous montre que celle-ci est marquée par l'existence de deux périodes humides entre coupées par une période sèche et ce, pour les quatre wilayas d'étude.



**Figure 9 : Diagramme ombrothermique de la Metidja pour l'année de 2018 (ONM, 2019).**

L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les étages bioclimatiques, il est calculé par le biais du coefficient pluviométrique dont l'équation selon Stewart (1996) :

- $Q_2 = 3.43 (P / M-m)$ .
- P= pluviométrie annuelle (mm).
- M= Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud.
- m= Moyenne des températures minimales du mois le plus froid.



**Figure 10 : Localisation de la région de Blida sur le climagramme d'Emberger 2010-2018 (O.N.M., 2019).**

La région de Blida donc bénéficie d'un climat méditerranéen située dans l'étage bioclimatique sub-humide, à hiver doux confirmé par le calcul du quotient pluviométrique d'Emberger Q, ( $Q = 86,15$ ) pour les huit ans de 2010-2018.

### 3. Présentation du site d'étude et conditions expérimentales :

La germination et le développement des jeunes plantules de tomate ont été réalisés en pot, au niveau de la serre du laboratoire des cultures maraichères d'orientation nord-sud, aérée par des fenêtres latérales et chauffée à l'aide de radiateurs. L'enceinte expérimentale enregistrait une température oscillante entre 16 et 28°C.au début de la période expérimentale (Février, début Mars).



**Figure 11 : la serre et la station par GPS (Google Earth, 2020)**

### 3.1. Présentation du matériel d'étude :

#### 3.1.1. Matériel végétal :

Représenté principalement par la semence de tomate, variété Marmande fixée ramener de l'institut technique des cultures maraichères et industrielles (ITCMI) de Staouali (Alger). C'est une variété à croissance indéterminée, obtenu par autofécondation d'individus homozygotes.

La tomate Marmande est une variété très précoce, cette variété présente une qualité commerciale jugée moyenne : fermeté inférieure aux variétés classique, risque de déchets (fentes, collet aune, fruits déformés). Cette variété est plus ou moins récente ne présente pas de résistance génétique aux maladies.

L'expérimentation a été menée sur des plantules de tomate var. Marmande, la germination a été réalisée durant la période 30/02/2020 dans des plateaux alvéolés contenant de la tourbe à raison de 2 graines par cellule (Fig.12).



**Figure 12 : la tomate dans la phase pépinière (Original, 2020).**

Le 12/03/2020 : les plantules des tomates ont été transplantées dans des gobelets en plastique contenant d'un substrat (Fig.12), ensuite on les a mis dans des grands pots qui contiennent le même substrat.

3.1.2. Les traitements utilisés :

Tableau 7 : Présentation des traitements chimiques utilisés dans l'expérimentation.

<p><b>-FUSILADE (Herbicide)</b></p>	<p>Matière active : FLUAZIFOP-P- BUTYL</p>	<p>Dose 3ml/3L d'eau.</p>	
<p><b>-CADILAC (Fongicide)</b></p>	<p>Matière active : MANCOZEBE</p>	<p>Dose : 6g/3L d'eau.</p>	
<p><b>-CHOKE (Insecticide)</b></p>	<p>Matière active : CHLORPYRIPHOS</p>	<p>Dose : 4.5ml/3 L d'eau.</p>	

3.2. Dispositif expérimental et conduite de l'essai :

L'essai est réalisé en bloc aléatoire complet a trois répétitions, chaque unité expérimentale renferme 6 plantules, pour le facteur traitement a 3 niveaux (fongicide, herbicide, et insecticide), en plus du bloc témoin.

3.3. Application des traitements chimiques :

La pulvérisation par traitements chimiques au niveau des unités expérimentales était faite en matinée, par quinzaine de jours avec les doses indiquées (tableau : 7).

#### 4. La méthode d'étude :

##### 4.1. Evaluation de l'effet des traitements et stress hydrique sur la tomate :

Le suivi des effets de stress appliqué sur le développement de la tomate était établie d'une manière régulière, où des mesures de poids et de tailles ont eu lieu pour les deux parties du plant échantillonné (aérienne et sous terrain) avant chaque pulvérisation, des dosages phytochimiques à savoir la proline, les phytoalexines avait lieu.

##### 4.1.1. Mesures des paramètres physiques :

Des échantillons de plantes fraîches ont été stockés sur le site 70°C pendant 48 heures et le poids sec a été calculé.

Mesure de la croissance en longueur de la partie aérienne et souterraine, où après chaque apport de traitement la production de phytomasse (croissance foliaire et croissance en longueur des plants) de tomate sous l'effet des différentes préparations a été estimé, les feuilles devraient être étalées sur papier millimètre et traité par le logiciel Image tool afin d'évaluer la longueur des plants de tomates ainsi que la surface foliaire.

##### 4.1.2. Les dosages phytochimiques :

###### I. Extraction et quantification de la proline :

La méthode suivie a été celle de Troll et Lindsley, simplifiée et mise au point par Dreiret Goring, qui à partir de la matière végétale fraîche mélangée au méthanol est chauffée à 85°C pendant 60 min.

Après refroidissement, on a ajouté à l'extrait de l'acide acétique, de la ninhydrine et un mélange d'eau distillée, d'acide acétique et d'acide orthophosphorique (0,4:1:0,26) ; l'ensemble a été porté à ébullition pendant 30 min au bout desquelles, la couleur vire au rouge. Après refroidissement, l'addition du toluène induit à la séparation de la solution en deux phases : la phase supérieure contenant la proline est récupérée. Après addition du sulfate de sodium Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, on procède à la lecture de l'absorbance à 528

nm. Les valeurs obtenues ont été converties en teneur de proline à partir de la courbe étalon dont la relation est la suivante :

$$A- Y= 0,1043 X$$

Où

Y : Absorbance (nm)

X : Concentration de L-proline (mg/ml.)

## II. Extraction/dosage des phytoalexines :

L'extraction solide-liquide met en jeu des mécanismes complexes et moins bien connus. Le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide-liquide, dissoudre le principe actif à l'intérieur du solide et le soluté doit ressortir du solide (Ribereau- Gayon, 1968 ; Mompon et *al.*, 1996). Le solvant organique utilisé dans cette expérience est un mélange binaire méthanol/ chloroforme selon le protocole modifié de Henfling et Kuc. (1979).

**Protocole :** Broyage des tissus : 0,5 g des tissus prélevés sont hachés et broyés à l'aide d'un pilon en verre. 1<sup>er</sup> macération : ajout de 5ml d'un mélange de solvants organiques (chloroforme/ méthanol : 2/1) aux tissus et laissé macérer pendant 1heure sous agitation, et à l'abri de la lumière. 2<sup>ème</sup> macération : 25ml du même mélange de solvants sont ajoutés et laissés macérer sous agitation pendant 20 à 30 minutes. Centrifugation : la solution préparée est répartie dans des tubes pour être ensuite centrifugée à 5000 rpm pendant 5minutes. Evaporation : après récupération du surnageant dans des béchers, le chloroforme est évaporé sous hôte à flux laminaire, et les résidus (riches en phytoalexines) sont suspendus dans du méthanol. L'évaporation est réalisée pendant 1 à 4 heures selon le type de tissus. II-2-2) Dosage Les extraits sont conservés à une température de 4°C\*, et à l'obscurité, puis ensuite quantifiés spectrophotométriquement, en mesurant leur absorbance à 270 nm (spectre UV).

#### **4.2. Evaluation de l'effet des traitements chimique sur la mineuse de tomate :**

Après un lâcher du lépidoptère *tuta absoluta* au sein des différents blocs, un suivit quotidien aurait eu lieu afin de voir le comportement (ponte) de ce dernier face aux traitements cible et non cible.

Les larves de 4e stade de *T. absoluta* ont été prélevées dans feuilles de tomate infectées. Le test biologique de la population résiduel a été utilisée pour évaluer la toxicité des pesticides.

## Chapitre 3 : Résultats et discussion

Le présent travail a porté sur l'évaluation de l'application par pulvérisation de trois types de pesticides (insecticide, fongicide et herbicide) sur les traits de croissance, de production et Les paramètres physiologiques de la Tomate var. Marmande sous conditions semi-contrôlées.

Cependant, notre suivit prévues n'a pas pu avoir lieu, à ce fait nous avons tentés sur la base de résultats déjà obtenus sur d'autre cultures, d'établir quelques hypothèses sur les résultats pouvant avoir lieu.

### 1. L'évaluation d'effet d'application des pesticides sur la tomate :

#### 1.1. L'évaluation d'effet des applications des pesticides sur les paramètres physiologiques :

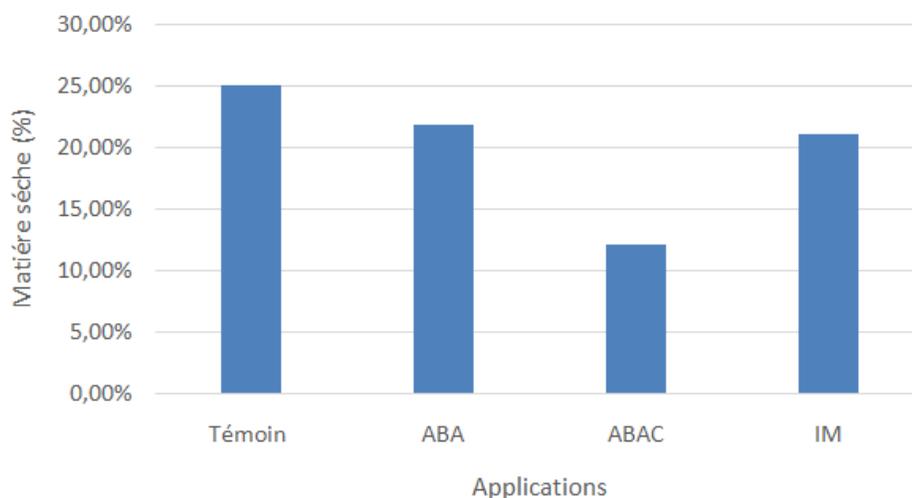
Nous nous somme basés sur les travaux de **Yildiztekin et Nadeem**(2019),pour justifier l'effet des pesticides sur les paramètres physique de la tomate.

##### 1.1.1. L'effet des applications d'insecticides sur la teneur en matière sèche :

**Tableau 8 :Concentrations, abréviations et noms commerciaux des insecticides utilisés.**

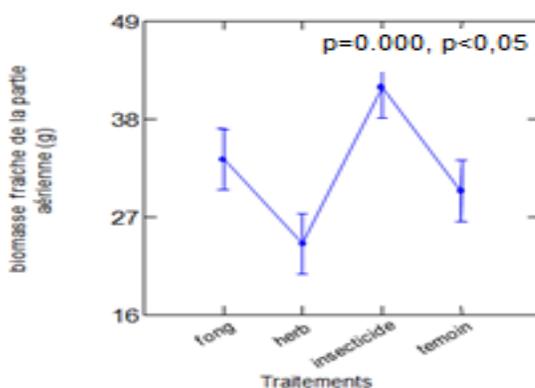
Concentration	Abréviations	Nom commercial
Témoin	Témoin	-
Abamectin (25 mL/100 L)	ABA	Agrimec
Abamectin+Chlorantraniliprole (90 mL/100 L)	ABAC	VoliamTargo
Imidacloprid (100 mL/100 L)	IM	Confidor

La quantité de matière sèche des feuilles a montré une diminution dans tous les groupes par rapport au groupe de témoins. La plus forte baisse a été enregistrée dans le groupe ABAC (12,03%), tandis que la plus faible (21,80%) a été observée dans le groupe ABA (Fig.13).



**Figure 13 : Effets des applications d'insecticides sur la teneur en matière sèche (MS%) des feuilles du plant de tomate (Yildiztekin et Nadeem, 2019).**

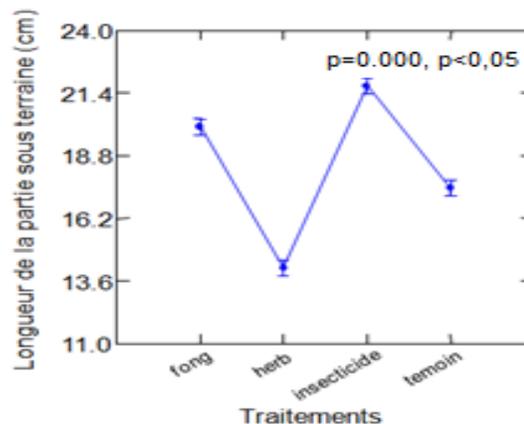
1.1.2. Evaluation de l'effet des différents types de pesticides sur la biomasse fraîche de la Tomate :



**Figure 14 : Effet des pesticides sur la biomasse fraîche de la partie aérienne (Hachemi, 2018).**

Nous nous sommes proposé dans ce cadre d'étudier la variation temporelle de la longueur des plantes de la tomate, afin de visualiser l'effet de trois types pesticides (insecticide, fongicide et herbicide), sur la base des résultats obtenus sur fève, il a été démontré d'une manière générale que les plantes traitées par l'herbicide à un effet négatif que les autres traitements sur la longueur de la partie aérienne des plants et même par rapport au témoin, et que le traitement insecticide semble être le moins défavorable.

Pareillement, Les résultats de l'évolution de la croissance en longueur des racines des plants et la fève sous l'effet des différents traitements montrent que les traitements exercent un effet hautement significatif entre les différents traitements, et que l'effet le plus néfaste est toujours relié aux herbicides. Où la croissance des racines des plants traités par l'insecticide et le fongicide est beaucoup plus favorisée que celle des plants témoins.



**Figure 15 : Effet des pesticides sur la croissance en longueur de la partie souterraine (Hachemi, 2018).**

Toutes les études ont indiqué que les pesticides agissent en interférant avec des mécanismes biochimiques des déprédateurs. La plante cultivée que l'on désire protéger possède les siens propres, dont certains sont proches de ceux des déprédateurs, voire parfois semblables.

Les risques d'interférence du pesticide avec les mécanismes biochimiques de la plante cultivée, donc de phytotoxicité, sont en conséquence d'autant plus élevés que le déprédateur visé est plus rapproché d'elle dans l'ordre phylogénétique (de même pour les caractères phénotypiques). Ce sont les herbicides qui poseront les problèmes de phytotoxicité les plus délicats. Cependant, les autres pesticides peuvent se montrer phytotoxiques selon diverses conditions d'application.

### 1.2. Evaluation de l'effet des différents types de pesticides sur les métabolites de la Tomate :

La fluctuation temporelle des traits biochimiques de la tomate ont fait objet d'étude sous l'effet de différents types de pesticides. Nous avons considéré l'accumulation la proline et des phytoalexines comme paramètres pour évaluer l'effet de différents types de pesticides sur les plants de Tomate.

#### 1.2.1 Variation temporelle de la synthèse de la proline sur tomate sous l'effet des différents types de pesticides :

Cette partie est consacrée à la présentation des résultats du remaniement des taux de la proline obtenus à travers l'application des différents types de pesticides.

Sur la base d'études établie sur fève dans les mêmes conditions climatique et subissant le même stress chimique (même matière active appliquées), nous avons pu estimer l'impact de trois traitements chimiques sur les concentrations de proline

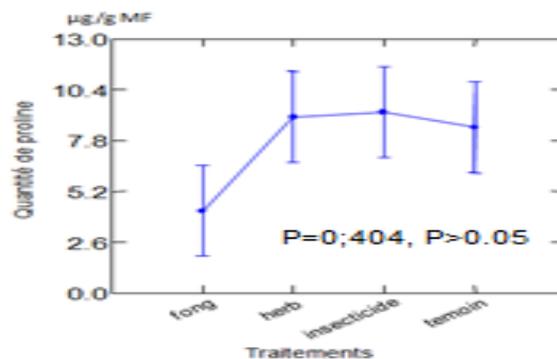
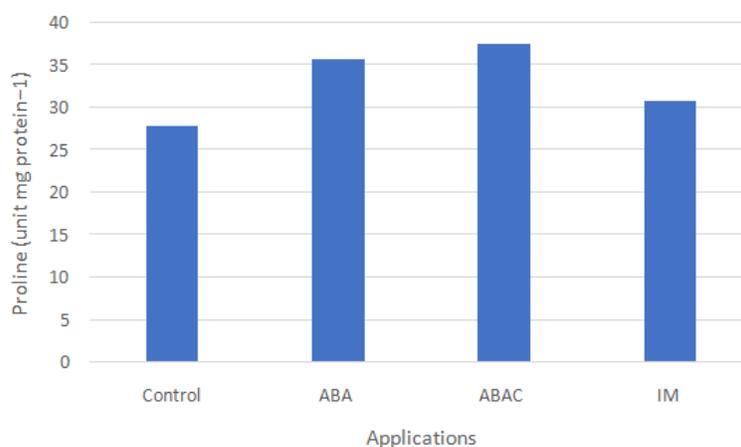


Figure 16 : Effet des différents types de traitements sur la synthèse de proline (Hachemi, 2018).

Les fluctuations des quantités de proline montrent une manifestation relativement plus importante vis-à-vis des herbicides, avec des concentrations presque similaires entre l'herbicide et l'insecticides et qui se rapprochent aux concentrations du témoin ; mais qui s'avère non significatives. La différence non significative dans l'expression de proline peut être due à une exposition similaire à un autre stress tel que la présence de bioagresseurs.

Une autre étude similaire établie sur tomate par **Yildiztekin et Nadeem (2019)**, présentée dans la figure ci-dessus, indique que la teneur en proline la plus élevée dans les feuilles du plant de tomate a été observée dans le groupe ABAC (Abamectin+Chlorantraniliprole) alors que le groupe IM (Imidacloprid) a montré la plus faible concentration.



**Figure 17 : Effets de l'application d'insecticide sur la teneur de Proline dans les feuilles de tomate (Sallam, 2015).**

ABA : Abamectin, ABAC : Abamectin+Chlorantraniliprole, IM : Imidacloprid

Généralement les teneurs en acides aminés (surtout la proline) à l'état libre s'accroissent rapidement chez de nombreuses monocotylédones ou dicotylédones soumises à un stress (Levigneron et *al.*, 1995). La proline comme d'autres composés, tels que la glutamine, le glutathion et le phytol subissent des changements de concentration et s'accumulent dans la plante lorsque l'équilibre métabolique de celle-ci est perturbé par les conditions défavorables du milieu (pollution, stress physiologique,

facteurs climatiques). La concentration peut varier d'une plante à une autre et d'un biotope à l'autre (May et *al.*, 1993 ; Viskari, 2000).

Plusieurs études montrent que le stress conduit la plupart des plantes à diminuer leur potentiel osmotique par accumulation d'osmolytes (Mattson, 1987), et à une perturbation du métabolisme de l'azote, qui se caractérise par l'hydrolyse des protéines, de sorte que les concentrations en protéines diminuent tandis que celles en acides aminés augmentent, notamment la proline (Bergmann, 1997). Selon un autre point de vue, cette accumulation n'est pas une réaction d'adaptation au stress, mais plutôt le signe d'une perturbation métabolique (Yakhlef, 2010).

### **1.2.2. Variation temporelle de la synthèse de phytoalexines sur tomate sous l'effet des différents types de pesticides :**

Les produits naturels actifs dans la défense des plantes peuvent être classés en trois grands groupes : les phytoalexines, les phytoanticipines et les molécules signal, Paxton définira ces molécules comme des composés antimicrobiens, de faible poids moléculaire, synthétisés après une infection ou en réponse à un stress abiotique (Paxton, 1981).

Cette définition courante des phytoalexines n'inclue aucun critère permettant de placer ces molécules comme véritables acteurs de la défense plutôt que comme simple réponse à une infection. Cependant, plusieurs preuves de leur rôle dans la défense existent et qu'a réaction d'hypersensible à toujours était associée à une accumulation intense de phytoalexines (Bailey et Ingham, 1971).

Les phytoalexines de la tomate (*Lycopersicon esculentuin* Mill.) de même que celles de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) sont moins bien connues que celles d'autres Solanacées ou de Légumineuses (Darvi et Albersheim, 1984).

Ainsi, il nous a été difficile de trouver des résultats sur les quelle ont pouvaient se baser pour prédire les fluctuations probables des phytoalexines. Notons pour aussi que le dosage des phytoalexines est généralement effectué dans le broyat d'une quantité plus ou moins importante de matériel végétal. Une telle méthodologie est très insuffisante

pour donner une réelle idée des sites et de la cinétique d'accumulation ponctuelle de ces métabolites (Moesta, 1982).

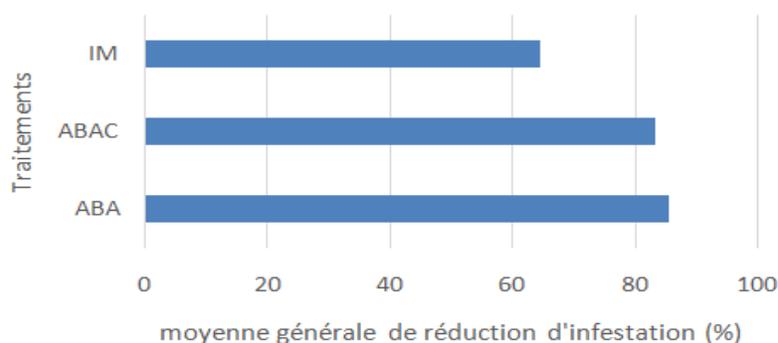
Le rôle des phytoalexines dans la défense des plantes aux agents pathogènes reste toutefois controversé (Hammerschmidt, 2003). En effet, Mert-Türk et al. (2003a) ont montré que la production des phytoalexines n'est qu'une simple réponse à l'infection mais pas une réaction de défense.

### **2. Modulation du comportement reproductif de *tutta absoluta* face au stress chimique :**

Les pesticides sont destinés à protéger les plantes cultivées et les produits récoltés des attaques des bioagresseurs, ou encore à détruire les adventices. D'après plusieurs constats pyrotechniques sur différent terrain, amène à souligner l'importants des apports de traitement phytosanitaire non raisonne influent le taux d'attaques des ravageurs a la plantes hôtes.

Les arthropodes soumis à des facteurs exogènes auraient donc une croissance plus rapide : soit pour mieux résister à ces derniers, soit pour atteindre la maturité sexuelle, Parmi les substances qui peut enrichirai la plante et modifier le comportement des ravageurs on a les produits phytosanitaires ainsi que les engrais fertilisant (Chaboussous, 1985). C'est dans cette optique que notre expérimentation s'articule, vu l'impossibilité de finaliser notre recherche, nous nous somme appuyés sur les propos d'auteurs et de résultats relativement similaires.

Sallam (2015), montrent dans la figure ci-dessus les différentes modulations :

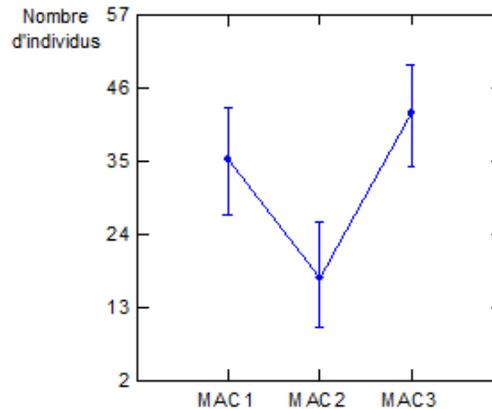


**Figure 18 : Les pourcentages généraux de réduction de l'infestation des feuilles infestées par le stade larvaire de *T. absoluta* après la pulvérisation avec les insecticides testés (Sallam, 2015).**

ABA : Abamectin, ABAC : Abamectin+Chlorantraniliprole, IM : Imidacloprid

Les insecticides testés ont montré un effet négatif variable sur *T. absoluta*, ce qui peut être dû aux différences entre la structure chimique, le mode d'action du composé utilisé et les conditions environnementales prévalant lors des études individuelles. Tous ces facteurs ont joué un rôle important dans la disparition des pesticides des plantes et ont influencé l'efficacité des insecticides testés. L'absorption de l'insecticide par les couches les plus externes de la surface de la plante et les critères suivants, qui dépendent des quantités d'absorption de l'insecticide utilisé, par exemple la perméabilité, la liaison avec les tissus végétaux et le métabolisme, diffèrent grandement selon la structure chimique de ce composé, l'espèce végétale et même la cible de la même espèce, les conditions climatiques et le matériel de pulvérisation utilisé, comme le rapportent (Nigg et Stamper, 1980).

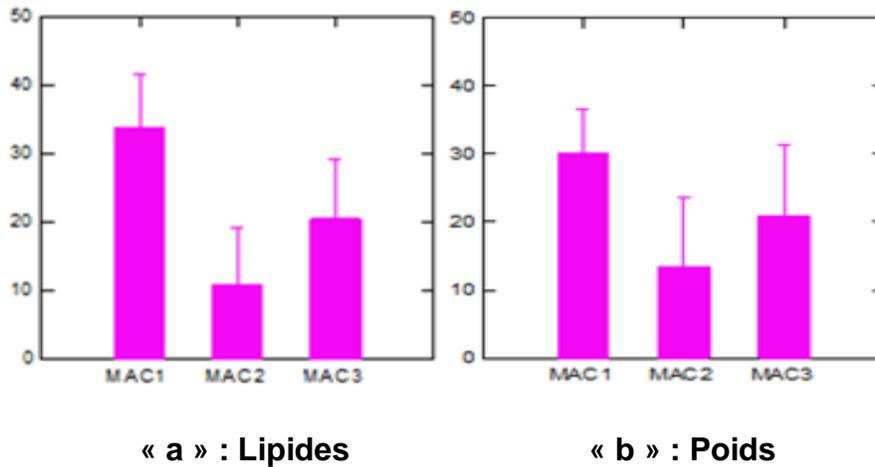
Ainsi on note les travaux de Mekki (2010), qui démontrent un effet différent des matières actives sur les populations résiduelles des aphides traité par trois matières actives différente de pesticide, où une différence significative avec une probabilité associée ( $p=0,012$  ;  $p<0,05$ ). Il on ressort que l'efficacité est en faveur de Lambdacyhalothrine (MAC2) suivi du Thiamethoxan (Mac1) et en dernier le Diafenthiuron (MAC 3).



**Figure 19 : Variabilité temporelle des populations résiduelles *Chaitophorus leucomelas* sous l'effet des matières actives et des doses d'applications (Mekki, 2010).**

Les pesticides de synthèses sont directement impliqués dans les <déséquilibres biologique>, en effet, sans pour autant nier une certaine influence nocive des pesticides sur les ennemis naturels, différent travaux ont parfaitement montraient que ces proliférations résultent principalement d'une augmentation du potentiel biotique des animaux nourris du feuillage traité (majoration de fécondité, de longévité, poids, nombre des femelles par rapport aux males chez les acariens.....Etc.) (Collectif, 1979).

D'après Mekki (2010), concernant l'évolution temporelle du poids de *Chaitophorus leucomelas* on a remarqué une légère variation entre avant et après l'application des matières actives ; alors que sur le plan effet des matières actives, une progression dans le poids réfléchissant l'efficacité suit aux traitements à base de Lambdacyhalothrine (Mac2), Diafenthiuron (Mac3), et Thiamethoxan (Mac1).



**Figure 20 : Effet des matières actives sur les réponses métaboliques et les mesures pondérales des populations résiduelles de *Chaitophorus leucomelas* (Mekki, 2010).**

Les changements biochimiques induits par la présence du toxique peuvent avoir des effets physiologiques sur les individus, une fois un grand nombre de ces derniers sont affectés les effets sont décelables au sein des populations dont les performances écologiques (taux de croissance, expansion, efficacité d'utilisation des ressources, adaptabilité, etc) peuvent être perturbées. (van der Oost et al., 2003).

## Conclusion

Le but fixé au début de cette étude était d'essayer de déterminer quelles sont les effets des pesticides sur le ravageur et la plante cible, Nous pouvons les résumer sur deux points-clés :

- Réaliser un essai sur 3 pesticides (FUSILADE, CADILAC, CHOKE) et voir leurs effets contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*.
- L'évaluation des effets de pesticides suscité sur la physiologie et la phytochimie de la plante *Lycopersicon esculentum L.*

Les résultats documentés montrent que les trois les pesticides testés avaient eu un effet significatif sur la population d'insectes et sur les pourcentages moyens de réduction de l'infestation par *T. absoluta* dans les champs de tomates.

D'autre part, la pulvérisation des insecticides a entraîné une diminution du pourcentage de matière sèche et la taille de la plante (la hauteur, le diamètre de tige). Par ailleurs, les résultats relatifs à l'accumulation de proline exposent une importante accumulation sous l'effet de l'insecticide, cependant, les résultats relatifs aux phytoalexines n'incluent aucun critère permettant de placer ces molécules comme véritables acteurs de la défense plutôt que comme simple réponse à une infection.

De ce qu'il vient d'être abordé, nous estimons que la production végétale raisonnée doit s'ajuster aux normes d'utilisation des produits phytosanitaires, cette finalité est non seulement une assurance de qualité et d'écoulement local mais également une garantie pour la conquête des marchés extérieurs.

## Références bibliographiques

1. **Ababsia A., 2014.** Lutte biologique intégrée contre la mineuse de la tomate (*tuta absoluta* meyrick, 1917) en algérie, dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture montpellier – 22 et 23 octobre, 10p.
2. **Allache F., Houhou M. A., Osmane I., Naili L. et Demnati F., 2012.** Suivi de l'évolution de la population de *Tuta absoluta* Meyrick (Gelichiidae), un nouveau ravageur de la tomate sous serre à Biskra (sud-est d'Algérie). *Entomologie faunistique*, 65: 149-155.
3. **Arnó, J., Gabarra, R., 2011.** Side effects of selected insecticides on the *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) predators *Macrolophus pygmaeus* and *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae). *Journal of Pest Science*. 84, 513–520.
4. **Aubertot J.N., Barbier J.M., Carpentier A., Gril J.J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I. et Voltz M., 2005.** Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France).
5. **Bailey J.A. & Ingham J.L., 1971.** Phaseollin accumulation in bean (*Phaseolus vulgaris*) in response to infection by tobacco necrosis virus and the rust *Uromyces appendiculatus*. *Physiol. Plant Pathol.* 1, 451-456.
6. **Beldjilali N, et Zeltissi K., 2017.** Effet des métaux lourds (Cu et Zn) sur les paramètres morphologiques et physiologiques de la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Mémoire. Master, Phytotechnologie appliquées aux sols pollués, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 53p.
7. **Bergmann, H., Leinhos, V., Machelett, B. et Schönbeck, F., 1997.** Amino alcohols as tools to improve stress tolerance. INRA, Inter drought, VIII-26.
8. **Berkani A et Badaoui M., 2008.** Mineuse de la Tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lépidoptera : Gelichida). Edition INIPAR ,80p.
9. **Biondi A., Guedes R. N. C., Wan F. H., et Desneux N., 2018.** Ecology, Worldwide Spread, and Management of the Invasive South American Tomato

- Pinworm, *Tuta absoluta*: Past, Present, and Future. *Annual Review of Entomology*, 63(1), 239–258.
- 10. Blamey M. et Grey-Wilson C., 2003.** La flore d'Europe occidentale. Paris, ed. Flammarion. 544p.
- 11. Calvet R., Barriuso E., Bedos C., Benoit P., Charnay M. P., Coquet Y., 2005.** Les pesticides dans le sol : Conséquences agronomiques et environnementales. Ed : France Agricole. 641pp.
- 12. Chaux, C.L., Foury, C.L., 1994.** Culture légumière et maraichère. Tome 3 : légumineuses potagères, légumes fruit. Tec et Doc. Lavoisier, Paris 3P, 5p ,7p, 9p.
- 13. CIRAD – FRA., 2003.** Mémento de l'agronome. GRET - FRA, Ministère des affaires étrangères (France) - FRA. Montpellier: CIRAD-GRET, 1691p.
- 14. Claver, M.A., Ravichandran, B., Khan, M.M., Ambrose, D.P., 2003.** Impact of cypermethrin on the functional response, predatory and mating behaviour of a non-target potential biological control agent *Acanthaspis pedestris* (Stål) (Het., Reduviidae). *Journal of Applied Entomology* 127, 18–22.
- 15. Darvill, G., et P. Albersheim. 1984.** Phytoalexins and their elicitors. A defense against microbial infection in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 35: 243-275.
- 16. De Villele, O., 1974.** Besoins en eau des cultures sous serre - essai de conduite des arrosages en fonction de l'ensoleillement. *Acta Hortic.* 35, 123-135.
- 17. Desneux N., E. Wajnberg, K.A. G. Wyckhuys, G. Burgio, S. Arpaia, C.A. Narvaéz-Vasquez, J. González-Cabrera, D. Catalán Ruescas, E. Tabone, J. Frandon, J. Pizzol, C. Poncet, T. Cabello et A. Urbaneja, 2010.** Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. *Journal of Pest Science* 83 :197–215.
- 18. Desneux, N., Decourtye, A., Delpuech, J.-M., 2007.** The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. *Annu. Rev. Entomol.* 52, 81–106.
- 19. Dumortier P., Evrad M., Maiche M., Nicolas A., De Ridder C. & Costa Santos Baltazar S., 2010.** Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et

- valorisation de collection « luc fichot ». Rapport final, Phytotechnie et horticulture. Gembloux agro bio tech., 105 p.
- 20. Ferrero M., 2009.** Le système tritrophique tomate-tétranyques-tisserands-Phytoseiulus Longines. Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique [en ligne]. Thèse de doctorat. Université de Valencia, 116 pp. disponible sur :« <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=FR2014010994> » (consulté le 14 février 2020).
- 21. Galvan, T.L., Koch, R.L., Hutchison, W.D., 2005.** Effects of spinosad and indoxacarb on survival, development, and reproduction of the multicolored Asian lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Biological Control* 34, 108–114.
- 22. Gaussen H., Lefoy J. et Ozenda P., 1982.** Précis de Botanique. Deuxième Ed. Masson, Paris. 172p.
- 23. Germain JF., Lacordaire Al., Cocquempot C., Ramel JM., Oudard E., 2009.** Un nouveau ravageur de la tomate en France : *Tuta absoluta* (Meyrick), PHM revue horticole avril, n512 p.37-41.
- 24. Guénaoui Y., 2008.** Nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Première observation de *tuta absoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem. *Phtoma, La Défense des végétaux* N° 617 :18-19.
- 25. GUISTOLINE T.A., VENDRAMIM J.D. & PARRA J.R.P., 2002.** Number of larval instars of *T. absoluta* (Meyrick) in tomato genotypes, *Scientia Agricola*, V.59, n°2, 21p.
- 26. Hachemi I., 2018.** L'effet des pesticides sur la vigueur végétative et le développement racinaire d'une culture de fève (*Vicia faba* L., 1753), *Phytopharmacie appliquée*, Université Saad Dahlab-Blida 1, 50p.
- 27. Hammerschmidt R. 2003.** Phytoalexin accumulation: response or defense. *Physiol Mol Plant Pathol*, 62: 125–126
- 28. Harizanova V., Stoeva A., Mohamedova M., 2009.** Tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Povolny) (Lepidoptera: gelechiidae) – first record in Bulgaria, *AGRICULTURAL SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 1. 95-95.

29. Helander M., Saloniemi I. et Saikkonen K., 2012. Glyphosate in northern ecosystems. *Trends in Plant Science* 17, 569-574.
30. ITCMI., 2017. Guide Pratique, La culture de la tomate sous serres. Ed. Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles, Staoueli, Alger, 14p.
31. Kolev N., 1976. Les cultures maraichères en Algérie. Tome I. Légumes fruits. Ed. Ministre de l'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
32. KOPPERT., 2013. "Tuta absoluta" Koppert Biological Systems. Consulté le 21 Mai 2013, depuis <http://www.koppert.fr/ravageurs/chenilles-papillonslepidopteres/tuta-absoluta>.
33. Krechmer F. D. S., & Foerster L. A., 2015. *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae): Thermal requirements and effect of temperature on development, survival, reproduction and longevity. *Eur. J. Entomol.*, 112(4), 658-663.
34. Lebdi Grissa K., Skander M., Mhafdhi M. & BelHadj R., 2010. Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) en Tunisie.
35. Levigneron, A., Lopez, F., Varisuyt, G., Berthomien, P. et Casse-Delbar, T., 1995. Les plantes face au stress salin. *Cahier d'agriculture*. (4) : 263-273.
36. Mattson W. J. et Haack R. A., 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating insects. *BioScience*, 37, pp. 110-118.
37. May, MJ., et Leaver, CJ., 1993. Oxidative stimulation of glutathione synthesis in *Arabidopsis thaliana* suspension culture. *Plant. Physiology*. 103.pp. 621-627.
38. Mekki K., 2011. Les réponses métaboliques et comportementales des générations de *Chaitophorus leucomelas* (Kosh, 1954) (Homoptera: Aphididae) à la variabilité toxique des pesticides, *Protection des plantes environnement*, Université Saad Dahlab-Blida 1, 218p.
39. Mert-Türk F, Bennett MH, Mansfield JW, Holub EB., 2003. Camalexin accumulation in *Arabidopsis thaliana* following abiotic elicitation or inoculation with virulent or avirulent *Hyaloperonospora parasitica*. *Physiol Mol Plant Pathol*, 62 :137-45.

- 40. Moesta P., Seydel U., Lindner B. & Grisebach H., 1982.** Detection of glyceollin on the cellular level in infected soybean by laser microprobe mass analysis. *Z. Naturforsch.* 37c, 748-751
- 41. Molla O., Monton H., Beitia F. & Urbanija A. 2008.** La pollila del tomate, Una nueva plaga invasora, *Tuta absoluta* (Meyrick) Eds. Agrotécnicas, S.L.CIF, B80194590 Terallia, 69.5pages.
- 42. Munro B. et Small E., 1997.** Les légumes du Canada. Ed. Val. Morin, Québec, Canada. 436p.
- 43. Nestle M., 1995.** Mediterranean diets: historical and research overview. *The American journal of clinical nutrition*, 61(6 Suppl), 1313S–1320S.
- 44. Nigg HN & Stamper JH., 1980.** Persistence of phenthoate (Cidial) and phenthoate oxon on fruits, leaf, and soil surface and in air in Florida citrus. *Chemosphere*, 9: 343-350.
- 45. Paxton J.D., 1981.** Phytoalexins—A working redefinition. *Phytopathol. Z.*, 101: 106–109.
- 46. Pereira Dos S.J., 2008.** Incidence of adult males of tomato moth in conventional and integrated tomato production systems in caçador, SC: *Agropec.Catarin.*, v.21, n.1: 66-73.
- 47. Péron J., 2006.** La production légumière. Ed. Lavoisier, Paris,640p.
- 48. Philouze J., 1993.** Les tomates station d'Amélioration des plantes maraîchères, Montfavet. Ed. INRA ,1p.
- 49. Polese J.M. ,2007.** La culture de la tomate. Ed Artémis .95p
- 50. Poli P., de Mello M. A., Buschini A., de Castro VL, Restivo F. M., Rossi C. et Zucchi T. M., 2003.** Evaluation of the genotoxicity induced by the fungicide fenarimol in mammalian and plant cells by use of the single-cell gel electrophoresis assay. *Mutation Research* 540, 57-66.
- 51. Povolny D., 1994.** Gnorimoschemini of southern South America VI: identification: keys, checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lep, Gelechiidae). *Steenstrupia*, 20 : 1-42.
- 52. Raemaekers R., 2001.** Agriculture en Afrique tropicale. Bruxelles : Direction Générale de la Coopération Internationale, 1562p.

- 53. Ramade F., 2007.** Introduction à l'écotoxicologie - Fondements et applications. Ed. Paris : Dunod, 550pp.
- 54. Ramel F., Sulmon C., Cabello-Hurtado F., Taconnat L., Martin-Magniette M-L., Renou J-P., El Amrani A., Couée I. et Gouesbet G., 2007.** Genome-wide interacting effects of sucrose and herbicide-mediated stress in *Arabidopsis thaliana*: novel insights into atrazine toxicity and sucrose-induced tolerance. *BMC Genomics* 8, 450.
- 55. Ramel F., Sulmon C., Serra A. A., Gouesbet G. et Couée I., 2012.** Xenobiotic sensing and signalling in higher plants. *Journal of Experimental Botany* 63, 3999-4014.
- 56. Rey F., Carrière J., Ginez A., Giraud M., Goillon C., Goude M., Lambion J., Lefèvre A., Séguret J., Tabone E., Terrentroy A., Trottin-Caudal Y., 2014.** Stratégies de protection des cultures de tomates sous abri contre *Tuta Absoluta* - Protection Biologique Intégrée, Agriculture Biologique. Cahier technique TUTAPI, Paris, ITAB, 16p.
- 57. Rey Y. et Costes C., 1965.** La physiologie de la tomate, étude bibliographique. INRA .111p.
- 58. Rhind S. M., 2009.** Anthropogenic pollutants: a threat to ecosystem sustainability? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364, 3391-3401.
- 59. Sallam, Ahmed., 2015.** Effectiveness of certain insecticides against the tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Advances in Applied Agricultural Science* 03 (2015), 02: 54-64. 3.
- 60. Shankara N, Joep J, Marja G, Martin H, Barbara D., 2005.** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Ed. Fondation Agromisa et CTA, Wageningen. 105 p.
- 61. Silva S.S., 2008.** Fatores da biologia reprodutiva que influenciam o manejo comportamental de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lépidoptera : Gélechiidae) ; 2008, Reproductive biology factors influencing the behavioral management of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae); dissertação apresentada ao programa de pos-Graduação em Entomologia Agrícola. Da universidade Federal

Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Entomologia Agrícola : RECIFE-PE Fevereiro-2008. 75pp.

- 62. Tikarrouchine R., 2009.** Caractérisation agronomique et technologique de 17 hybrides F1 de tomate « *Lycopersicum esculentum* Mill. » obtenus par croisement. Mémoire. Magister, Sciences et Techniques des Productions Végétales, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach-Alger, 126p.
- 63. Tomé, H.V.V., Martins, G.F., Lima, M.A.P., Campos, L.A.O., Guedes, R.N.C., 2012.** Imidacloprid-induced impairment of mushroom bodies and behavior of the native stingless bee *Melipona quadrifasciata anthidioides*. PLoS ONE 7, e38406.
- 64. Van der Vossen Y., Nono-Womdim R., Messiaen CM., 2004.** *Lycopersicon esculentum* Mill. Fiche Protabase. Gruben, G.J.H. & Denton, O.A. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa) Wageningen, Pays-Bas, pp: 419-427.
- 65. Viskari, E.L., Rossi, S., et Holopainen, J.R., 2000.** Norway spruce and Spruce shoot aphid as indicators of traffic pollution. Environmental. Pollution. Vol 107. pp. 305-314.
- 66. Wyckhuys k., Bordat D., Desneux N., et Quintero L. S. F., 2013.** *Tuta absoluta* (Meyrick) : un ravageur invasif des cultures maraîchères pour l’Afrique subsaharienne. Bruxelles : COLEACP PIP, 14p.
- 67. Yakhlef, G., 2010.** Etude de l’activité biologiques de feuilles de *Thymus Vulgaris* et *Laurus nobilis*. Thes mag. Univ Batna. 110P.
- 68. Yildiztekin, M., & Nadeem, S., 2019.** investigations on the effects of commonly used pesticides on tomato plant growth. Fresenius Environmental Bulletin.