

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES



FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'AGRONOMIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie (S.N.V.)

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : protection des végétaux

Intitulé du thème :

**Contribution à l'étude de la bio écologie des
populations de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*
(Lépidoptère, Gelechiidae) et perspective de lutte
dans la région ouest de l'Algérie**

Présenté par : **Berrached sarra**

Terkmani kheira

Mémoire soutenu le 20/09/2020

devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : **Mr. HADDAD** mostefa (Maitre de conférence A, Université Djillali Liabes)

Examineur : **Mme. BELABBAS** Meryem (Maitre de conférence A, Université Djillali Liabes)

Promoteur : **Mr. ZAID** Radouane (Maitre-assistant A, Université Djillali Liabes)

Année universitaire 2019 – 2020

Résumé

Contribution à l'étude de la bio écologie des populations de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) et perspective de lutte dans la région ouest de l'Algérie.

Tuta absoluta est un ravageur de la tomate connu sous le nom de la mineuse de la tomate. L'objectif de notre travail vise l'étude de quelques aspects bio-écologiques des populations de la mineuse sud-américaine *Tuta absoluta* sur deux variétés de tomate.

L'échantillonnage mené au niveau de la région de Ghazaouet montre que les risques d'attaque et d'infestation varient en fonction des variétés et des périodes.

Notre suivi sur terrain n'a pas pu se poursuivre depuis mars 2020, en raison du risque sanitaire lié à la COVID19.

Mots clés : *Tuta absoluta*, tomate, Ghazaouet, ravageur, bio- écologie.

ABSTRACT

Contribution to the study of the bioecology of populations of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) and prospect of control in the western region of Algeria

Tuta absoluta is a tomato pest known as the tomato leafminer. The objective of our work is to study some eco-biological aspects of populations of the South American leafminer *Tuta absoluta* on two varieties of tomato.

The sampling carried out in the Ghazaouet region shows that the risks of attack and infestation vary according to varieties and periods.

Our field monitoring could not continue due to the health risk since March 2020 related to COVID19.

Keywords : *Tuta absoluta*, tomato, Ghazaouet, pest, eco-biology

ملخص:

المساهمة في دراسة علم البيئة الحيوية لمجموعات حافرة أوراق الطماطم *Tuta Absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) وآفاق المكافحة في المنطقة الغربية من الجزائر.

حافرة الطماطم *Tuta absoluta* هي آفة تصيب الطماطم تُعرف باسم حشرة الطماطم. الهدف من عملنا هو دراسة بعض الجوانب البيئية والبيولوجية لمجموعات من حشرة أوراق أمريكا الجنوبية *Tuta Absoluta* على نوعين من الطماطم.

يُظهر أخذ العينات الذي تم إجراؤه في منطقة الغزوات أن مخاطر الهجوم والغزو تختلف باختلاف الصنف

والفترة

لا يمكن أن تستمر المراقبة الميدانية بسبب المخاطر الصحية منذ مارس 2020 المرتبطة بـ COVID19

الكلمات المفتاحية: *Tuta asoluta* ، طماطم ، غزوات ، آفة ، بيولوجيا بيئية

Remerciements

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et nous a inspiré les bons pas et les justes reflexes.

Les remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Nous remercions nos familles surtout nos parents pour leurs sacrifices et leurs sincérités.

A notre encadreur Monsieur ZAID Radouane, pour ses conseils, sa patience et l'aide efficace qu'il nous a apporté au cours de la réalisation de ce mémoire.
Nous le remercions aussi pour le sujet proposé.

A Monsieur MOHAMMEDI Lotfi, Inspecteur phytosanitaire de la Direction des Services Agricoles de Tlemcen, pour le vif intérêt qu'il a porté à notre travail et toute l'aide utile que nous avons trouvé auprès de lui.

A Monsieur HADDAD Mostefa, pour le grand honneur qu'il nous fait de présider le jury, pour ses qualités humaines, sa confiance depuis de nombreuses années et l'immense privilège d'être parmi ses étudiantes pour bénéficier de son enseignement de qualité.

À Madame BELABBAS Meryem, pour le grand honneur qu'elle nous fait d'examiner ce mémoire, pour ses compétences et son sens du devoir.

Nous présentons nos remerciements à tous les enseignants du département pour leurs conseils.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes chers parents qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs encouragements, par leurs dévouements exemplaires et les énormes sacrifices qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont toujours aimé me voir réussir.

Je remercie

Mes chers frères : Mohammed. Abdessamad et Ilyes.

*Toute la famille « **Berrached** », mes oncles, ma tante avec leurs petites familles.*

Sans oublier tous mes amis ainsi que tous ceux qui me sont chers.

Avec toute mon affection. A tous ceux qui m'ont enseigné, avec toute ma gratitude

SARRA

Dédicace

Je dédie humblement ce travail

*Au plus précieux des êtres humains sur mon cœur
maman c'est la personne qui peut remplacer n'importe
qui mais ne peut être remplacée par personne source de
ma joie de vivre et de mon courage d'avancer.*

*Mon père tuteur qui était soucieux de ma réussite, que
dieu me le garde.*

Je dédie aussi ce travail à :

Mon mari « zaki talhi »

Mes frères « Mohamed Marwane Mounir »

A Tous mes amis et mes collègues.

A ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

KHEIRA

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale01

Chapitre I : La tomate

I. Historique.....	03
I.1. Classification de la tomate.....	04
I.2. Description botanique de la tomate.....	05
I.2.1. Racine.....	05
I.2.2. Tige.....	05
I.2.3. Feuilles	06
I.2.4. Fleurs.....	06
I.2.5. Fruit.....	07
I.3. Le cycle de vie de la tomate.....	07
I.3.1. La germination.....	07
I.3.2. La croissance.....	07
I.3.2.1 En pépinière.....	08
I.3.2.2. En plein champ.....	08
I.3.3. La floraison.....	08
I.3.4. La pollinisation.....	08
I.3.5. La fructification et la maturité des fruits.....	08
I.4. Importance économique de la culture de tomate.....	09
I.4.1. Dans le monde.....	09
I.4.2. En Algérie.....	10
I.4.2.1. Evolution de la superficie et la production de tomate en Algérie.....	10
I.4.2.2. Le rendement national de tomate.....	10
I.4.2.3. La production de tomate par wilaya.....	11
I.5. Les variétés cultivées en l'Algérie.....	12
I.6. Exigences de la culture.....	13
I.6.1. Exigences climatiques.....	13
I.6.1.1. Température.....	13
I.6.1.2. Humidité relative.....	13
I.6.1.3. Luminosité.....	13
I.6.1.4. L'eau.....	13
I.6.2. Exigence pédologiques	14
I.6.2.1. Type de sol.....	14
I.6.2.2 PH du sol.....	14
I.7. Ravageurs et maladies de la tomate.....	14
I.7.1. Les principaux ravageurs de la tomate.....	15
I.7.2. Les principales maladies	16

Chapitre II : La mineuse de la tomate

Introduction

II.1. Position systématique	17
II.2. Origine et distribution géographique.....	18
II.2.1. Origine	18
II.2.2. Distribution géographique.....	18
II.2.2.1. Dans le monde.....	18
II.2.2.2. En Algérie.....	19
II.3. Plantes hôtes.....	20
II.4. Morphologie.....	20
II.4.1. L'adulte.....	20
II.4.2. Œufs.....	21
II.4.3. Les larves.....	21
II.4.4. Chrysalide.....	22
II.5. Biologie.....	23
II.6. Symptômes et dégâts.....	24
II.6.1. Sur les feuilles.....	24
II.6.2. Sur les tiges.....	25
II.6.3. Sur fruits.....	25
II.7. Les moyens de lutte.....	26
II.7.1. La lutte prophylactique.....	26
II.7.2. La lutte biotechnologique.....	26
II.7.3. La lutte biologique.....	27
II.7.3.1. Les trichogrammes contre la mineuse de la tomate.....	27
II.7.3.2. La bactérie <i>Bacillus thuringiensis</i>	27
II.7.4. La lutte chimique.....	28

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III : Matériels et méthodes

Objectif de l'étude.....	29
III.1. Présentation de la région d'étude.....	29
III.1.1. Situation géographique de la région d'étude.....	29
III.2. Présentation du site expérimental.....	30
III.3. Caractéristiques climatiques.....	31
III.3.1. La température.....	31
III.3.2. La pluviométrie.....	32
III.4 Diagramme Ombrothermique de la région d'étude.....	32
III.5. Climagramme d'emberger.....	33
III.6. Matériels et méthodes de travail.....	34
III.6.1. Présentation des serres d'étude.....	34
III.6.1.1. Installation de la culture.....	34
III.6.1.2. Suivi de la culture de Tomate.....	35
III.7. Matériels d'étude.....	37
III.7.1. Matériels utilisés sur le terrain.....	37
III.7.2. Matériels utilisés au laboratoire.....	37
III.8. Méthodes d'étude.....	37
III.8.1. Méthode de dénombrement au terrain.....	37

III.8.1.1. Niveaux de risque d'infestation par les captures de piégeage des mâles par phéromone sexuelle.....	37
III.8.1.2. Niveaux d'infestation larvaire sur plant.....	39
III.8.2. Au laboratoire.....	39
III.8.2.1. Dénombrement des états de développement de la mineuse de la tomate	39
III.9. Exploitation des résultats.....	40
III.9.1. Niveaux de risque d'infestation par les captures de piégeage des mâles par phéromone sexuelle.....	40
III.9.2. Niveaux d'infestation surplant.....	40

Chapitre IV : Résultats

IV .1. Niveaux de risque d'infestation par les captures de piégeage des mâles par phéromone sexuelle	41
IV .1.1. Risque potentiel d'infestation des ailés de <i>T. absoluta</i> sur la variété Kawa sous serre.....	41
IV .1.2. Risque potentiel d'infestation des ailés de <i>T. absoluta</i> sur la variété Sissilia sous serre.....	42
IV .2. Niveaux d'infestation larvaire sur les variétés Kawa et Sissilia.....	42
IV .2.1. Niveaux d'infestation sur la variété Kawa.....	43
IV.2.2. Niveaux d'infestation sur la variété Sissilia.....	43
Discussion générale	45
Conclusion générale	47
Références bibliographiques	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°01 : Production en millions de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017.....	09
Tableau n°02 : Les principales variétés à croissance indéterminée et déterminée cultivées en Algérie.....	12
Tableau n°03 : Les principaux ravageurs de la tomate.....	15
Tableau n°04 : Les principales maladies de la tomate.....	16
Tableau n°05 : Les températures moyennes mensuelles de la région de Ghazaouet, période 2019-2020.....	31
Tableau n°06 : Pluviométrie mensuelle de la région de Ghazaouet, période 2019-2020.....	32
Tableau n°07 : Les produits phytosanitaires utilisés pour la protection de la culture de la tomate	36
Tableau n°08 : Indice du risque en fonction des captures des adultes par semaine par les pièges à phéromone.....	40
Tableau n°09 : Indice du risque en fonction de la présence des larves vivantes dans les cultures.....	40
Tableau n°10 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Kawa.....	41
Tableau n°11 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Sissilia.....	42
Tableau n°12 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Kawa.....	43
Tableau n°13 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Sissilia.....	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Diffusion de la tomate dans le monde.....	04
Figure 2 : Système racinaire	05
Figure 3 : Tige de tomate.....	05
Figure 4 : Les Feuilles de tomate.....	06
Figure 5 : La fleur de tomate.....	06
Figure 6 : Le fruit de la tomate avant la maturation.....	07
Figure 7 : Evolution de la production et la superficie nationale de tomate.....	10
Figure 8 : Evolution nationale de rendement de la tomate.....	11
Figure 9 : La production de tomate par wilaya en 2016.....	11
Figure 10 : Répartition géographique de <i>T. absoluta</i>	19
Figure 11 : Répartition géographique de <i>Tuta absoluta</i> en Algérie.....	19
Figure 12 : L'adulte de la mineuse de la tomate.....	20
Figure 13 : Œuf de <i>Tuta absoluta</i>	21
Figure 14 : Stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i>	22
Figure 15 : Stade nymphal de <i>Tuta absoluta</i>	22
Figure 16 : Cycle de développement de <i>T. absoluta</i>	23
Figure 17 : Attaque de <i>T. absoluta</i> sur les feuilles.....	24
Figure 18 : Dégâts de <i>T. absoluta</i> sur tiges de tomate.....	25
Figure 19 : Symptômes sur fruits de tomate.....	25
Figure 20 : Ponte des œufs d'une Femelle de <i>T. achaeae</i> dans les œufs de <i>T.absoluta</i>	27
Figure 21 : Localisation de la région d'étude (Ghazaouet, Tlemcen).....	30
Figure 22 : Les serres de la tomate.....	31
Figure 23 : Diagramme ombrothermique pour la région de ghazaouet 2020.....	33
Figure 24 : Localisation de la zone d'étude sur le climagramme d'emberger.....	34
Figure 25 : La serre variété kawa.....	35

Figure 26 : La serre variété Sissilia.....	35
Figure 27 : Piège à phéromone de type Delta.....	38
Figure 28 : Les mâles de <i>Tuta absoluta</i> dans une plaque engluée de piège delta.....	38
Figure 29 : Observation sous une loupe binoculaire.....	39
Figure 30 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Kawa.....	41
Figure 31 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Sissilia.....	42
Figure 32 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Kawa.....	43
Figure 33 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Sissilia.....	44

Introduction générale

Introduction générale

La tomate (*Solanum lycopersicum*) est une espèce maraîchère qui appartient aux solanacées tout comme la pomme de terre et l'aubergine. C'est une plante herbacée annuelle originaire des Andes et d'Amérique (Chaux et Foury, 1994). Elle occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne au même titre que la pomme de terre. Elle est produite dans des conditions variées, du champ aux cultures hors-sol sous serre. Cette diversification a suivi l'évolution variétale et les innovations techniques des dernières décennies (Lecompte et Causse, 2014).

En Algérie, la tomate est cultivée selon deux modes de production : en culture maraîchère et en culture industrielle. La tomate représente 8,4% de la superficie totale réservée aux cultures maraîchères et industrielles, et est représentée par 65,06% pour la tomate maraîchère et 40,1% pour la tomate industrielle (MADR, 2013). En matière de production, la tomate industrielle a connu une forte augmentation soit 136%, résultant de l'amélioration des rendements qui sont passés de presque 200 qx/ha durant la période 2000-2009 à plus de 500 qx /ha en 2010-2017 (MADR,2017).

Les tomates figurent dans le classement des légumes les plus consommés dans le monde. Selon les données fournies par Faostat, 182 301 millions de kilos de tomates ont été cultivés dans le monde en 2017. La production a augmenté de 35,76 % au cours des 10 dernières années (FAO, 2019).

La tomate constitue également une source non négligeable de minéraux, vitamines et certains composés naturels secondaires ayant un potentiel antioxydant important (Zidani, 2009).

Cependant, la tomate est particulièrement sujette aux attaques des ravageurs et de maladies. Parmi les insectes envahissants d'importance économique, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae), une mineuse de feuilles originaire d'Amérique du Sud (Guedes et Picanço 2012, Campos et al., 2017, Biondi et al., 2018), est considérée comme un ravageur clé et dévastateur de la tomate de transformation et des tomates fraîches (*Solanum lycopersicum* L.). En outre, les aleurodes, les pucerons, les acariens, les thrips, et les noctuelles constituent ses principaux

insectes exotiques en serres (Trottin-Caudal et *al.*, 1995). Pour les maladies les plus virulentes, le mildiou, l'alternaria et le virus TYLCV sont les plus signalées (Simberloff et *al.*, 2013).

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* a été détectée pour la première fois en dehors de l'Amérique du Sud en 2006, et est maintenant distribuée dans la plupart des zones de culture de tomates en Europe, en Afrique et en Asie (Biondi et *al.*, 2018, Han et *al.*, 2018).

En Afrique, *T. absoluta* s'est rapidement répandue depuis son arrivée dans trois pays d'Afrique du Nord (Maroc, Algérie et Tunisie), au cours de la campagne agricole 2007- 2008. Il s'agit maintenant d'un ravageur économique majeur bien établi en Afrique du Nord et en Afrique subsaharienne (Desneux et coll. 2010 ; Brévault et *al.*, 2014 ; Tonnang et coll. 2015 ; Mutamiswa et *al.*, 2017).

En Algérie sa première apparition fut à Mostaganem au mois de mars 2008, ensuite elle s'est propagée dans le reste du pays (EPPO, 2008).

A cause des dégâts qu'occasionne ce ravageur de par le monde, plusieurs travaux ont été menés, afin de déterminer sa bio écologie ainsi que la dynamique de ses populations, et ce pour mieux le contrer et préserver les productions de culture de tomates.

C'est pourquoi nous allons suivre la dynamique des populations de *T. absoluta* sur deux variétés différentes de tomate dans la commune de ghazaouet relevant de la wilaya de Tlemcen.

Le but de cette présente étude est d'installer des pièges à phéromones afin de déterminer le nombre de populations de *T.absoluta* pour chacune des deux variétés étudiées présentes dans les serres, de déterminer le seuil d'infestation et de nuisibilité de ce ravageur dans la région étudiée.

Chapitre I : La tomate

I. Historique

La tomate est une des cultures les plus répandues à travers le monde (Shankara et *al.*, 2005). Appartenant au genre *Solanum* c'est une plante herbacée originaire du nord-ouest de l'Amérique du sud, cultivée pour son fruit, en plein champ ou sous abri.

Elle a été cultivée pour la première fois au Mexique par les Aztèques qui l'appelaient "tomalt". L'Europe ne l'a connue que vers le XVI^e siècle lorsque les espagnols et les portugais l'ont introduit après la découverte des Amériques (Fig.1). Les italiens l'ont appelé "pomodoro" qui se traduit par "pomme d'or" et ils ont en fait surtout de la sauce. La tomate n'a intégré le régime alimentaire européen qu'à la fin du XVII^e siècle, voire au début du XIX^e siècle. En France, durant ce siècle, elle était encore utilisée comme plante ornementale (Blancard, 2009).

Au XVIII^e siècle, la tomate va vraiment être consommée de façon alimentaire, et apparaitre dans les catalogues de graines (1778). Vers la fin XIX^e et le début du XX^e siècle, sa consommation se démocratise davantage et son offre en semences se diversifie en France (Blancard, 2009).

Au XIX^e siècle, les migrants européens emportent avec eux des graines de tomates aux Etats-Unis (Fig.1), ce qui va permettre au pays de fabriquer le ketchup au monde et de devenir l'un des plus gros producteurs actuels (Blancard, 2009).

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

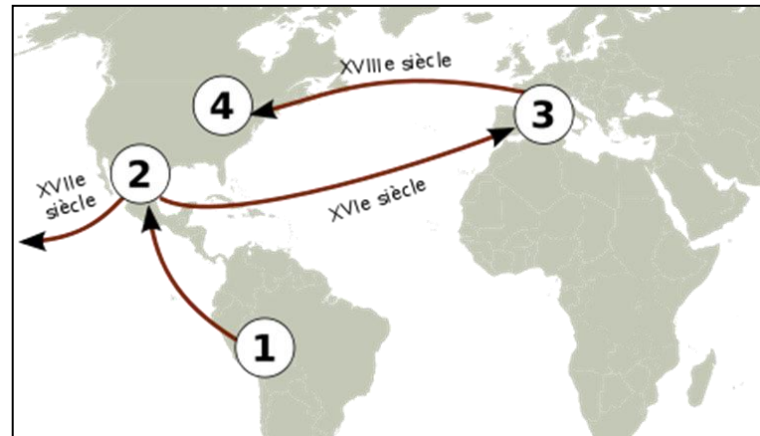


Figure 1 : Diffusion de la tomate dans le monde (Gallais et Bannerot, 1992).

1) Pérou : Centre de diversification ; (2) Mexique : Premier centre de domestication ;
 (3) Europe : Deuxième centre de domestication ; (4) Etats Unis : Troisième centre de domestication.

I.1. Classification de la tomate

La tomate a eu plusieurs noms scientifiques au fil des ans, y compris *Solanum lycopersicon esculentum*. Au début des années 1700, Linnaeus a classé la tomate dans le genre *Solanum* en se basant sur les caractéristiques visibles. Au milieu des années 1700, Philip miller, a classé les tomates dans le genre *Lycopersicon*. Il pensait que les tomates appartenaient à un genre différent des autres espèces de solanacées toxiques. Plus récemment, les taxonomistes ont reclassé l'espèce, le remettant dans le genre *Solanum* en se basant sur des informations génétiques. Cette histoire de la classification des tomates montre que les connaissances scientifiques ne sont pas statiques, qu'elles changent constamment lorsqu'on dispose de nouvelles informations.

Gaussen et *al.*, (1982) rappellent que la tomate appartient la classification suivante :

Règne : *Plantae*

Embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Solanales*

Famille : *Solanaceae*

Genre : *Solanum*

Espèce : *Solanum lycopersicum*

I.2. Description botanique de la tomate

I.2.1. Racine

La racine est forte, pivotante et très développée qui pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus (Fig.2). En sol profond, des racines peuvent être retrouvées jusqu'à un mètre (Chaux, 1994 ; Blamey et *al.*, 2007).



Figure 2 : Système racinaire (Chaux et Foury, 1994)

I.2.2. Tige

La tige est pleine et anguleuse, pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 mètre (Fig.3) (Shankara, 2005).



Figure 3 : Tige de tomate (Originale, 2020)

I.2.3. Feuilles

Les feuilles sont disposées en spirale, 15 à 50 cm de long et 10 à 30 cm de large (Shankara, 2005). Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (Fig.4). L'inflorescence est une cyme formée de 6 à 12 fleurs. Le pétiole mesure entre 3 et 6 cm (Shankara, 2005).



Figure 4 : Les Feuilles de tomate (Originale, 2020)

I.2.4. Fleurs

Les fleurs sont bisexuées, mais la fécondation croisée peut avoir lieu. Les abeilles et les bourdons sont les principaux pollinisateurs. Les fleurs sont en grappe et généralement de couleur jaune (Fig.5). Les pétales sont en partie soudés pour former une corolle étoilée (Chaux, 1994 ; Blamey et *al.*, 2007).

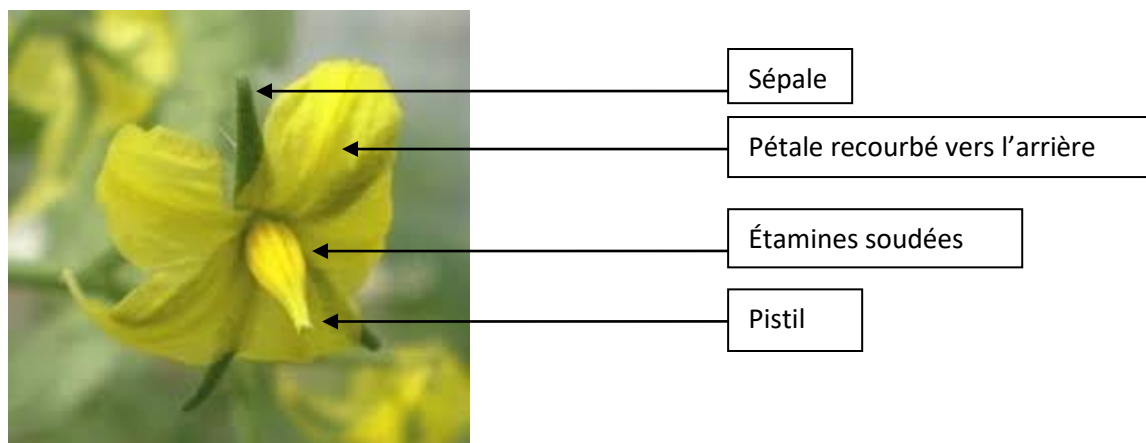


Figure 5 : La fleur de tomate (Chaïb, 2007)

I.2.5. Fruit

Le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie, mais généralement ronde et régulière ou côtelée, d'un diamètre de 2 à 15 cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu (Fig.6). La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange (Shankara *et al.*, 2005).



Figure 6 : Le fruit de la tomate avant la maturation (Originale ,2020)

I.3. Le cycle de vie de la tomate

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

I.3.1. La germination

La germination est le stade de levée qui mène la graine jusqu'à la jeune plante capable de croître normalement (Corbineau et Core, 2006). Chez la tomate la germination est épigée, nécessite une température ambiante d'environ 20°C et une humidité relative de 70 à 80% (Chaux et Foury, 1994).

I.3.2. La croissance

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

I.3.2.1 En pépinière

De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines et des prés feuilles.

I.3.2.2. En plein champ

Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuilles.

I.3.3. La floraison

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

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

I.3.4. La pollinisation

Les conditions climatiques ont un effet sur la libération et la fixation du pollen, par exemple si la température nocturne est inférieure à 13 °C, la plupart des grains de pollen seraient vides, et une faible humidité dessèche les stigmates qui causent une difficulté du dépôt de pollen (Louveaux, 1984). L'intervention des agents extérieurs est nécessaire pour cette étape, le vent ou certains insectes comme le bourdon (Chaux et Fauray, 1994). Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite (Shankara, 2005).

I.3.5. La fructification et la maturité des fruits

La fructification débute par la nouaison des fleurs de l'inflorescence du bas vers le haut. Les fruits mûrissent quand ils atteignent leurs tailles définitives et ils se colorent en jaune puis en rouge (Benton, 1999). Il existe une relation proportionnelle entre la production d'auxine, le développement des fruits et la quantité des graines (FAO, 1987). La lumière intense permet la synthèse active qui affecte la mise et la couleur

des fruits, pour cela une température de 18 °C la nuit et 27°C le jour est favorable (Ray et Costes, 1965 ; Shankara, 2005).

I.4. Importance économique de la culture de tomate

I.4.1. Dans le monde

La tomate occupe une place très importante dans l'agriculture mondiale. Elle est cultivée dans toutes les zones climatiques grâce à leur système sous abris. La Chine est en première position avec une production de 59 514 773 de tonnes, suivie de l'Inde avec 20 708 000 de tonnes, puis de la Turquie avec 12 750 000 de tonnes de tomate produites (Tableau n°01) (Faostat, 2017).

Tableau n°01 : Production en millions de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017, (Faostat, 2017).

Classement	Pays	Production (tonnes)
1	La chine	59 514 773
2	Inde	20 708 000
3	Turquie	12 750 000
4	Etats-Unis d'Amérique	10 910 990
5	Egypte	7 297 108
6	Iran	61 77 290
7	Italie	60 15 868
8	Espagne	60 15 868
9	Mexique	42 430 58
10	Brésil	42 30 150

I.4.2. En Algérie

I.4.2.1. Evolution de la superficie et la production de tomate en Algérie

Selon les sources statistiques de la FAO, l'évolution de la production et la superficie nationale consacrée pour la culture de tomate au cours des années de 1987-2017 est présentée dans la (Fig.7) :

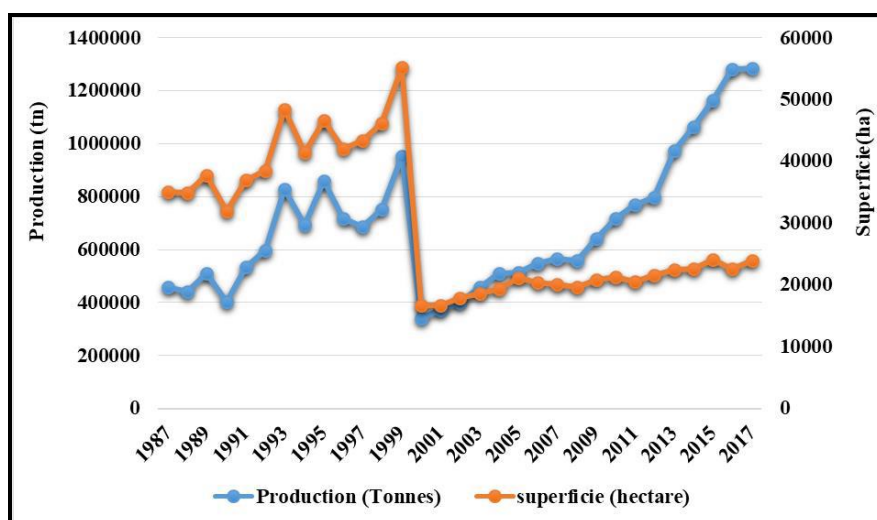


Figure 7 : Evolution de la production et la superficie nationale de tomate (FAO, 2018).

En 1987, la production de tomates augmente progressivement après l'application de la loi n° 83-18 du 13 août 1983 relative à l'accèsion à la propriété foncière agricole (APFA).

Avant 2000, la production de tomates était faible par rapport à la superficie, mais depuis les années 2000, la production de la tomate a amorcé une nouvelle phase de croissance, pendant la mise en œuvre du plan national du développement agricole (PNDA). Elle dépasse 1,2 millions de tonnes en 2017. Au cours de ces 17 dernières années, la production de la tomate a augmenté entre 2000 et 2017 avec un taux de croissance de 276,71%.

I.4.2.2. Le rendement national de tomate

En Algérie le rendement de la tomate (Fig.8) n'a pas connu une forte augmentation, entre 1987 et 2000. À partir de l'année 2000, nous constatons une augmentation jusqu'à l'année 2017 qui dépasse 53 tonnes/hectare.

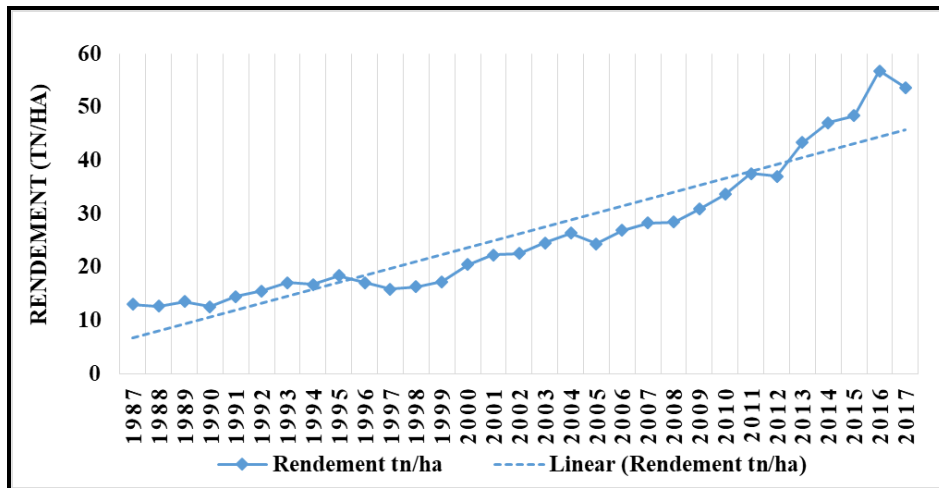


Figure 8 : Evolution nationale de rendement de la tomate (FAO, 2018)

I.4.2.3. La production de tomate par wilaya

La wilaya de Biskra vient en tête des 12 wilayas productives de tomate avec une production de plus de 3 million de quintaux ; El-Oued est la seconde région productrice avec une production de plus de 1 million de quintaux et la troisième région est Mostaganem avec une production de 939 128 de quintaux (Fig.9).

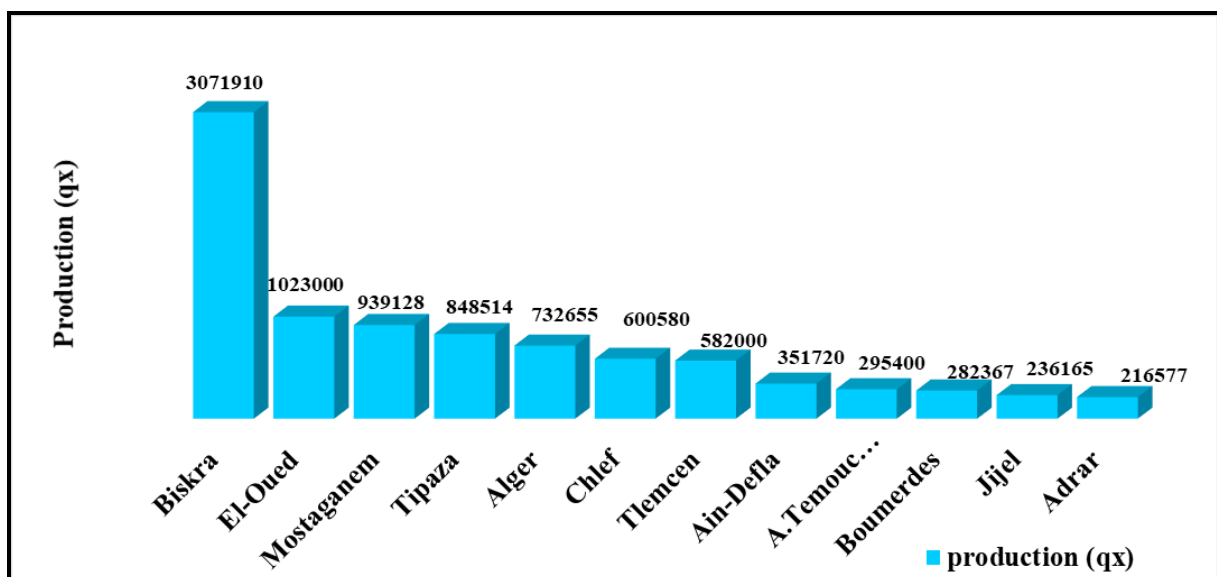


Figure 9 : La production de tomate par wilaya en 2016 (MADRP, 2019)

I.5. Les variétés cultivées en l'Algérie

Les variétés de tomate sont classées selon leur mode de croissance en deux types : variétés à croissance déterminée et à croissance indéterminée, correspondant au schéma de développement de leur tige principale. Les variétés de tomate utilisées pour la production en frais sont principalement de type indéterminé (Tableau n°02). Le développement de leur tige est au contraire continu dans le temps et peut atteindre plus de 10 mètres en une seule année de culture sous serre. Dans le cas ; des variétés déterminées, il n'y a que deux feuilles entre les inflorescences. La croissance de la tige s'arrête avec l'apparition de l'inflorescence terminale (Sayeda, 2007).

Tableau n°02 : Les principales variétés à croissance indéterminée et déterminée cultivées en Algérie (ITCMI ,2018)

Espèces	Variétés	
	croissance indéterminée	croissance déterminée
Tomate	Kawa Keylargo	Zéralda- Zenith Sabra
	Sisilia F1 Miracle grappe	Rio grande
	Agora Valouro	El gon Pico d'aneto Universalmech
	Zahra Tyerno	Castlong Heinz
	Panekra	Giaron
	Tofen	Sabra

I.6. Exigences de la culture

I.6.1. Exigences climatiques :

I.6.1.1. Température

La tomate est une plante exigeante en chaleur durant toutes les étapes de son développement. La température optimale varie de 18-25°C pendant la journée et de 15°C à 16°C pendant la nuit, en-dessous de 15°C, la formation des organes florales et la floraison s'arrêtent. Toutefois, en dessous de 10°C, c'est tout le cycle de développement qui s'arrête (Lambert, 2006).

I.6.1.2. Humidité relative

L'humidité de l'air comprise entre 60% et 65% convient à tous les stades de développement de la tomate (Chibane., 1999).

I.6.1.3. Luminosité

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. D'ailleurs, 1200 heures de luminosité sont nécessaires pendant les 6 mois de vie de la plante, 14 heures par jour d'éclairement sont nécessaires pour une bonne nouaison. Toutefois, la photopériode ne doit pas dépasser 18 heures par jour ((Naika et *al.*, 2005).

I.6.1.4. L'eau

Les besoins en eau de la tomate se situent entre 4000 et 5000 m³/Ha.

Cependant, 3 phases physiologiques correspondant à des besoins en eau différents sont à distinguer :

- De la plantation à la 1ère 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 (ITCMI, 2015).

I.6.2. Exigence pédologiques

1.6.2.1. Type de sol

La tomate se cultive dans presque tous les sols, depuis les terrains d'alluvions jusqu'aux terres argileuses les plus lourdes. Cependant, les sols légers, perméables, meubles et riches en humus lui conviennent particulièrement bien (Lambert, 2006).

I.6.2.2 PH du sol

Selon Chaux et Foury (1994), la tomate est très tolérante en pH. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre 6.0 et 7.0.

I.7. Ravageurs et maladies de la tomate

La tomate demeure toujours sujette aux attaques d'ordre biotique et abiotique. Les principaux dégâts des ravageurs et symptômes des maladies sont respectivement récapitulés dans les tableaux 3 et 4 :

I.7.1. Les principaux ravageurs de la tomate

Tableau n°03 : Les principaux ravageurs de la tomate (Pyron, 2006).

Insectes et ravageurs	Nom scientifique	Symptômes et dégâts
Nématodes à galles	<i>Meloidogyne Incognita</i> <i>Chitwood</i> et <i>Meloidogyne arenaria</i> Neal.	Des galles sur les racines des plants attaqués. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.
Acariens	<i>Tetranychus urticae</i> Koch et <i>T. Cinnabarinus</i> Boisduval	La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Sur fruit, la peau présente des craquelures.
Noctuelles terricoles et Noctuelles des fruits	<i>Agrostis segetum</i> <i>Oberdorfer Chloridea armigera</i> Hampson,	Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante. Sur fruit, des galeries qui évoluent en pourriture.
Aleurodes	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood et <i>Bemisia tabaci</i> Gennadius	Rabougrissement des apex et développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, transmission des virus ToCV, TICV et TYLCV.
Cicadelles	<i>Hialesther obsoletus</i>	Transmission du <i>stolbur</i> , <i>mycoplasmosse</i> .
Mineuses	<i>Liriomyza trifolii</i> Burgess, <i>Liriomyza strigata</i> Meigen et <i>Tuta absoluta</i> Meyrick	Galeries dans le limbe des feuilles âgées par les larves.
Pucerons	<i>Macro syphonen euphorbiae</i> Myzus <i>persicae</i> Sulzer	Enroulement des feuilles, développement de la fumagine et transmission de virus CMV et PYV.

I.7.2. Les principales maladies

Tableau n°04 : Les principales maladies de la tomate (Naika et *al.*, 2005).

Maladies	Nom scientifique	Symptômes et dégâts
Alternariose	<i>Alternaria solani</i>	Des taches noirâtres sur feuille. Des taches chancreuses sur tige. Des nécroses sur fruit.
Oïdium	<i>Oïdium neolycopersici</i>	Des taches sur feuilles qui sont poudreuses et blanches et couvrent plutôt la face supérieure des folioles
Mildiou	<i>Phytophthora infestans</i>	Apparition de taches jaunâtres qui brunissent rapidement.
Chancre bactérien	<i>Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis</i>	Flétrissement unilatéral sur feuilles Pétioles montrent des stries brunâtres
Moucheture de la tomate	<i>Pseudomonas syringae pv. tomato</i>	Taches noires sur les feuilles. Des taches brunes nécrotiques sur fruit.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas spp</i>	Apparition de taches brunâtres entourées d'un halo jaune sur les feuilles
Virose (TYLCV)	<i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	Ralentissement de la croissance ; Jaunissement des folioles ; Fruit petites et nombreux désordres physiologique.

Chapitre II : La mineuse de la tomate

Introduction

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (*Lepidoptera* : *Gelechiidae*) est un insecte phytophage originaire d'Amérique latine (Razuri et Vargas 1975, Souza et Reis, 1986). Il s'est propagé à la faveur des migrations et des échanges commerciaux entre les continents américain et européen (Ruocco et al., 2011). En effet, il est signalé pour la première fois en Espagne en 2006 (Pfeiffer et al., 2013, Brévault et al., 2014). En 2007, plusieurs foyers sont identifiés le long du bassin méditerranéen, depuis le ravageur poursuit sa dispersion à travers le monde (Desneux et al., 2010 ; 2011).

T. absoluta est considéré comme l'un des ravageurs le plus important de la tomate, il cause de gros dégâts allant jusqu'à la perte de production en l'absence de moyens de contrôle (Guenouai et Ghelamallah, 2008).

Cet insecte est classé comme organisme nuisible réglementé de quarantaine en Algérie ainsi que par l'Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP). Il figure sur la liste A2 de L'OEPP et de l'Algérie (EPPO, 2008).

II.1. Position systématique

Tuta absoluta, autrefois appelé *Phthorimaea absoluta*, est un microlépidoptère de la famille des *Gelechiidae* découvert par Edward Meyrick en 1917 (Povolny, 1994). Ce ravageur appartient selon (Gaedese et Piacanco, 2011) à :

L'embranchement : *Arthropoda*

Le sous embranchement : *Uniramia*

La classe : *Insecta*

L'ordre : *Lepidoptera*

La Famille : *Gelechiidae*

La sous famille : *Gelechiinae*

Le Genre : *Tuta*

L'espèce : *T. absoluta*

II.2. Origine et distribution géographique

II.2.1. Origine

Comme la tomate, ce déprédateur est aussi originaire d'Amérique du sud (Siqueira et *al.*, 2000). Connue initialement sous le nom de *Scorbiapalpuloides*, elle a été décrite pour la première fois au Pérou par l'entomologiste Meyrick en 1917 (Povolny, 1994).

II.2.2. Distribution géographique

II.2.2.1. Dans le monde

Cet insecte fut signalé en Amérique du Sud (Chili, Bolivie, Brésil, Colombie, Equateur, Paraguay, Uruguay, Pérou, Venezuela, Argentine) dès 1960 (Garcia et Espul, 1982). *T. absoluta* a été détecté en Europe pour la première fois à la fin de l'année 2006 dans le sud de l'Espagne (Urbaneja et *al.*, 2007).

En 2007, il s'est propagé dans plusieurs foyers le long de la côte méditerranéenne, principalement dans la province de Valence et sur l'île d'Ibiza (Baléares) (EPPO, 2008).

Puis, de 2008 à 2009, cet insecte s'est rapidement répandu dans certains pays d'Europe et dans le bassin méditerranéen notamment dans le sud de la France, au Maroc, en Algérie et en Egypte (EPPO, 2007 ; Urbaneja et *al.*, 2007 ; Vieira, 2007 ; Alim, 2008 ; Kharroubi, 2008 ; Viggiani et *al.*, 2009). Dès 2010, il s'est propagé dans certains pays de la Corne de l'Afrique tels que le Soudan (Campos et *al.*, 2017). Et le Kenya en 2014 (Tumuhaise et *al.*, 2016).

Aujourd'hui, on sait avec certitude que les échanges commerciaux entre les continents augmentent les possibilités de propagation du ravageur. Par ailleurs, il a été démontré que *Tuta absoluta* peut parcourir de nombreux kilomètres en volant et en se laissant porter par le vent (Fig.10) (EPPO, 2016).



Figure 10 : Répartition géographique de *T. absoluta* (EPPO, 2016)

II.2.2.2. En Algérie

Cette espèce invasive fut signalée en 2008 par Guenaoui pour la première fois au mois de mars, sur tomate sous serres dans la commune d'Achacha dans la wilaya de Mostaganem (Algérie). Ce déprédateur s'est répandu par la suite à d'autres wilayas (Dehliz, 2016) (Fig.11).

En 2009, plusieurs wilayas productrices de tomates sont touchées par ce ravageur (Mostaganem, Chlef, El Tarf, Oran, Aïn Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'sila et Biskra) (Fig.11).

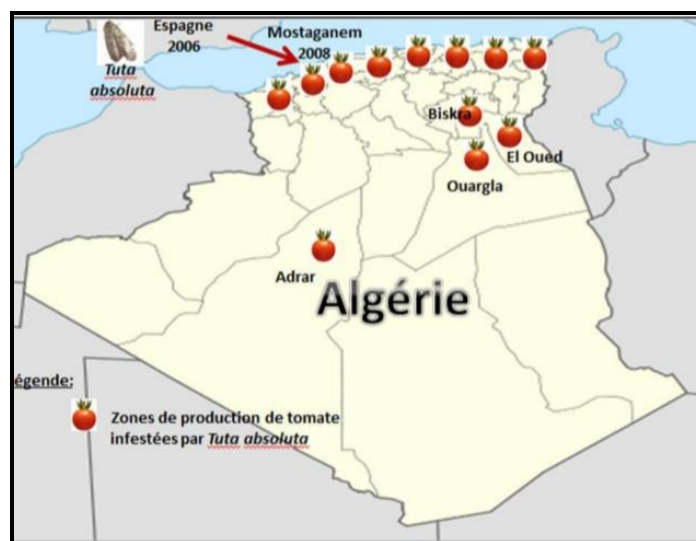


Figure 11: Répartition géographique de *Tuta absoluta* en Algérie (Dehliz, 2016).

II.3. Plantes hôtes

T. absoluta attaque essentiellement la famille des solanacées (Peyrera et Sanchez (2006). Ses principales plantes-hôtes demeurent la tomate, aubergine et la pomme de terre (Zaid et *al.*, 2019), mais elle peut également attaquer d'autres espèces de la même famille comme le poivron et le tabac ainsi que d'autres solanacées adventices ou ornementales telles que : la stramoine (*Datura stramonium*), la stramoine épineuse (*D. ferox*), le tabac glauque (*Nicotiana glauca*), les morelles jaune et noire (*Solanum sp*) (Garcia et Espul,1982).

II.4. Morphologie

II.4.1. L'adulte

C'est un micro lépidoptère de 7 mm de long et 10 mm d'envergure chez les mâles et de 11 mm chez les femelles (Molla et *al.*, 2008). Il est de couleur gris argenté avec des taches brunes sur les ailes (Fig.12) (Marcano; 2008) .

Les antennes sont filiformes, ornées d'une bande brune foncée et blanche, longues de 4 à 5mm (Pereira ,2005).



Figure 12 : L'adulte de la mineuse de la tomate (Ramel, 2008)

II.4.2. Œufs

Ils sont de petites tailles (Fig.13) 0.36 mm de long ,0.22mm de large, de forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre (Fredon, 2008).



Figure 13 : Œuf de *Tuta absoluta* (Originale, 2020)

II.4.3. Les larves

D'après Margarida (2008), La mineuse de la tomate passe par quatre stades successifs, qui se distinguent par la taille et la couleur.

Le stade L1 est de couleur crème à la tête noirâtre, elle mesure entre 0.6 et 0.8 mm (Fig.14) (Silva, 2008).

Les larves L2 (Fig.14), et L3 (Fig.14), ont des couleurs qui changent du vert clair au deuxième stade larvaire au vert foncé au troisième stade larvaire ; elles sont de dimensions comprises entre 2,8 à 4,7 mm (Molla et *al.*, 2008)

La larve L4 peut atteindre jusqu'à 8 mm de long (Fig.14). La ligne dorsale rose clair à rouge est caractéristique de la fin de son stade de développement (Lebdi et *al.*, 2010).



Figure 14 : Stades larvaires de *Tuta absoluta* (Originale, 2020)

II.4.4. Chrysalide

Elle est de couleur vert-marron (Fig.15), de forme cylindrique et elle mesure 4 à 5 mm de long (Arno et Gabarra, 2011).

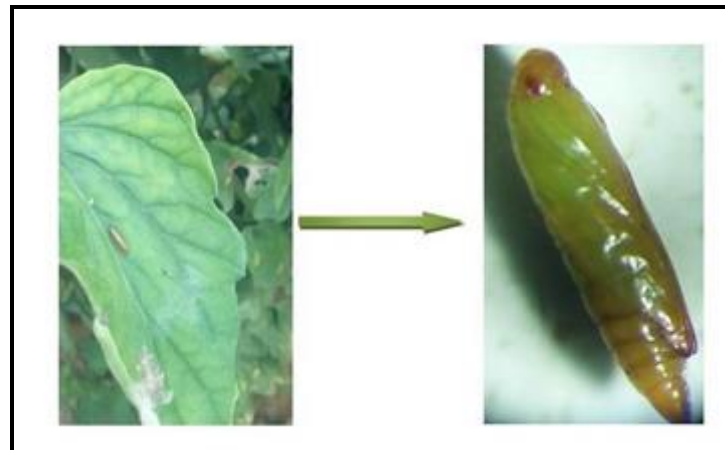


Figure 15 : Stade nymphal de *Tuta absoluta* (Originale, 2020)

II.5. Biologie

T. absoluta a un potentiel de reproduction élevé, il est en fonction de la température et de l'humidité. Elle peut produire 10 à 12 générations par année (Barrientos et *al.*, 1998 ; Margarida, 2008). Le cycle biologique de *T. absoluta* peut durer de 29 à 39 jours selon les conditions climatiques (Silva, 2008). A 14C°, le cycle de développement dure en moyenne 76,3 jours; 39,8 jours à 19,7C° et 23,8 jours à 27,1C° (Barrientos et *al.*, 1998). Une femelle peut pondre jusqu'à 260 œufs pendant sa durée de vie (Berkani et Badaoui, 2008).

Les femelles s'accouplent une fois par jour durant plus de quatre heures , six accouplements peuvent avoir lieu au cours de leur vie (Silva, 2008). La ponte commence en général de 2 à 3 jours après l'émergence, de préférence à la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures (Haji et *al.*, 1988). Après l'éclosion des œufs (Fig.16), les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quel que soit le stade de développement de la plante de tomate. Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent. Une fois le développement larvaire achevé (4 stades successifs), les larves se transforment en chrysalides soit dans les galeries, soit à la surface des plantes hôtes ou bien dans le sol (Urbaneja et *al.*, 2007).

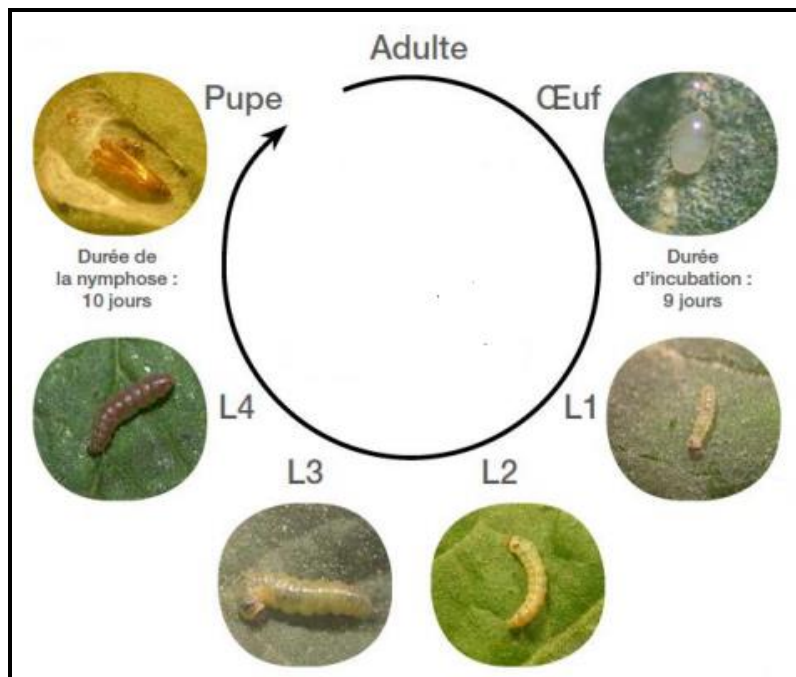


Figure 16 : Cycle de développement de *T. absoluta*

(Barrientos et *al.*,1998, Méndez 2013)

II.6. Symptômes et dégâts

Les larves peuvent attaquer n'importe quelle partie de la culture de tomate. Elles pénètrent les fruits, les feuilles et les tiges.

II.6.1. Sur les feuilles

Après l'éclosion, les larves cherchent un point d'entrée dans les feuilles, puis pénètrent entre les deux épidermes de la feuille et commencent à consommer les feuilles formant des galeries ou mines (Fig.17), (Maria Margarida Vieira, 2008.) Avec le temps, les mines se nécrosent et brunissent (Torres et *al.*, 2002). Les larves se nourrissent du mésophile et laissent intact l'épiderme (Uchoa-fernandez et *al.*,1995).



Figure 17 : Attaque de *T. absoluta* sur les feuilles (Originale,2020).

II.6.2. Sur les tiges

La larve pénètre à l'intérieur des tiges et forme des galeries et laisse ses excréments à l'intérieur (Fig. 18) (Pereira *et al.*, 2008), de ce fait la larve perturbe le développement des plantes.



Figure 18 : Dégâts de *T. absoluta* sur tiges de tomate (Amazouz, 2008)

II.6.3. Sur fruits

Les larves attaquent les fruits verts et ceux qui sont mûrs. Elles pénètrent et creusent des mines rendant les fruits non comestibles et non commercialisables (Fig.19). (Ramel et Oudard, 2008).



Figure 19 : Symptômes sur fruits de tomate (Blancard, 2009)

III.7. Les moyens de lutte

Au vue de l'impact économique causé par la mineuse de la tomate, plusieurs méthodes de lutte peuvent être utilisées dans une stratégie de protection intégrée : prophylactiques, biotechnologiques, biologiques et chimiques.

III.7.1. La lutte prophylactique

Elle comprend les mesures suivantes (Liatti, 2005 ; Valladares, 2007) :

- Eliminer systématiquement les plants de tomate atteints au niveau des pépinières;
- Utiliser que des plants sains et refuser les plants infestés lors du repiquage ;
- Procéder à un labour profond pour la destruction des nymphes et des larves enfouies en profondeur afin d'éviter l'émergence des adultes et le développement du cycle ;
- Enlever les feuilles sénescentes de la partie basale de la plante ;
- Effectuer le désherbage à l'intérieur et aux alentours de la culture ;
- Réaliser la rotation des cultures avec d'autres familles car elle permet de réduire le taux d'infestation ;
- Mettre en place un insect-proof ; c'est la voie prophylactique la plus sûre, elle permet d'empêcher toute infiltration d'insectes dangereux.

III.7.2. La lutte biotechnologique

L'utilisation des pièges à phéromone est applicable dans le cas de la surveillance (Wang et *al.*, 1998). Ainsi, il faut détecter la présence d'adultes dans chaque parcelle. Pour cela, il y a lieu de :

- Placer 3 à 4 pièges par hectare en plein champ dans la zone surveillée et 1 piège par abri sous serre.
- Surveiller les pièges une fois par semaine afin de recueillir les insectes.
- Renouveler les pièges toutes les 6 semaines.

Les premières captures doivent être accompagnées d'un diagnostic sur plant afin de détecter les éventuelles attaques sur les feuilles et les fruits verts et de prendre les mesures appropriées.

III.7.3. La lutte biologique

La lutte biologique est la gestion des arthropodes nuisibles en utilisant d'autres populations d'autres organismes (ennemis naturels) afin de limiter la densité et la croissance de la population de ravageurs (Tabone et *al.*, 2012).

III.7.3.1. Les trichogrammes contre la mineuse de la tomate

Les trichogrammes sont des micro-hyménoptères parasitoïdes des œufs de lépidoptères, ces micro guêpes pondent leurs œufs dans les œufs des papillons ravageurs comme la mineuse de la tomate. Pour lutter contre la mineuse de la tomate l'espèce *Trichogramma achaeae* est la plus utilisée (Fig.20) (Ferguson,1998).



Figure 20 : Ponte des œufs d'une Femelle de *T. achaeae* dans les œufs de *T. absoluta* (Ferguson, 1998).

III.7.3.2. La bactérie *Bacillus thuringiensis*

La bactérie la plus connue et là plus prospère contre les ravageurs est le *Bacillus thuringiensis* (Gerding ,1999).

Toutes les bactéries du genre *Bacillus* sont produites comme insecticides microbiens. Mais, il existe des bactéries entomopathogènes, nocifs pour l'homme et difficiles à multiplier.

En 1984, Ripa et Rojas dans le centre du Chili enregistrent des résultats encourageants, par l'utilisation des bio insecticides à base de *Bacillus thuringiensis*.

III.7.4. La lutte chimique

La lutte chimique contre les insectes fait appel aux insecticides dont l'utilisation a connu un essor très important avec les progrès de la chimie de synthèse. Elle est basée sur l'application de molécules limitant les populations de bioagresseurs (Pereira., 2008).

L'inefficacité de ces molécules a conduit les agriculteurs à des applications intensives. Ceci peut, selon Pereira (2008), engendrer des phénomènes de résistance chez *T. absoluta*, en plus de l'augmentation du coût de production et de la destruction de la faune auxiliaire utile, on constate que l'utilisation irraisonnée de ces insecticides engendre un danger réel de pollution de l'environnement. De plus, les résidus toxiques dans les fruits récoltés causent un sérieux problème de santé humaine.

L'application ne repose sur aucune stratégie et les agriculteurs ne tiennent pas compte des méthodes d'application, mode d'action du produit et du stade du ravageur. Depuis l'apparition de ce redoutable ravageur en Algérie, les agriculteurs ont eu recours en priorité à l'usage de produits chimiques (Spinosad, Abamectine, Teflubenzeruon, Deltamethrine, Methidathion) mais, malheureusement ce procédé n'a pas permis d'éradiquer l'insecte (Elouissi, 2016).

Chapitre III : Matériels et méthodes

Objectifs de l'étude

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'amélioration des connaissances sur la dynamique des populations de la mineuse de la tomate et sur la bio-écologie du ravageur, afin de renforcer la surveillance et proposer des stratégies durables de gestion des populations de la mineuse de la tomate.

Notre étude consiste à :

- Définir le degré d'infestation sur deux variétés de tomate sous serre dans la région littorale de Tlemcen (Ghazaouet).
- Définir les périodes de vol des mâles par l'utilisation des pièges à phéromone sexuelle.
- Etudier la bio-écologie (dynamique des populations) du ravageur.
- Connaitre le degré d'infestation du déprédateur par étage foliaire, défini selon le nombre de bouquets floraux.

III.1. Présentation de la région d'étude

III.1.1. Situation géographique de la région d'étude :

De latitude 35°06' Nord et de longitude 1°52' Ouest, Ghazaouet est située à 80 km au Nord-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Tlemcen, à 170 km de la métropole régionale d'Oran et à 50 km de la frontière marocaine (Fig.21). La ville est située dans un secteur accidenté, avec des pentes fortes, qui atteignent 10 à 15%, couvrant une superficie de 28 km², la ville de Ghazaouet est limitée :

- Au Nord par la mer méditerranée ;
- Au Sud par la commune de Tient ;
- Au Sud-Ouest par la commune de Nedroma.

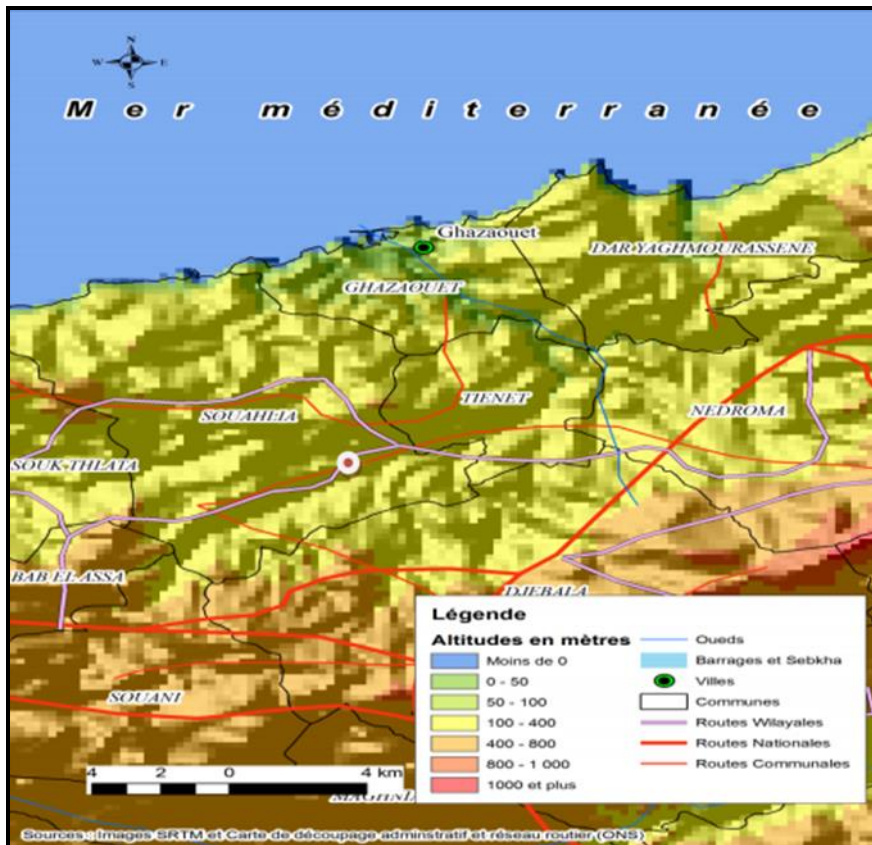


Figure 21 : Localisation de la région d'étude (Ghazaouet, Tlemcen) (A.N.R.H-2008)

III.2. Présentation du site expérimental

Notre étude expérimentale s'est déroulée au niveau de la ferme de Mr Mesbah Mohammed située à 7 Kilomètres de la ville de Ghazaouet sur la route de Tounan, à une altitude de 100 m. Cette exploitation s'étale sur une superficie agricole de 7 hectares dont 7 hectares de surface agricole utile. Cette surface agricole utile est utilisée comme suit : 6 hectares en cultures de tomate sous serre, et 1 hectare de cultures de plein champ. La texture du sol est rouge et blanche avec une richesse en matière organique (Mesbah mohammed, 2020).

Nos observations et prélèvements ont été effectués dans deux serres de tomate.

La première serre destinée à la variété « kawa » qui est un hybride F1. C'est une variété semi précoce à croissance indéterminée et présentant une bonne vigueur et une résistance aux maladies.

La deuxième serre destinée à la variété « Sisilia », c'est une nouvelle variété, qui est un hybride F1. C'est une variété à croissance indéterminée avec une germination Min.90% et une pureté Min.99%.

La figure 22 montre la disposition des serres de tomate dans le site expérimental.



Figure 22 : Les serres de la tomate (Originale, 2020)

III.3. Caractéristiques climatiques

Le climat influe fortement sur la répartition des êtres vivants, et il joue un rôle fondamental sur le mode de distribution des insectes. Il dépend de plusieurs facteurs : températures, précipitations, humidité et vent.

III.3.1. La température

Conditionnant l'existence et la répartition des insectes, elle demeure l'élément le plus important à étudier.

Les valeurs thermiques représentées par les températures moyennes minimales (m), maximales (M) et moyennes mensuelles $[(M+m) / 2]$ de la campagne agricole (2019/2020), prélevées auprès de l'Office National de Météorologie (ONM), sont indiquées dans le tableau n°05.

Tableau n°05 : Les températures moyennes mensuelles de la région de Ghazaouet, période 2019-2020.

Mois T °C	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT
T. Max (°C)	26,1	23.7	19.5	18.5	16.5	17.9	19.1	19.2	22.9	24.5	27.7	29.6
T. Min (°C)	20.9	16.4	14.3	12.3	8.3	10.8	12.9	15.2	17.0	19.2	23.3	23.7
T. Moy (°C)	23.5	20.05	16.9	15.4	12.4	14.35	16	17.2	19.95	21.85	25.5	26.65

Les données du tableau n°05 enregistrées durant l'année 2019/2020, nous révèlent que la température moyenne la plus élevée a été observée au mois d'aout (26,65°C) et la température moyenne la plus basse a été enregistrée au mois de janvier (12,4°C).

III.3.2. La pluviométrie

La pluviométrie associée à la température contribue au développement des cultures, à l'apparition de certaines maladies cryptogamiques et à la pullulation de ravageurs.

La pluviométrie est un facteur climatique essentiel pour déterminer les mois secs et humides au cours de l'année. Le tableau n°06 indique les quantités de pluie enregistrées à chaque mois durant la période agricole 2019/2020.

Tableau n°06 : Pluviométrie mensuelle de la région de Ghazaouet, période 2019-2020.

Mois P mm	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.	JAN.	FEV.	MARS	AVR.	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT
P moy (mm)	16.4	23.4	73.3	28.1	45	27.3	33.7	30.7	23.5	5.9	0.3	7.4

Les relevés pluviométriques de la période 2019/2020 indiqués dans le tableau n°06 montrent que le mois de novembre est le plus pluvieux avec 73,3 mm, alors que le mois de juillet est le plus sec avec 0,3 mm.

III.4. Diagramme Ombrothermique de la région d'étude

La répartition de saison sèche et humide est déterminée par le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussens, effectué à l'aide de la relation $P=2T$ (Fig. 23).

Dajoz (1985) considère que la sécheresse s'établit lorsque pour un mois donné le total des précipitations exprimées en millimètres est inférieur au double de la température exprimée en degré Celsius ($P < 2T$).

Pour l'année 2020, le diagramme ombrothermique établi fait ressortir des périodes humides et des périodes sèches. Les périodes humides s'étalent de novembre à janvier et pendant le mois de Mars. Les périodes sèches pendant le mois de février et durant la période d'Avril à octobre (Fig. 23).

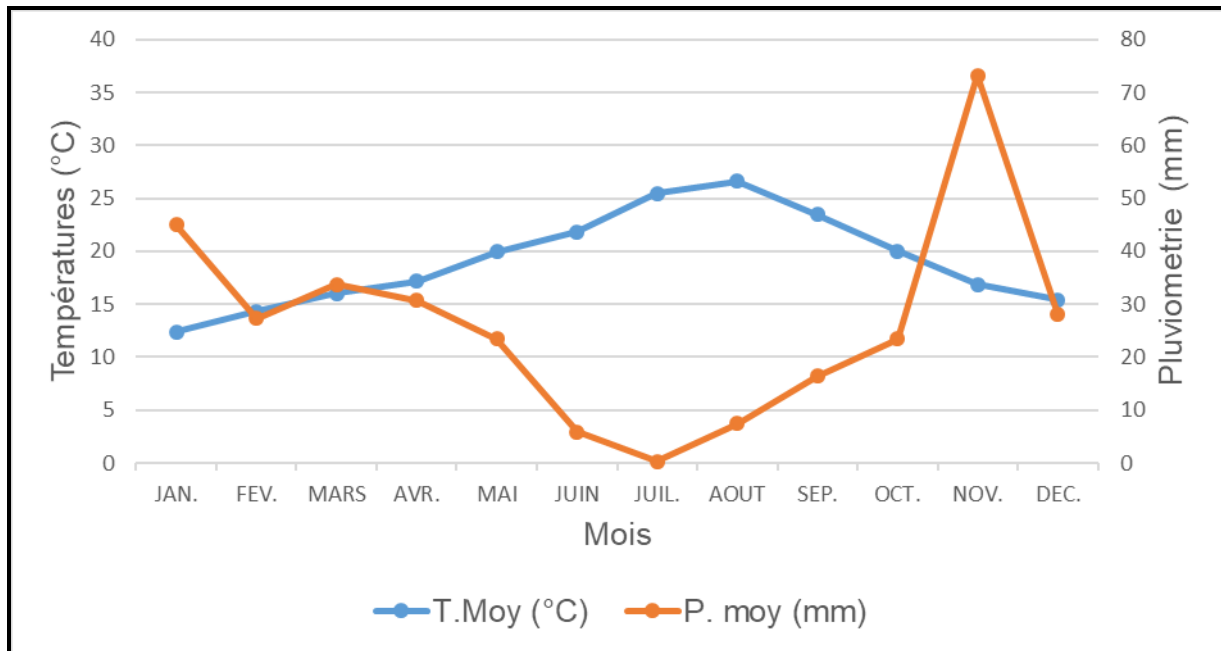


Figure 23 : Diagramme ombrothermique pour la région de ghazaouet 2020

III.5. Climagramme d'emberger

Emberger (1952) in Mutin (1977) a défini un quotient pluviométrique permettant de distinguer les différentes nuances du climat méditerranéen. Il est calculé selon la formule suivante :

$$Q2 = 3.43 (P / (M - m))$$

$$Q2 = 3.43 (315 / (29.6 - 8.3))$$

$$Q2 = 3.43 \times 14.788$$

$$Q2 = 50.72$$

P : pluviométrie annuelle exprimée en mm.

M : moyenne des températures maximales du mois les plus chauds exprimés en °C.

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en °C.

En reportant la valeur Q2 (50.72) dans le climagramme d'Emberger (Fig. 24) il ressort que la région d'étude se situe à l'étage bioclimatique semi-aride, à hiver chaud, en 2020.

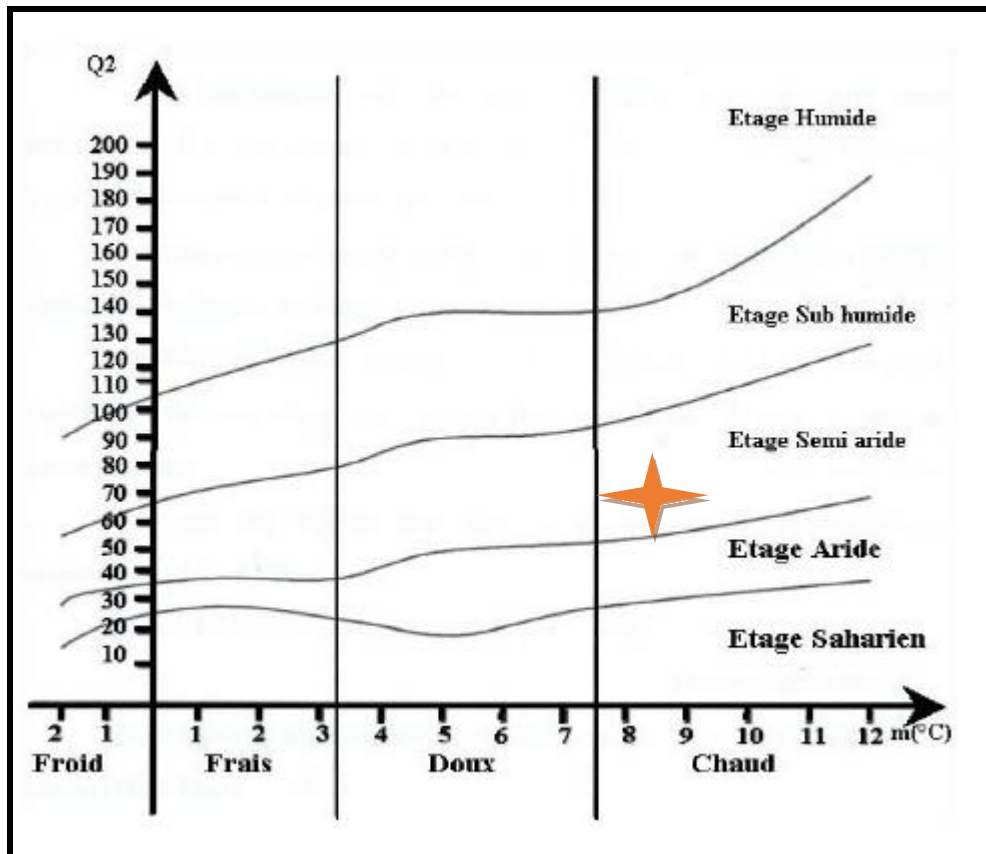


Figure 24 : Localisation de la zone d'étude sur le climagramme d'Emberger.

III.6. Matériels et méthodes de travail

III.6.1. Présentation des serres d'étude

III.6.1.1. Installation de la culture

Le repiquage des plantules de tomate variété Kawa a été réalisé le 15/01/2020 sur une surface de 400 m². La distance entre les plants est de 50 cm et de 1m entre les rangées (Fig. 25).



Figure 25 : La serre variété kawa (Originale, 2020)

Pour ce qui de la variété Sissilia (Fig. 26) le repiquage des plantules a été réalisé le 12/01/2020 sur une surface de 400 m². La distance entre les plants est de 40 à 50 cm et de 1m entre les rangées.



Figure 26 : La serre variété Sissilia (Originale, 2020)

III.6.1.2. Suivi de la culture de Tomate

L'entretien de la culture a comporté les opérations suivantes :

- L'élimination des mauvaises herbes par un désherbage manuel.
- La taille pour l'élimination des bourgeons axillaires.

- La lutte contre les ennemis de la culture de tomate a nécessité des traitements phytosanitaires par les produits homologués mentionnés au tableau n° 07.

Tableau n°07 : Les produits phytosanitaires utilisés pour la protection de la culture de la tomate

Produit phytosanitaire	Type	Mode d'emploi
	Insecticide-acaricide	Efficace contre les insectes et acariens à différents stades.
	Acaricide non systémique	Efficace contre les acariens sur la culture de la tomate sous serre. C'est un acaride doté d'une action pénétrante sur le feuillage de la culture.
	Fongicide	Fongicide polyvalent

- La fertilisation minérale NPK

- L'irrigation des plants est réalisée par le mode de goutte à goutte.

III.7. Matériels d'étude

III.7.1. Matériels utilisés sur le terrain

Le matériel utilisé sur terrain se compose :

- de sachets en papier pour la collecte et la conservation des folioles des plants de tomate ;
- de pièges utilisés sont des piègés Delta, munis d'une capsule contenant la phéromone de synthèse appropriée pour le piégeage des mâles de la mineuse de la tomate ;
- d'un appareil photo ;
- d'une loupe de poche.

III.7.2. Matériels utilisés au laboratoire

Au laboratoire, nous avons utilisé :

- Une loupe binoculaire : pour l'identification des stades larvaires et le dénombrement des œufs ;
- Des épingles entomologiques pour l'extraction des larves ;
- Un pinceau et un appareil photo ;
- L'eau distillée et de l'alcool à 70% pour la conservation des adultes ;
- Des boîtes de Pétri.

III.8. Méthodes d'étude

III.8.1. Méthode de dénombrement au terrain

III.8.1.1. Niveaux de risque d'infestation par les captures de piégeage des mâles par phéromone sexuelle

Le dénombrement des mâles de *Tuta absoluta* a été effectué par l'utilisation des pièges à phéromone de type Delta dans le cadre de monitoring, et qui ont été mis en place le 01/02/2020 (Fig. 27).



Figure 27 : Piège à phéromone de type Delta (Originale, 2020)

L'objectif de ce dispositif de piégeage est de détecter la présence du ravageur et d'évaluer pour chaque variété (Kawa et Sisilia), le risque potentiel d'infestation.

Le nombre de pièges installés est de 1 piège par serre.

Le prélèvement des mâles capturés est effectué une fois chaque 15 jours, afin de suivre l'évolution des populations (Fig. 28).

Les individus capturés sont comptabilisés et retirés pour éviter d'être recomptés au prochain relevé.

Les capsules de phéromones sont remplacées au bout de 5 à 6 semaines.



Figure 28 : Les mâles de *Tuta absoluta* dans une plaque engluée de piège delta (originale, 2020)

III.8.1.2. Niveaux d'infestation larvaire sur plant

Pour l'étude de la dynamique de la mineuse de la tomate, nous avons adopté la méthode d'échantillonnage, légèrement modifiée, élaborée par Zaid et *al*, (2019) qui consiste à prendre d'une façon aléatoire et en zigzag une feuille sur 30 plants. Une feuille est prélevée sur chacun des plants de trois étages foliaires tous les 15 jours, afin de déterminer le nombre d'œufs et de larves par stade.

Les étages foliaires sont définis en fonction des bouquets floraux en trois niveaux : étage basale : niveau 01, étage moyenne : niveau 02, étage supérieure : niveau 03.

Le matériel végétal recueilli est mis dans des sachets en papier étiquetés (date, variété et niveau d'étage) et qui sera ultérieurement examiné au laboratoire.

III.8.2. Au laboratoire

III.8.2.1. Dénombrement des états de développement de la mineuse de la tomate

Chaque feuille est minutieusement examinée sous loupe binoculaire afin de noter les effectifs en œufs ainsi que l'identification des stades larvaires et nymphes de la mineuse de la tomate (Fig.29).



Figure 29 : Observation sous une loupe binoculaire (Originale, 2020)

III.9. Exploitation des résultats

III.9.1. Niveaux de risque d'infestation par les captures de piégeage des mâles par phéromone sexuelle :

Le risque potentiel d'infestation est mis en évidence d'après les données des travaux de Monserrat (2009) (Tableau n°08).

Tableau n°08 : Indice du risque en fonction des captures des adultes par semaine par les pièges à phéromone (Monserrat, 2009)

Nombre de captures	Indication du risque
0	Pas de risque
1-3	Risque très faible
4-30	Risque moyen
31-100	Risque élevé
>100	Risque extrême

IV.9.2. Niveaux d'infestation sur plant :

Les niveaux d'infestation larvaire sont calculés d'après la méthode proposée par Monserrat (2009) reportée dans le tableau n°09 suivant.

Tableau n°09 : Indice du risque en fonction de la présence des larves vivantes dans les cultures (Monserrat, 2009).

Niveau	Signification : % des plantes infestées
0	Pas de dégâts détectés avec les larves actives.
1	Niveau anecdotique (inférieur à 5% des plantes).
2	Niveau très faible, (5 à 20% des plantes).
3	Niveau moyen : entre 25 à 50% des plantes présentant une larve vivante.
4	Niveau élevé : plus de 50% des plantes présentant une larve vivante.
5	Niveau très élevé : plus de 50% des plantes présentant plusieurs larves vivantes par plant.

Chapitre IV : Résultats

IV .1. Niveaux de risque d'infestation par les captures de piégeage des mâles par phéromone sexuelle

Les résultats du risque potentiel d'infestation des ailés males de *T. absoluta* des variétés Kawa et Sissilia menées sous serre sont mis en évidence selon la méthode préconisée par Monserrat en 2009.

IV .1.1. Risque potentiel d'infestation des ailés de *T. absoluta* sur la variété Kawa sous serre

Les résultats du tableau n°10 illustrés en figure 30 montrent que des risques extrêmes d'attaque de la variété Kawa se situent dès la deuxième décade du mois du février, ainsi que pendant la première et la deuxième décade du mois de mars.

Tableau n°10 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Kawa

Sortie	Date	NMP	Niveau de risque
S1	14/02/2020	200	Risque extrême
S2	07/03/2020	150	Risque extrême
S3	14/03/2020	120	Risque extrême

N.M.P : Nombre de mâles piégés

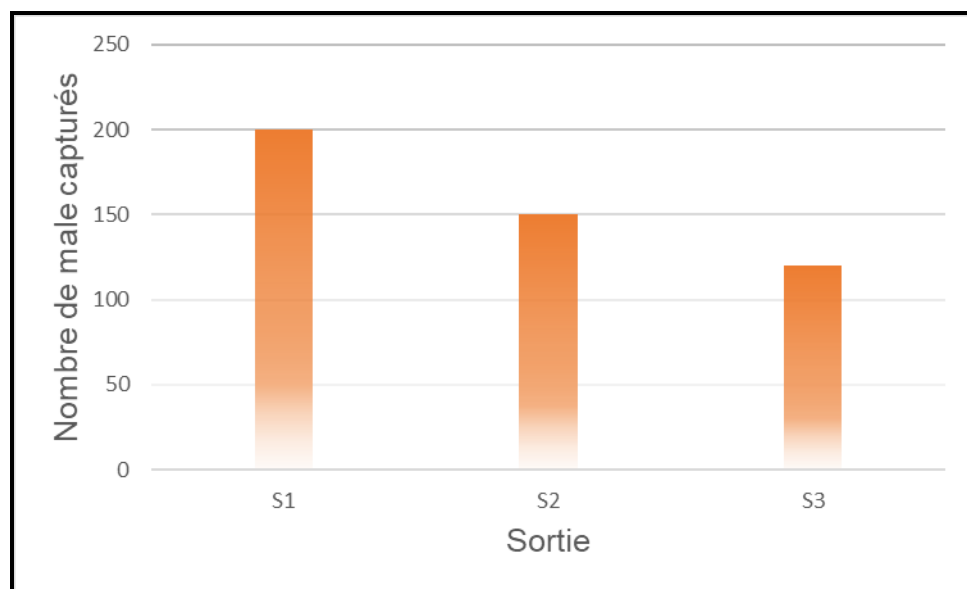


Figure 30 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Kawa

IV .1.2. Risque potentiel d'infestation des ailés de *T. absoluta* sur la variété Sissilia sous serre

Les résultats du tableau n°11 schématisés en figure 31 montrent que les risques élevés d'attaque de la variété Sissilia se situent à la deuxième décennie du mois de février ainsi que la deuxième décennie du mois de mars, et un risque extrême durant la première semaine du mois de mars.

Tableau n°11 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Sissilia

Sortie	Date	NMP	Niveau de risque
S1	14/02/2020	90	Risque élevé
S2	07/03/2020	110	Risque extrême
S3	14/03/2020	87	Risque élevé

N.M.P : Nombre de mâles piégés

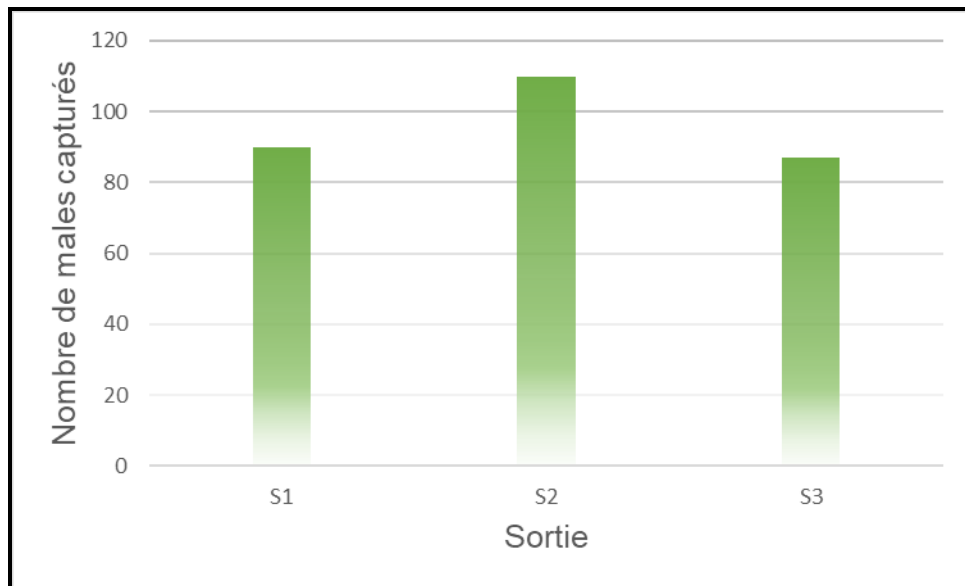


Figure 31 : Niveau de risque d'infestation par les ailés sur la variété Sissilia

IV .2. Niveaux d'infestation larvaire sur les variétés Kawa et Sissilia

Les résultats des niveaux d'infestation larvaire de *T. absoluta* sur les variétés Kawa et Sissilia sous serre sont mis en évidence selon la méthode préconisée par Monserrat en 2009.

IV .2.1. Niveaux d'infestation larvaire sur la variété Kawa

Les résultats du tableau n° 12 illustrés en figure 32 montrent que les infestations des larves sur la variété Kawa sont de niveau 2 pendant toutes les phases phénologiques de la culture, avec des pourcentages d'infestation compris entre 6.55% et 22.81%.

Tableau n°12 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Kawa

Sortie	Date	(%) d'infestation	Niveaux d'infestation
S1	14/02/2020	22.81 %	Niveau 2
S2	07/03/2020	7.88 %	Niveau 2
S3	14/03/2020	6.55 %	Niveau 2

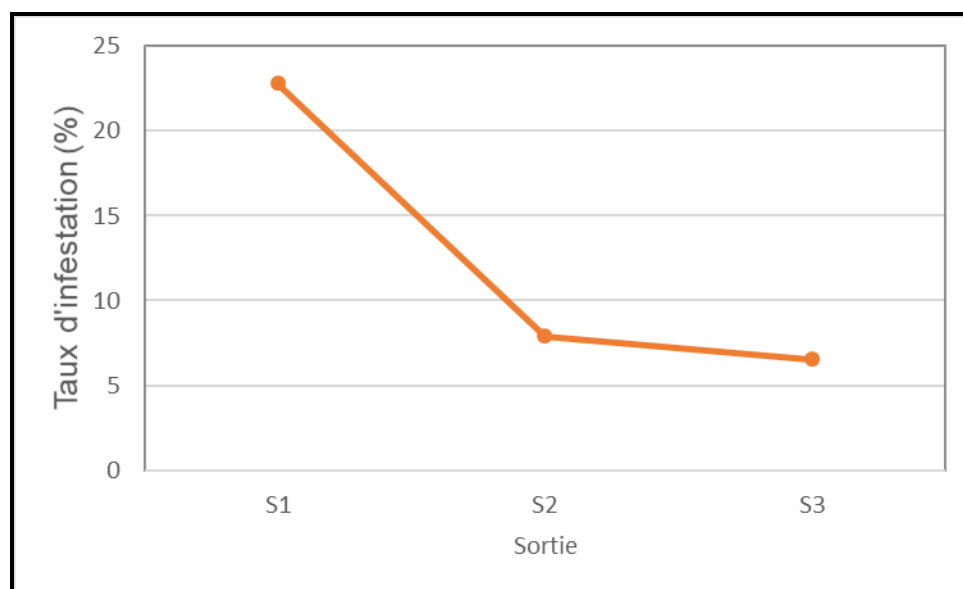


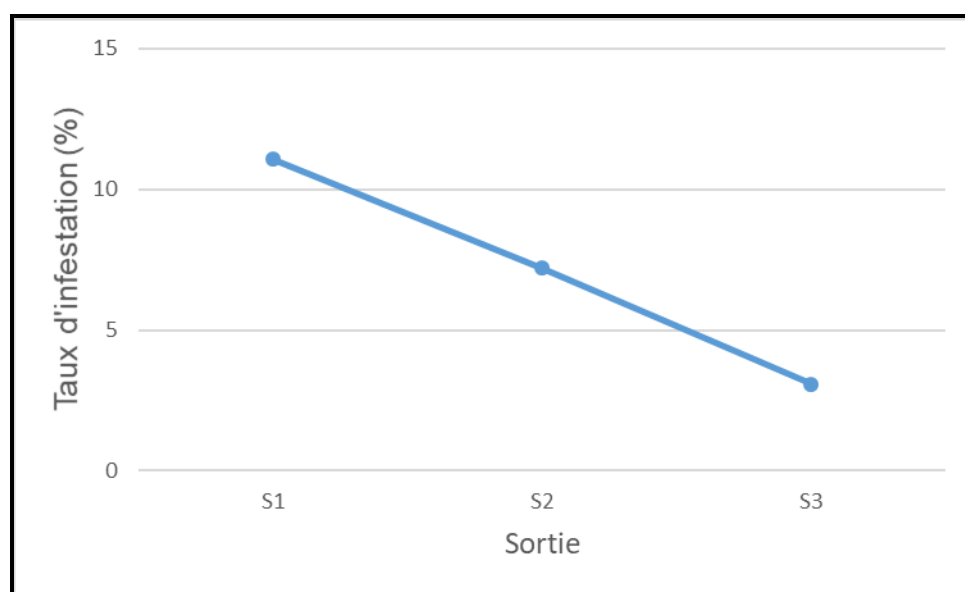
Figure 32 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Kawa

IV .2.2. Niveaux d'infestation larvaire sur la variété Sissilia

Les résultats du tableau n°13 schématisés en figure 33 montrent que les infestations des larves sur la variété Sissilia sont de niveau 2 (11.06 % et 7,2 %) pendant les deux premières sorties, à l'exception de la période du 14/03/2020 où l'infestation est de niveau 1 (03,09%).

Tableau n°13 : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Sissilia

Sortie	Date	(%) d'infestation	Niveaux d'infestation
S1	14/02/2020	11.06 %	Niveau 2
S2	07/03/2020	7.2 %	Niveau 2
S3	14/03/2020	3.09 %	Niveau 1

**Figure 33** : Niveau d'infestation larvaire sur la variété Sissilia

Discussion générale

Discussion générale

Les niveaux de risque d'infestation relevés par le piégeage des mâles montrent qu'ils sont plus importants au début du cycle végétatif de la culture sur la variété Kawa que sur la variété Sissilia. En effet, ce modèle de sélection de la plante hôte semble être lié en particulier aux événements comportementaux qui mènent, soit à la prise de nourriture soit au dépôt de ponte qui a lieu sur la surface des feuilles. En effet, Nicole (2000) montre que lorsque l'insecte se déplace sur la surface de la feuille, il se trouve en contact avec un grand nombre de stimuli, d'ordre visuel, tactile, olfactif et gustatif. En ce qui concerne les stimuli gustatifs, ils sont essentiellement d'ordre biochimique. Ainsi, les métabolites primaires et secondaires provenant des tissus de la plante, plus ou moins imbriquées dans les cires font que leur détection par l'insecte va dépendre de son comportement, des parties de son corps (pattes, pièces buccales, ovipositeur) en contact avec la surface foliaire, et des sensilles gustatives concernées dans la reconnaissance du site. Ainsi, il semblerait que cette différence de niveau de vol et d'infestation sur la variété Kawa peut s'expliquer par l'importance des stimuli gustatifs, qui sont des métabolites primaires et secondaires plus abondants en début de cycle végétatif sur la Kawa que sur la Sissilia.

Alors que les niveaux d'infestation larvaire sur les deux variétés sont identiques (niveau 02) au début du cycle végétatif des cultures, nous remarquons qu'ils descendent pour atteindre le niveau 01 chez la variété Sissilia à la mi-mars, cela due aux différentes mesures hygiéniques comme l'élimination des bourgeons axillaires et les différents traitements phytosanitaires. Ces données vérifient les résultats des travaux réalisés par Leite et al., en 2004, qui signalent que les infestations sont toujours plus importantes au début de la croissance, mais il nous semble qu'ils varient également en fonction des variétés et de leur sensibilité. En effet, nous remarquons que les taux d'infestation de la variété Sissilia sont inférieurs par rapport à ceux de la variété Kawa. Les différentes opérations pré-culture, comme le travail du sol et cultural comme l'ébourgeonnage et les différents traitements phytosanitaires ont permis l'élimination respectivement d'un certain stock de contamination en chrysalides et en œufs, larves et chrysalides. En même temps, il aurait été

intéressant et surtout rentable d'éliminer et de brûler les restes d'effeuillage. Ces interventions auraient pu diminuer le niveau d'infestation de la culture, réduire la fréquence des applications des pesticides et diminuer les coûts de production.

En général, nous constatons que les deux variétés présentent des faibles taux d'infestation larvaire qui sont dus aux traitements phytosanitaires et à l'entretien cultural.

Il est reconnu que certaines variétés de tomate paraissent plus attractives que d'autres et que certaines variétés à haut rendement sont souvent plus sensibles à l'attaque des insectes que d'autres variétés. En effet, dans la recherche agronomique, les sélectionneurs prennent en compte des facteurs liés à la production (rendement, résistance à la sécheresse). La recherche de variétés résistantes aux insectes est parfois jugée secondaire lorsqu'un contrôle peut être obtenu à l'aide d'insecticides (Lacordaire et Feuvrier, 2010). La différence d'infestation larvaire peut s'expliquer par les résultats des travaux mentionnés par les mêmes auteurs en 2010, qui précisent qu'elle peut être attribuée à une différence de sensibilité variétale ou à une différence au niveau des méthodes culturale et phytosanitaire.

Conclusion générale

Conclusion générale

Les cultures maraîchères sous serre au niveau de la région de Ghazaouet sont menacées par des ravageurs insectes, parmi eux, la mineuse de la tomate, un bio-agresseur responsable d'importantes pertes économiques dans plusieurs zones de production du monde.

Cette étude sur la mineuse, *T. absoluta* Meyrick, sur deux variétés de tomate kawa et sissilia dans la région de Ghazaouet porte sur la bio écologie de ravageur et la dynamique de ses populations sous abri-serre.

Les résultats que nous avons obtenus, ont montré que les risques d'attaque et d'infestation varient en fonction des variétés et des périodes. Chaque variété semble avoir réagi contre le bio agresseur par des facteurs de résistance génétique intrinsèques à chaque variété.

L'exploitation de nos résultats indiquent une sensibilité de la variété Kawa au regard du niveau des risques potentiels d'attaque qui est extrême dès la deuxième décade du mois du février, ainsi que pendant la première et la deuxième décade du mois de mars alors qu'il est d'un niveau extrême durant la première semaine du mois de mars pour la seconde variété Sissilia.

Les aspects abordés au cours de notre étude menée au niveau de la région de Ghazaouet montrent que les risques d'attaque et d'infestation varient en fonction des variétés et des périodes. Les paramètres ont touché quelques aspects bio-écologiques des populations de la mineuse sud-américaine *Tuta absoluta* sur deux variétés de tomate Kawa et Sissilia.

Il demeure entendu que notre suivi sur terrain n'a pas pu se poursuivre depuis mars 2020, en raison du risque sanitaire lié à la pandémie du Corona virus « COVID19 ».

Néanmoins, *Tuta absoluta* est une menace sérieuse pour la production et l'exportation de la tomate en raison des pertes de récoltes qu'elle engendre. La stratégie de lutte doit s'inscrire dans le cadre d'un programme de protection intégrée rassemblant toutes les mesures phytosanitaires disponibles. Le seul recours à l'utilisation des produits phytosanitaires s'avère selon plusieurs études très insuffisant.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Amazouz, 2008** : Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate, koppertbiologicalsysteme, Maroc, 18p
- **Arno et Gabarra, 2011** : Natural enemies of *Bemisia tabaci*: predators and parasitoids. In: Stansly PA, Naranjo SE (eds) *Bemisia* biology and management of a global pest. Springer, Dordrecht, pp 385–421
- **A.N.R.H- 2008** : Carte géologique de l'Algérie du nord à l'échelle du 1/500 000 » Notice explicative, Ministère de l'Équipement, Alger, Ed. I.N.C
- **Barrientos et Apablaza H.J., Norero S.A. & Estay P.P., (1998), Méndez (2013)** : Temperatura base y constante termica de desarrollo de la polliladel tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). *Scientia Investigation agraria*, 25, 133-137.
- **Blancard, (2009)** : Les maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser I.N.R.A Paris.
- **Brévault, T., Heuberger, S., Zhang, M., Eilers-Kirk, C., Ni, X., Masson, L., Li, X., Tabashnik, B.E. & Carrière, Y. (2014)** Potential shortfall of pyramided transgenic cotton for insect resistance management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 110: 5806–5811
- **Barrienos et Apablaza H.J., Norero S.A. & Estay P.P., (1998)** : Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomatomoth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae). *Ciencia e Investigacion Agraria* 25, p. 133-137.
- **Badaoui, (2018)** : Identification et comparaison de genitalias de deux Gelechiidae : *Tuta absoluta* MEYRICK et *Phthorimaeopercullella* ZELLER. 7èmes journées scientifiques. Techniques et Phytosanitaires. Université de Mostaganem. p1-9.
- **Blancard, (2009)** : Les maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser I.N.R.A Paris.
- **Berkani et Badaoui, (2008)** : Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) Dans la région de Biskra.

- **Benton, (1999)** : Tomate plante culture: In the field, Greenhouse and Home garden. By CRC press LLC. P155.
- **Biondi A., Narciso C. Guedes R., Wan F. & Desneux N. (2017), Han et al., (2018)** : Ecology, worldwidespread, and management of the invasive South American tomatopinworm, *Tuta absoluta*: Past, present, and future AnnualReview of Entomology, 63 (2018), pp. 239-258
- **Chaux et Foury, (1994)**: Productions légumières. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruits. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. Pp 145-231.
- **Chaux et Foury, (1994)** : Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris 563p
- **Corbineau et Core, (2006)** : Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules.Ed .Tec et Doc. Lavoisier. 226p.
- **Chibane(1999)** : Tomate sous serre. Fiche Technique. Bulletin mensuel d'information et de liaison du P.N.T.T.A. N° 57, juin 1999, Edit. M.A.D.R.P.M/D.E.R.D. Maroc, 4 p.
- **Campos et Frese, M., Goldstein, M., Iacovone, L., Johnson, H. C., McKenzie, D., & Mensmann, M. (2017)** : Teachingpersonal initiative beats traditional training in boostingsmall business in West Africa357(6357), 1287-1290.
- **Desneux et coll. (2010)**. Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta* : Ecology, geographic and prospects for biological control. J. Pest-Sci, 83, 197-215.
- **Desneux et N., Wajnberg E., Wyckhuys K.A.G., Burgio G., Arpaia S. (2010)**: L'oxyure de tomate invasive d'Amérique du Sud, *Tuta absoluta*, continue de se propager en Afro-Eurasie et au-delà: la nouvelle menace pour la production mondiale de tomates. Journal of Pest Science,p 84 403–408
- **Dehliz, (2016)** : Etude des potentialités des entomophages autochtones en vue de lutter contre le nouveau ravageur de la tomate

Tutaabsoluta(Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) dans la région du sud-est algérien, Thèse Doctorat,p08-09.

- **EPPO, (2008)** : *Tutaabsoluta*Data sheets on quarantinepests Fiches informatives sur les organismes de quarantaines Bulletin EPPO /EPPO Bulletin 35 434-435 .
- **EPPO, (2007)** ; Urbaneja et al., 2007 ; Vieira, 2007 ; Alim, 2008 ; Kharroubi, 2008 ; Viggiani et al., 2009).
- **Elouissi, (2016)** : M. "*Tutaabsoluta*." KoppertBiologicalSystems. Consulté le 21 Mai 2013, depuis <http://www.koppert.fr/ravageurs/chenilles-papillonslepidopteres/tuta-absoluta>.
- **EPPO, (2016)** : European and Mediterranean Plant Protection Organization, Distribution.
- **FAO,(2019)** : Genre et pertes alimentaires dans les chaînes de valeur alimentaires durables – Note d’orientation. Rome (également disponible en ligne, à l’adresse: <http://www.fao.org/3/l8620FR/i8620fr.pdf>)
- **Fredon,(2008)** :*Tutaabsoluta*(Meyrick) la mineuse de la tomate. Teghia BP 15-20117 CAURO. 2p
- **Ferguson,(1998)** : Incidence of tomatopinuworkeiferiaLycopersicollorwalsingham(LepidopteraGéléchiidae) on green house tomato in southern Ontario and its control usingmating description. Pp 122-136.(Gerding ,1999).
- **Guedes et Picanço(2012), Campos Frese, M., Goldstein, M., Iacovone, L., Johnson, H. C., McKenzie, D., & Mensmann, M.,(2017), Biondi et , Desneux N, Siscaro G & Zappala` L.(2018)** : Le foreur de la tomate *Tutaabsoluta* en Amérique du Sud: statut phytosanitaire, gestion et résistance aux insecticides. Bulletin OEPP, 42, 211–216.
- **Gallais et Bannerot, (1992)** : Amélioration des espèces végétales cultivés objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.
- **Guenaoui et Ghelamallah , (2008)** :Nouveau ravageur de la tomate en Algérie : Première observation de *Tutaabsoluta*, mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. *Phytoma-Déf Végétaux*, 617 :18–19.

- **Garcia et Espul, (1982)** :Bioecology of the tomatomoth (*Scrobipalpula absoluta*) in Mendoza, Argentine Republic *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 17 (1982), pp. 135-146.
- **Haji et Oliveira C.A.V., Amorim Neto M.S. & Batista J.G.S., (1988)** :Flutuação populacional da traça do tomateiro no submédio São Francisco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.23, p.7-17, 1988.
- **Han, D.Y., Koehl, L.M., Patel, A., Zhou, Z., Phillips, S., Kapoor, S., (2018)**. Chronic Neuropsychological Sequelae in a Patient with Nontumorous Anti-NMDA-Receptor Encephalitis. *Case Rep Neurol Med* 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5675732>
- **ITCMI ,(2018)** : .culture de pomme de terre. Ed. ITCMI. 10p.
- **ITCMI, (2015)** : La conservation et le stockage sous froid de la pomme de terre. 24p.
- **Latigui, (1984)** : Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre nom chauffée. Thèse magister. INA El-Harrach.
- **Louveaux, (1984)** : Pollinisation et production végétales. Ed. INRA. 663p
- **Lecompte et Causse, (2014)** : Contrasted responses of botrytis cinerea strains developing on tomato plants grown under different nitrogen nutrition regimes. *Plant Pathology* 59, 891-899
- **Lambert, (2006)** : Lute anti insectes appliquée aux tomates de serre, MAPAQ ; (QC). Profil de la culture des tomates de serre au Canada. Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Centre pour la lutte antiparasitaire. Agriculture et agroalimentaire. Canada. Aout 2006.
- **Lebdi et Grissa K., Skander M., Mhafdhi M. & BelHadj R.,, (2010)** : Lutte intégrée contre la mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* Meyrick

(Lepidoptera: Gelechiidae) en Tunisie. *Entomologie faunistique – Faunistic Entomology* 63(3), p. 125-132.

- **Leite G.L.D., Picanco M., JHAM G.N., Cienc F.M., 2004** - Intensity of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae) attacks on *Lycopersicon esculentum* Mill. Leaves. Ed. agrotec, Lavras, vol. 28, n° 1, pp:42-48.
- **MADR, 2017** :Cultures maraichères sous serres. Ministère de l'Agriculture et Développement Rural (S.D.S.). Série B, p.24.
- **Monserat, (2009)** : la polilladel tomate tutaabsoluta en la region de murcia : bases para su control .técnica34,consejeria de agricultura y agua .region de murcia, espana.112p.
- **Margarida (2008)** : Meneira do romateira (*Tutaabsoluta*).Uma nova ameaçaaprodução de tomate. (PDF).10p.
- **Molla et O., Monton H., Beitia F.&Urbaneja A.,, (2008)** : La polliladel tomate, unanuevaplagainvasora, *Tutaabsoluta*(Meyrick). *Agrotécnicas*, S.L. CIF B80194590 Terallia, 69, p.36-42.
- **Marcano; (2008)** : Minadorpequeno de la hajadel tomate *Tutaabsoluta* (Meyrick, 1917).PlagasAgrícolas de Venezuela. In, 68-67.
- **M.A.D.R.(2017)** : Données sur le site Algerie presse service. <http://www.aps.dz/economie/75536-culture-maraichere-une-production-nationale-de-plus-de-130-millions-de-quintaux-en-2017>
- **Maria Margarida Vieira, (2008.)** : Bioactivity of phenolicacids:Metabolites versus parent compounds:Areview. *Food Chemistry*173: 501–513.
- **Naika S., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., (2005)** : La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation ; Publié par AgromisaFoundation, ISBN, 104pages.
- **Nicole M-C., 2002** . Les relations des insectes phytophages avec leurs plantes hôtes. Ed. Antennae, 5p.
-
- **Pereira., 2008** : Ferreira W.M., Garcia S.K., perira M.N., Bertechini A.G., 2008.Digestibility of sugar cane bagasse after a NaoHTreatment in growing. rabbit.Gienciaeagrotechnologia, 32(2):pp573-577.

- **Pereira R.A.N., Ferreira W.M., Garcia S.K., perira M.N., Bertechini A.G., (2008)** : Effect of twosolanaceous plants on developmental and population parameters of the tomatoleaf miner, *Tutaabsoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)." *NeotropicalEntomology* 35(5): 671-676.
- **Pereira et Sanchez (2006)** : Effect of twosolanaceous plants on developmental and population parameters of the tomatoleaf miner, *Tutaabsoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)." *NeotropicalEntomology* 35(5): 671-676.
- **Pereira, (2005)** : Effect of twosolanaceous plants on developmental and population parameters of the tomatoleaf miner, *Tutaabsoluta* (Meyrick)(Lepidoptera: Gelechiidae)." *NeotropicalEntomology* 35(5): 671-676.
- **Povolny, (1994)** :Gnorimoschemini of southern South America VI: Identification keys, checklist of Neotropical taxa and generalconsiderations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae) *Steenstrupia*, 20 (1994), pp. 1-42
- **Pfeiffer D.G., Muniappan R., Sall D., Diatta P., Diongue A., Dieng E.O.,(2013),BrévaultT.,Sylla S., Diatte M., Bernadas G. D.K.,(2014)** : First record of *Tutaabsoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Senegal. *Florida Entomologist* 96: 661–662.
- **Pyron, (2006)** : protection phytosanitaire légumes et petits fruits, Ed. C.T.I.F.L, paris, France, 507p.
- **Pfeiffer D.G., Muniappan R., Sall D., Diatta P., Diongue A., Dieng E.O., (2013),Brévault ., Sylla S., Diatte M., Bernadas G. D.K.,(2014)** : First record of *Tutaabsoluta* (Lepidoptera:Gelechiidae) in Senegal. *Florida Entomologist* 96: 661–662.
- **Ray et Costes, (1965)** : La physiologie de la tomate, étude bibliographique INRA.p111.
- **Ribereau-Gayon P, (1968)**. Les composés phénoliques des végétaux. Paris: Dunod.
- **Razuri et Vargas (1975), Souza et Reis, (1986).** : Biología y comportamiento de *Scrobipalpaabsoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae) en tomatara. *Rev. PeruanaEntomol.* 18(1), p. 84-89. Controle da traça do tomateiroem minas Gerais. *PesquisaAgropecuáriaBrasileira* 21, p. 343-354.

- **Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B., Jurgen K., Philippe N., (2011)** : Lutte biologique N°02 tomate, Maladies touchant en priorité les cultures en plein champ et sous abris. 10p
- **Ramel et Oudard, (2008)** : *Tutaabsoluta* (Meyrick, 1917), éléments de reconnaissance.
- **Simberloff, D. (2011) Charles Elton**: neither founder nor siren, but prophet. In *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton* (Richardson, D.M., ed.), pp. 11–24, Blackwell Publishing
- **Shankara, (2005)** : La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Ed. Prota, 105 p.
- **Siqueira H.A.A., Guedes R.N.C. & Picanco M.C ., (2000)** : Insecticide resistance in populations of *Tutaabsoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae) *Agricultural and Forest Entomology*, 2, 147-153
- **Silva, (2008)** : Fatores biológicos reprodutivos que influenciam o manejo comportamental de *Tutaabsoluta* (Meyrick) ; 2008, Reproductive biology factors influencing the behavioural management of *Tutaabsoluta*; dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção de grau de mestre em Entomologia Agrícola : RECIFE 6PE Fevereiro-2008
- **Trottin-Caudal Y., Grassel Y, et Millot P., (1995)** : Maîtrise de la protection sanitaire Tomate sous serre et abris .Centre Technique Inter professionnel des fruits et légumes. France .87p.
- **Tumuhaise V, Khamis FM, Agona A, Sseruwu G, Mohamed SA., (2016)** : First record of *Tutaabsoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Uganda. *International Journal of Tropical Insect Science* 36: 135–139
- **Torres J.B., EVANGELISTA W.S., BARRAS J.R. et GUEDES R.N.C. (2002)** : Regulation of the cell integrity pathway by rapamycin-sensitive TOR function in budding yeast. *J Biol Chem* 277(45):43495-504

- **Tonnang H.E.Z., Mohamed S.F., Khamis F., Ekesi S., (2015)b.** Identification and risk assessment for worldwide invasion and spread of *Tuta absoluta* with a focus on Sub-Saharan Africa: Implications for phytosanitary measures and management. *PLoS One* 10(8), 1–19.
- **Tabone E., THI KHANH H., BODENDORFER J. et REY F (2012) :** Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta*: Ecology, geographic and prospects for biological control. *J. Pest-Sci*, 83, 197-215
- **Urbaneja et Vercher R., Navarro V., Garcia Mari. & PORCUNA JL., (2007) :** La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. *Phytoma Espana* no. 194, 16-23
 - **Uchôa-Fernandes, M. A.; Della Lucia, T. M. C and Vilela, E. F. (1995):** Mating oviposition and pupation of *Scrobipalpus absolutus* (Meyr.) (Lepidoptera: Gelechiidae). *An. Soc. Entomol. Bras.*, 24, 159-164
- **Wang K.G., Ferguson A et Shipp J.L., (1998) :** Incidence of tomato pinworm *Lycopersicollorwalsingham* (Lepidoptera: Gelechiidae) on green house tomato in southern Ontario and its control using mating description. Pp 122-136.
- **Wang K.G., Ferguson A et Shipp J.L., (1998) :** Incidence of tomato pinworm *Lycopersicollorwalsingham* (Lepidoptera: Gelechiidae) on green house tomato in southern Ontario and its control using mating description. Pp 122-136.
- **ZAID Radouane, GAUTHIER Nathalie, DJAZOULI Zahr Eddine (2019) :** dynamique des populations et des infestations de la mineuse sud-américaine de la tomate *tuta absoluta* sur trois cultures maraichères en algérie : influence de la plante-hôte et des variations de température. *Revue Agrobiologia* , 9(2): 1715-1730
- **Zidani, (2009) :** valorisation des pelures de tomates séchées en vue de leur incorporation dans la margarine (mémoire de magister). Faculté des sciences de l'ingénieur. algérie : université M'hamed bougara-boumerdes.