

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**Université SAAD DAHLAB de Blida (1)**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de biotechnologie**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE  
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE EN  
SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Option : phytopharmacie appliquée

# Thème

**Etude de la diversité faunistique de la Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill, variété Tavira) et l'effet bio-insecticide des feuilles du Laurier noble (*Laurus nobilis* L.), du Faux poivrier (*Schinus molle* L.) sur *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)**

Présentée par : M<sup>elle</sup> BELLACHE Manel

**Devant le jury :**

M <sup>f</sup> AROUN M.F.	M.A.A à U.S.D. Blida (1)	Président
M <sup>me</sup> MOUSSAOUI K.	M.A.B à U.S.D. Blida (1)	Examinatrices
M <sup>me</sup> NADJI Z.	Doctorante à U.S.D. Blida (1)	Examinatrice
M <sup>elle</sup> YAHIA N.	M.A.A à U.S.D. Blida (1)	Promotrice
M <sup>me</sup> MARNICHE F.	M.C.B à E.N.S.V. El Harrach	Co-promotrice
M <sup>me</sup> SETTOUF S.	Ingénieur à I.N.S.F.P. Bougara	Invitée

Année Universitaire 2013 / 2014

## *Dédicace*

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde. Je suis fière et heureuse d'avoir pu vous présenter mon travail et je profite de ce document pour vous dire aussi que je vous aime.

À mes chers parents qui m'ont permis de continuer mes études dans les meilleures conditions et qui m'ont appris à ne jamais baisser les bras et qui m'ont accompagné et m'encourager dans ce challenge.

À mes chères frères : ALI, HACHEMI, ABD-EL DJALIL et notre chouchou SAMY, que je les souhaite toute la réussite.

À tous ceux qui me sont chers mais qui ne font plus partie de ce monde ; mon grand père DAHEL EL HACHEMI, et ma grand-mère KARDJIDJ AICHA que dieu le tout puissant l'accueille en son vaste paradis.

À mamie OUAHCHIA et mes grands parents paternelle surtout à mon grand-père BELLACHE ALI.

À tout mes chères tantes et oncles, surtout à Cécile qui n'a pas pu assister à cet événement.

À tous mes chères cousins et cousines : bon chance à tous.

À celui qui m'a encouragé pour atteindre l'objectif de cette étude, qui m'a poussé à réaliser le premier pas, qui m'a fait confiance et qui a cru à mes compétences Mr RAHIM N.

À tout mes enseignants ; et spécialement à vous Mme MARNICHE.

Et en fin, À tout ceux qui aiment avec passion la spécialité Phytopharmacie appliquée et en exception ma promo 2013/2014.

*MANWELLA*

## Remerciement

Tout d'abord, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour bien mener ce travail.

Je remercie Mr AROUN M.E.F de m'avoir fait l'honneur de présider le jury, qu'il me soit permis de lui exprimer ma profonde gratitude pour m'avoir conseillée et orientée avec beaucoup de patience, chaque fois que cela était nécessaire.

Je souhaite adresser mes remerciements à ma promotrice, M<sup>elle</sup> YAHIA N., pour la liberté qu'elle m'a laissée dans l'évolution du projet qui m'a permis d'acquérir une réflexion scientifique, une autonomie dans mon travail et une émancipation professionnelle. Elle m'a également beaucoup appris sur la méthodologie à suivre et la rigueur nécessaire au travail scientifique.

Je tiens à exprimer ma gratitude, mes sincères remerciements, ma reconnaissance et mes respects à ma Co-promotrice à Mme MAGHNICHE F., qui a partagé sa passion de l'entomologie et son savoir de systématicien en toute simplicité, sa réactivité, nos discussions autour des résultats et de leur variabilité, son enthousiasme et son dynamisme et pour bien d'autres conseils précieux. Elle a toujours été là pour me relancer dans les périodes les plus difficiles.

Je remercie également Mme BABA- AISSA K. d'avoir accepté d'examiner ce Travail. Symbole d'enseignante dévouée, son amabilité et sa sagesse exemplaire. Qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.

Je remercie aussi Mme NADJI Z. d'avoir bien voulu d'accepter d'être membre de jury et d'examiner ce travail.

Mes vifs remerciements et mes respects vont à Mr DJAZOULI Z., pour sa sagesse, son écoute, son compréhension et surtout pour ces conseils précieux. Un homme qui n'a jamais lésiné de son temps pour orienter et conseiller tous les étudiants sans exception.

Mes profondes remerciements à tous mes enseignants et mes professeurs qui ont assuré ma formation Mme NEBIH, Mme ALLAL, Mme SABRI, Mme AMMAD, Mme KRIMI et Mme REMINI, mais surtout sans oublier Melle DJAMAI Y. la technicienne de laboratoire de zoologie pour sa gentillesse, son aide, son encouragement, et sa disponibilité.

Je ne pourrais oublier de remercier Mme BRIKI Spécialiste en systématique botanique à au département d'agronomie de l'université de BLIDA (1) pour m'avoir aidé dans la détermination des espèces végétales.

De même, je remercie Mr BOUTOUMI et Mme Zahira du département de Chimie de l'université de Blida (1) pour son aide, dans la réalisation d'extraction des huiles essentielle, et en particulier d'avoir accepté de mettre à ma disposition le matériel du laboratoire de chimie, et d'y accéder à tout moment.

Mes sincères remerciement à tout ceux qui m'on réalisés la caractérisation de la composition chimique des huiles essentielles au niveau de laboratoire d'analyse de la police scientifique et spécialement à celui qui a tenu a me servirai et qui assuré d'accomplirai cet analyse mais surtout ce travail.

Je remercie infiniment Mr BOUZAR M<sup>ed</sup> directeur de l'I.N.S.F.P. de Bougara de nous avoir permis de réaliser notre expérimentation dans les meilleurs conditions.

Je voudrais également témoigner ma reconnaissance à Mr TAYEB Kamel D.E.S. de l'I.N.S.F.P. de Bougara pour m'avoir accueillie parmi les stagiaires. J'ai ici l'occasion de le remercier pour son investissement et la confiance qu'il m'a accordée.

Je ne pourrais oublier de remercier et je dis un très grand merci pour Mme SETTOUF S., Mr TSOURTATIN et sa femme pour leurs conseils précieuse et leur encouragement.

Je rends hommage a Mr MOUKHTAR ESSADI Djamel de m'avoir permis avec beaucoup de confiance d'accéder à la bibliothèque de L'I.N.S.F.P.

Je remercie l'équipe propriétaires de site d'étude à l'I.N.S.F.P. et en particulier Mr ZEROUALI A. et Mr RAHMOUNI A. qui m'on accueillie et de m'on accordé la liberté d'accéder à tout moment à la multichapelle ; grâce à qui mes tomates ont poussé et même bien poussé, qui m'on partager leur connaissances au terrain, pour leurs remarques constructives mais aussi, pour leur aide en expérimentation.

Je tiens à remercier tout le personnel de l'I.T.C.M.I. de Staouali, en particulier, Madame DAHMANI K. de m'avoir accueilli au sein de son unité, pour la réalisation de mon échantillonnage.

Je tiens a remercier tout les personnes qui m'on soutenues, encourager, surtout qui on crut a mes capacité et qui m'on fait confiance ; mes chères parents qui lisait ici simplement merci mais comprenait tout ce que je voudrais leur dire. Je remercie mes frères aussi, ainsi que tout les

membres de ma famille qui m'ont ouvert leur porte et m'ont accueillie chez eux avec beaucoup de patience, je tiens à m'adresser à Mamie OUAHCHIA et Meriem, mes oncles Mr BOUHAMIDA N. et BELLACHE A. et mes tantes SOUAD et DJAMILA.

Merci à l'équipe (ingénieur, master) de laboratoire de zoologie, de cette année 2014 : DALILA, RABIAA, MERIEM, TAKOULA, AMINA, SARA, et AMINE, et à qui je souhaite bon courage et bonne chance.

Je ne pourrais jamais oublier à remercier Mr RAHIM N., qui se reconnaîtra pour sa patience et son soutien moral, celui qui a fait preuve de compréhension dans les moments difficiles, qui cru en moi quoi qu'il arrive, qui m'a vraiment aidé et soutenu. Je tiens à lui remercier pour bien d'autres performances que je ne pourrais les réaliser s'il n'était pas toujours à mes côtés ; notre rencontre *fortuite* fut vraiment une chance pour moi et un vrai bonheur.

Je remercie aussi tout ceux qui ont participé de près ou de loin pour que je puisse accomplir ce travail... merci MOUNI, merci Mr SAIFI, merci à tous.

Je terminerai en exprimant ma satisfaction personnelle pour cette dernière année universitaire qui fut riche de découvertes, d'apprentissage, et de travail aussi... mais surtout très instructif tant au niveau scientifique que relationnel. Ce travail n'aurait pu aboutir sans la contribution de nombreuses personnes qui ont toujours répondu à mes sollicitations avec indulgence et leurs encouragements m'ont permis d'arriver au terme de ce travail de Thèse ; que de personnes rencontrées pendant cette thèse, que de moments partagés dont je ne pourrais retranscrire ici toute l'intensité mais que je garde en moi, soyez en sûr, et dont je me souviendrais avec bonheur.

*« La connaissance est la seule chose qui s'accroît lorsqu'on la partage »*

*Sadra Boudjema – Ordre du grand vol*

**BELLACHE M.**

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> caractéristiques morphologiques de la tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).....	8
<b>Tableau 2 :</b> Températures des différentes phases de développement d'un pied de la tomate....	10
<b>Tableau 3 :</b> durée de cycle de développement de <i>Tuta absoluta</i> en fonction de la température..	18
<b>Tableau 4 :</b> flore adventice présentée au niveau de lamultichapelle.....	35
<b>Tableau 5 :</b> Répartition des insectes inventoriés par ordre au niveau de la culture de tomate sous serre.....	58
<b>Tableau 6:</b> Richesses totales et moyennes des espèces capturées grâce aux pots pièges colorées durent la période d'étude.....	60
<b>Tableau7:</b> Abondance relative et la constance des espèces inventoriées dans les pots pièges colorés durent les trois mois d'étude.....	62
<b>Tableau 8 :</b> valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équirépartition des espèces capturé durant la période de suivie .....	67
<b>Tableau 9:</b> Présence /absence des espèces inventoriées dans les pots pièges colorés durent les trois mois d'étude.....	74
<b>Tableau10 :</b> Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de <i>Laurus nobilis</i> L.....	81
<b>Tableau11 :</b> Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de <i>Schinus molle</i> L.....	82
<b>Tableau 12:</b> caractéristiques organoleptique des huiles essentielles des feuilles du laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> ) et le faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ).....	82
<b>Tableau 13:</b> Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base du l'huile essentielle du <i>Schinus molle</i> sur les populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> .....	85
<b>Tableau 14 :</b> Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base du l'huile essentielle du <i>Laurus nobilis</i> sur les populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> .....	86
<b>Tableau 15 :</b> Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base d'extrait aqueux <i>Schinus molle</i> sur les populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> .....	88
<b>Tableau 16:</b> Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base d'extrait aqueux <i>Laurus nobilis</i> sur les populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> .....	89
<b>Tableau 17:</b> Modèle G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base des deux huiles essentielles et deux extraits aqueux sur les populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> .....	90

## Table de matières

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I – Synthèses bibliographiques.....</b>	<b>3</b>
1.1- Historique et origine de la tomate.....	3
1.2 - Intérêt économique de la tomate.....	3
1.3 -Classification de la tomate.....	4
1.4 -Caractéristiques morphologiques de la tomate.....	6
1.5-Valeur nutritionnelle de fruit.....	9
1.6 - Cycle biologique.....	9
1.7 - Exigences pédo-climatiques.....	9
1.8 - Principales maladies et ravageurs.....	11
1.8.1 - Principales maladies.....	11
1.8.2-Ravageurs.....	11
1.9- Mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> .....	14
1.9.1. Origine et répartition.....	14
1.9.2-Position taxonomique.....	14
1.9.3-Plantes hôtes.....	15
1.9.4-Caractéristiques Morphologiques de la mineuse de la tomate.....	16
1.9.5-Cycle biologique.....	17
1.9.6-Condition d'expansion.....	19
1.9.7-Dégâts.....	19
1.9.8- Méthodes de lutte contre la mineuse de la tomate.....	20
1.10- Bio-insecticides d'origines végétales.....	23
1.10.1-Définition.....	23
1.10.2-Caractéristiques des bio-insecticides d'origines végétales.....	23
1.10.3-Importance des bio-insecticides d'origines végétales.....	25



1.10.4- Modes d'action des bio-pesticides d'origines végétales.....	25
1.10.4.1- Extraits aqueux.....	25
1.10.4.2-Huile essentielle.....	26
1.11- Espèces végétales utilisées.....	27
1.11.1-Laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> L).....	27
1-11.1.1-Origine et distribution.....	28
1.11.1.2-Description botanique.....	28
1.11.1.3-Place dans la systématique.....	28
1.11.1.4- Utilisation de <i>Laurus nobilis</i> .....	29
1.11.1.5-Composition chimique.....	29
1.11.1.6-Effet insecticide.....	29
1.11.2-Faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> L.).....	30
1.11.2.1-Origine et répartition du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ).....	30
1.11.2.2-Description botanique.....	30
1.11.2.3-Place dans la systématique.....	31
1.11.2.4-Utilisation du faux poivrier <i>Schinus molle</i> .....	31
1.11.2.5-Composition chimique.....	32
1.11.2.6-Effet insecticide.....	32

## Chapitre II-Matériel et Méthodes

2.1- Station d'étude.....	33
2.2- Inventaire floristique de la station.....	34
2.3 - Méthodologie adoptée sur terrain.....	35
2.3.1 - Matériels utilisés.....	35
2.3.2 - Installation de la culture.....	35
2.3.3 - Condition de croissance.....	38
2.3.4 - Technique de piégeage par les pots colorés.....	40
2.4-Méthodologie adoptée au laboratoire.....	40
2.4.1-Identification des espèces d'insectes piégés .....	40

2.4.2-Activité bio-insecticide des feuilles du <i>Laurus nobilis</i> L. et <i>Schinus molle</i> L.....	42
2.4.2.1-Préparation de la matière végétale.....	42
2.4.2.2-Extraction des huiles essentielles.....	43
2.4.2.3-Préparation des extraits aqueux.....	46
2.4.2.4- Application du traitement sur les larves de <i>Tuta absoluta</i> .....	48
2.5-Exploitation des résultats.....	51
2.5.1- Exploitation des résultats d'étude de la diversité entomologique de la tomate.....	51
2.5.1.1-Utilisation des indices écologiques de composition.....	51
2.5.1.1.2- La Fréquence centésimale ou Abondance relative (A.R. %).....	51
2.5.1.1.3-La fréquence d'occurrence ou de constance.....	52
2.5.1.2- Utilisation des indices écologiques de structure.....	53
2.5.1.2.1-Indice de diversité de Shannon-Weaver.....	53
2.5.1.2.2-Indice d'équirépartition (E).....	54
2.5.1.3- Analyse factorielle des correspondances (A.F.C).....	54
2.5.2-Estimation de l'activité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux	
2.5.2.1-Détermination de la teneur en eau.....	55
2.5.2.2- Calcul de rendement.....	55
2.5.2.3- Evaluation de l'activité bio insecticide des huiles essentielle et des extraits	
Aqueux.....	55
2.5.2.4-Exploitation des résultats d'étude de l'activité insecticide des traitements utilisés	
sur <i>Tuta absoluta</i> .....	56
<b>Chapitre III-Résultats sur quelques aspects écologiques de la faune de la tomate, et sur l'activité</b>	
<b>bio insecticide des feuilles du <i>Laurus nobilis</i> et <i>Schinus molle</i>.....</b>	<b>57</b>
3.1-Etude de l'entomofaune de la tomate.....	57
3.1.1-Effectif global des espèces piégées.....	57

3.1.2- Effectif global des espèces piégées selon l'organisation trophique.....	58
3.1.3-Application des indices écologiques à la faune capturée grâce aux pots pièges colorés	
3.1.4- Exploitation des données par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C).....	67
3.1.5- Résultats portant sur l'entomofaune piégés dans la serre de tomate durant la période d'étude.....	73
3.2-Résultats de l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux des feuilles du Laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> L.) et du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> L.) .....	80
3.2.1-Détermination de la teneur en eau.....	80
3.2.2-Calcul de rendement en huile essentielle.....	80
3.2.3- Composition chimique des Huiles essentielles des feuilles du laurier ( <i>Laurus nobilis</i> ) et du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ).....	81
3.2.4-Caractéristiques organoleptiques.....	82
3.2.5. Évaluation de l'activité insecticide des l'huiles essentielles et des extraits aqueux du <i>Laurus nobilis</i> et <i>Schinus molle</i> .....	83
3.2.5.1-Evolution temporelle de l'activité bio insecticide des deux huiles essentielles...83	
3.2.5.2-Etude de l'efficacité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux par le modèle général linéaire (G.L.M.).....	84
3.2.6-Etude comparée de l'efficacité des traitements à base des huiles essentielles et extraits aqueux.....	89
<b>Chapitre IV</b> -Discussion sur la faune recueillie dans la multichapelle de l'I.N.S.F.P. de Bougara et sur l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux des feuilles du laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> ) et du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ) sur <i>Tuta absoluta</i> .....	92
4.1-Diversité faunistique capturé par les pots pièges colorés.....	92
4.1.1-Richesse totale des espèces capturées par les pots colorés.....	93
4.1.2-Fréquences centésimales et l'abondance relative des espèces capturées à l'aide des potscolorés.....	93

4.1.3-Diversité de Shannon- Weaver et équitabilité appliqués aux espèces piégées par les pots colores dans la multichapelle de l'institut national .....	94
4.2- Etude de l'effet insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux vis-à-vis la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> .....	95
4.2.1- Effet insecticide des Huiles essentielles extraite des feuilles du laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> ) et du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ).....	96
4.2.2- Effet insecticide des extraits aqueux des feuilles du laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> ) et du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ).....	98
<b>Conclusion et perspectives.....</b>	<b>101</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>104</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>121</b>

## Introduction

A l'aube de ce siècle, l'opinion scientifique a pris réellement conscience de la gravité et de la sévérité de la situation écologique de notre planète. Depuis la tendance écologique soucieuse de l'environnement a touchée de nombreux domaines. L'univers de l'agriculture n'échappe pas à la règle, au contraire, le recours à l'agriculture biologique est devenu nécessaire. De ce fait, la recherche agronomique œuvre activement pour trouver des alternatives aux problèmes et obstacles qui entravent l'extension de l'agriculture biologique.

La tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. de la famille des Solanacées, fait partie des 40 espèces légumières les plus produites dans le monde, et occupe la deuxième place après la pomme de terre, que se soit la production ou la consommation (TRICHPOULOU et LAGIO, 1997). Malgré une extension des superficies légumières, les rendements sont modérés. Cependant la culture sous serre offre de grandes possibilités pour l'amélioration des rendements maraichers, ces derniers temps, nous constatons un certain engouement de la culture sous abris qui connaît un essor particulier notamment avec l'entrée de la multi chapelle.

L'introduction de la multi chapelle offre de multiples avantages comparés à la serre tunnel et ce malgré son lourd investissement, elle reste un outil très performant dans la pratique des cultures protégées, mais malheureusement ce style de production très satisfaisant présente constamment des difficultés, car ce milieu clos constitue un microclimat favorable au développement d'un nombre élevé de ravageurs.

Parmi les ravageurs de la tomate, un nouveau ravageur est observé ces dernières années, il cause des pertes considérables aussi bien sous serre qu'en plein champ, c'est la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (CHOUGAR, 2011). *Tuta absoluta* est un microlépidoptère de la famille des Gelichiidae (DESNEUX et al., 2010). Ce ravageur se caractérise par un potentiel de reproduction élevé et son hôte principal est la tomate, mais il s'attaque aussi aux autres cultures de Solanacées. Les plantes de tomates peuvent être contaminées de l'état de plantule à celui de plante mature (ARNO et GABARRA, 2011).

La gestion de *Tuta absoluta* est fondée essentiellement sur des mesures prophylactiques; par la détection précoce par les pièges à phéromone sexuelle et l'utilisation d'insecticides (COLLAVINO et GIMENEZ, 2008). Cependant ce ravageur développe une certaine résistance pour les insecticides (SIQUIERA et al., 2000). Par ailleurs pour assurer une meilleure intervention, tout en préservant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes préventives ainsi que de nouveaux produits sont constamment recherchés (CROSBY, 1966). Actuellement, les recours aux huiles essentielles s'avère être un choix pertinent face à un risque

de contamination précis ou à la nécessité de réduire ou remplacer les agents de conservation chimiques ou synthétiques (GAMO et HANCE, 2007). Pour cela, plusieurs huiles essentielles de différentes plantes ont été intensivement étudiées pour évaluer leurs propriétés répulsives comme ressource naturelle valable (ISMAN, 2006). De même, les huiles essentielles commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Ces produits font l'objet des études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématicides et fongicides (YAKHLEF, 2010).

En Algérie, les travaux réalisés sur l'entomofaune de la tomate sous serre, et l'application des extraits des molécules bioactives des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis* L.) et du faux poivrier (*Schinus molle* L.) sur son ravageur de quarantaine *Tuta absoluta* sont rares ou fragmentaires. Parmi eux tout au plus il est possible de citer ceux de CHENNOUF (2011), qui a étudié la diversité faunistique associée à la tomate dans la région d'Ouargla, BABA-AISSA (2011) et RAHIM (2012) qui ont étudié l'effet biocides *in vitro* des huiles essentielles sur les larves de *Tuta absoluta*, mais ces derniers ont utilisé une plante spontanée *Thymus fontanesii*. C'est pour essayer de compléter ces travaux que nous avons décidé de nous pencher à étudier la diversité faunistique de la tomate dans une multichapelle à l'INSFP de Bougara à Blida selon la technique de pots pièges colorés. De même, d'évaluer l'effet bio-insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux du laurier (*Laurus nobilis* L.) et du faux poivrier (*Schinus molle* L.) pour la recherche de nouvelles molécules bioactives dans la mesure de protection des cultures.

L'étude de l'entomofaune de la tomate sous abris offre une grande importance écologique. Cette étude vise donc deux objectifs, le premier est d'apporter une contribution sur la connaissance des espèces faunistiques dans une multichapelle dans la région de Bougara et de chercher à travers cette étude des facteurs écologiques pouvant expliquer la distribution de l'entomofaune. Le second est de l'étude d'efficacité de deux huiles essentielles et les extraits aqueux.

Dans notre présente étude nous allons présenter le premier chapitre, qui consiste à faire une synthèse des données bibliographiques, sur la tomate, le ravageur la mineuse des tomates *Tuta absoluta* et bio-insecticides d'origine végétales. Le deuxième chapitre élucide les matériels et les méthodes de travail utilisés pour la réalisation de cette étude. En fin, nous terminons la présente étude par une conclusion générale assortie des perspectives. Les résultats obtenus, exploités par des indices écologiques et des traitements statistiques, sont regroupés dans le chapitre trois. Suivi par le chapitre quatre qui entame les discussions.

**Etude de la diversité faunistique de la Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., variété Tavira) et l'effet bio-insecticide des feuilles du Laurier noble (*Laurus nobilis* L.), du Faux poivrier (*Schinus molle* L.) sur *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917)**

**Résumé**

Une seule technique d'échantillonnage est utilisée sur terrain pour l'étude de l'entomofaune dans une multichapelle à l'Institut Nationale Spécialisé en Formation professionnelle de Bougara celle des pots pièges colorés. 1.736 individus sont capturés, Répartis entre 12 ordres et 86 familles. La classe des Insecta domine avec 1.598 individus (92 %) répartis entre 128 espèces. Les Diptera sont fortement notés avec 44 espèces (34 %). Les Arachnida, et les Collembola correspondent ensemble à peine à 8 % par rapport à l'ensemble des espèces capturés. Les feuilles de deux espèce végétales *Laurus nobilis* et *Schinus molle* on été choisis pour évaluer l'efficacité insecticide *in vitro* des huiles essentielles et des extrais aqueux sur la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (variété Tavira), principal ravageur de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

Le meilleur rendement des huiles essentielles obtenu est celui du *Laurus nobilis* (0,71%), cependant les feuilles du *Schinus molle* ont un taux de (0,63%). L'analyse par la chromatographie gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CPG-SM) nous a permis de connaître la composition chimique des huiles essentielles. Selon cette analyse, les composés majoritaires de nos échantillons sont le Carotol pour le *Schinus molle* et l'eucalyptol pour *Laurus nobilis*. Les deux huiles essentielles et les extraits aqueux ont montré un effet toxique sur les larves de *Tuta absoluta*, le plus important est enregistré avec l'extrait aqueux des feuilles du faux poivrier (*Schinus molle*). Tandis que les extraits des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis*) ont révélé une toxicité moyenne. Les résultats obtenus ont montré que la toxicité des différents traitements (huiles essentielles et les extraits aqueux ) évolue avec l'augmentation de la concentration des doses appliquées d'une part, et une meilleure efficacité relativement progressive par rapport au temps (durée après traitement) d'autre part.

**Mots-clés :** Activité bio-insecticide, *Laurus nobilis* L., *Schinus molle* L., *Tuta absoluta*, *Lycopersicon esculentum* Mill.

# **Study of the faunal diversity of Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill., Variety Tavira) and bio-insecticide effect of *Laurus nobilis* L., *Schinus molle* L leaves on *Tuta absoluta* (Meyrick , 1917)**

## **Summary**

One technique was used during our study of insect Funa by using the Colored traps pots on multispan in Bougara National Institute Specialized in Training. 1.736 individuals were captured. Classified into 12 orders & 86 families, Class Insecta dominates by 92% (1.598 individuals) distributed among 128 species. Diptera are highly rated by 44 species (34%). The Arachnida, and Collembola together correspond to only 8% compared to all species caught. The leaves of two plant species *Laurus nobilis* and *Schinus molle* have been chosen to evaluate insecticide efficiency *in vitro* of essential oils and aqueous extract it on the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), the main pest tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) (variety Tavira).

The best performance of the essential oils obtained is that of *Laurus nobilis* (0.71%); however the ratio for the leaves *Schinus molle* is (0.63%). Analysis by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) allowed us to determine the chemical composition of essential oils. According to this analysis, the major compounds in our samples are Carotol for *Schinus molle* and Eucalyptol for *Laurus nobilis*. Both essential oils and aqueous extracts showed a toxic effect on the larvae of *Tuta absoluta*, the most important is registered with the aqueous extract of the leaves of the pepper tree (*Schinus molle*), While extracts from leaves of laurel (*Laurus nobilis*) showed moderate toxicity. The results obtained showed that the toxicity of different treatments (essential oils and aqueous extracts) evolves with increasing the concentration of applied doses in one side , and gradual & better efficiency with respect of time (time after treatment) in the other side .

**Key-words:** Activity bio-insecticide, *Laurus nobilis* L., *Schinus molle* L., *Tuta absoluta* *Lycopersicon esculentum* Mill.



دراسة التنوع الحيواني للطماطم (*Lycopersicum esculatum* Mill.)، منوعات تافيرا)  
في فعال مضاد حشري المستخلص من أوراق شجرة *Laurus nobilis* L. وشجرة *L.*

## Tuta absoluta على نافقة أوراق الطماطم Schinus molle

### ملخص

يتم استخدام تقنية أخذ العينات واحدة على خشبة المسرح لدراسة الحيوانات الحشرات في بيت بلاستيكي متعدد القباب في المعهد الوطني متخصصة في التدريب ببوقرة بإستعمال الفخاخ الملونة. تم القبض على 1736 من الأفراد موزعة على 86 أسرة . فئة الحشرات يهيمن مع 1,598 الأفراد (92%) موزعة على 128 نوعا. نوات الجناحين ودرجات عالية مع 44 نوعا (34%). والعناكب، وCollembola موافقة لـ : 8% فقط مقارنة بجميع الأنواع. وقد تم اختيار أوراق الأنواع النباتية اثنين *Laurus nobilis* L وشجرة *Schinus molle* لتقييم فعالية المبيد الحشري في المختبر من الزيوت العطرية والمستخلص المائي على نافقة أوراق الطماطم Tuta absoluta (متنوعة تافيرا)، الآفة الرئيسية الطماطم *Lycopersicum esculatum* Mill.

أفضل أداء من الزيوت الأساسية التي تم الحصول عليها هي أن من *Laurus nobilis* L (0.71%)، ولكن أوراق شجرة الفلفل رخوة عوائد منخفضة (0.63%). تحليل بواسطة الغاز اللوني الطيف الكتلي (MS-GC) سمح لنا لتحديد التركيب الكيميائي للزيوت العطرية. وفقا لهذا التحليل، والمركبات الرئيسية في عينات لدينا هي Carotol لشجرة *Schinus molle* ويوكالبيتول *Laurus nobilis*. وأظهرت كل من الزيوت الأساسية والمستخلصات المائية لها تأثير سام على يرقات Tuta absoluta ، يتم تسجيل أهم مع المستخلص المائي لأوراق شجرة الفلفل *Schinus molle* في حين أظهرت مقتطفات من أوراق الغار *Laurus nobilis* L سمية معتدلة. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن سمية من العلاجات المختلفة (الزيوت الأساسية والمستخلصات المائية) تتطور مع زيادة تركيز الجرعات التطبيقية من جزء واحد ، والكفاءة تدرجية نسبيا فيما يتعلق الوقت (الوقت بعد العلاج) الذي النتائج في تحسين الكفاءة من جهة أخرى.

كلمات في مفتاح : النشاط الحيوي الحشرات، *Laurus nobilis* L، شجرة الفلفل رخوة Schinus molle، Tuta absoluta، *Lycopersicum esculatum* Mill.

## Chapitre I – Synthèses bibliographiques

Dans ce chapitre on va aborder les synthèses bibliographiques de la tomate, le ravageur du microlépidoptère la mineuse de tomate *Tuta absoluta* et en fin l'étude des bio-insecticides d'origine végétale telles que les extraits aqueux et les huiles essentielles du laurier noble (*Laurus nobilis* L.) et du faux poivrier (*Schinus molle* L.).

### 1.1 - Historique et origine de la tomate

Le mot « tomate » dérive du suffixe « tomatl » dans le langage nahuatl (DAUNAY et *al.*, 2008a) qui était celui des anciens mexicains (Azèques) à l'époque de la découverte de l'Amérique. Introduite en Europe au milieu du 16<sup>ème</sup> siècle, elle porta différents noms comme « *mala aurea* » en latin, « pomme d'amour » en français et « love Apple » en anglais (LEBEAU, 2010). Au début, les Européens l'exploitèrent pour un usage purement ornemental et évitent sa consommation, à cause des liens de parenté botanique très étroits avec certaines espèces végétales connues comme plantes vénéneuses, exemple: *Hyocinus niger*, *Lycopersicum atropa* (KOLEV, 1976). Selon MENARD (2009), elle était longtemps considérée comme une plante toxique, au même titre que sa cousine «la mortelle Belladone». Ce n'est que vers les années 1920-1930 qu'elle commença à être largement commercialisée. En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (tomateros), qui l'ont introduite (LATIGUI, 1984).

### 1.2 - Intérêt économique de la tomate

Grâce aux différents modes de production, à savoir la culture sous serre Tunnel (primeur), et la culture de plein champ (saison), la tomate est disponible toute l'année ; de ce fait elle occupe une place stratégique dans l'économie nationale et mondiale (SNOUSSI, 2010).

#### 1.2.1 - Dans le monde

Les échanges de la tomate représentent plus de 17 % du commerce mondial des fruits et légumes frais (ANONYME, 2008). Parmi les principaux pays exportateurs de tomate, six d'entre eux se trouvent dans la zone méditerranéenne (Turquie, Egypte, Italie, Espagne, Grèce, Maroc). Selon la F.A.O. 2009, il s'agit de la douzième culture au niveau mondial et de la quatorzième au niveau européen avec près de 130 millions de tonnes produites seulement en 2007.

### 1.2.2 - En Algérie

En Algérie, la tomate occupe une place importante dans l'économie du pays en enregistrant des accroissements considérables en superficies et en productions. En effet, elle occupe la deuxième place en maraîchage après la pomme de terre. Elle couvre une surface de l'ordre de 6000 ha dont l'essentiel est localisé au niveau des zones littorales et sublittorales (ZITTER, 2010) (Fig.1).

### 1.3 -Classification de la tomate

La classification de la tomate selon trois types botaniques, génétiques et variétaux.

#### 1.3.1-Classification botanique (systématique)

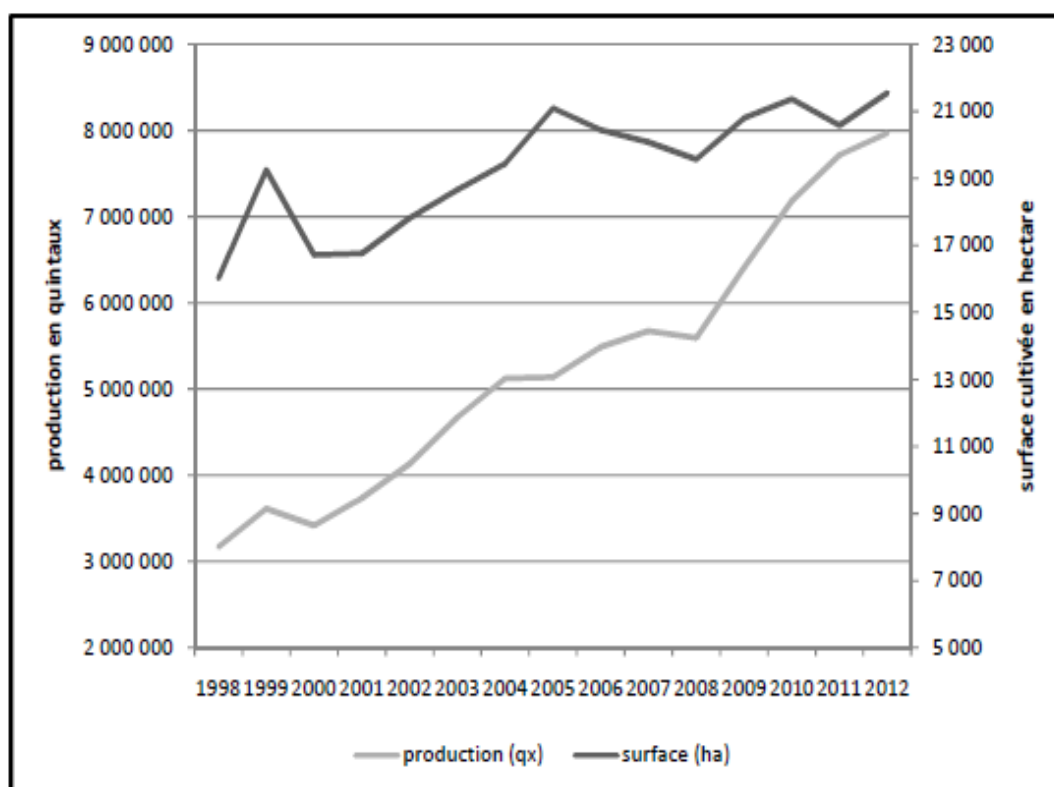
Linné (1753) avait inclus la tomate dans le genre *Solanum*, en la nommant *Solanum lycopersicum*, mais Miller (1754, 1768) la renomma *Lycopersicon esculentum*, en créant le genre *Lycopersicon* qui regroupait les différentes espèces de tomate. Le terme « *Lycopersicon* » signifie pêche de loup, et « *esculentum* » signifie comestible. Le genre *Lycopersicon* est représenté par neuf espèces, huit espèces sauvages et une pouvant être considérée à la fois cultivée et sauvage, appelée *Lycopersicon esculentum* (WARNOCK 1988) (Fig.2).

Selon CRONQUIST (1981); GAUSSEN et *al.* (1982) la tomate appartient à la classification suivante:

Règne:	Plantae
Sous règne:	Trachenobionta
Division:	Magnoliophyta
Classe:	Magnoliopsida
Sous classe:	Asteridae
Ordre:	Solonales
Famille:	Solanaceae
Genre:	<i>Solanum</i> Ou <i>Lycopersicon</i>
Espèce:	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill



(ANONYME<sub>1</sub>, 2014)



**Figure 1** : Evolution des surfaces et quantités de productions de tomate dans en Algérie (ANONYME, 2013)

### 1.3.2 Classification génétique

Selon DOMINIQUE et *al.*, (2009), la tomate cultivée; *Lycopersicon esculentum* Mill. est une espèce diploïde, chez laquelle il existe de très nombreux mutants mono géniques dont certains sont très importants pour la sélection. Sa carte génétique compte actuellement 235 gènes. La structure de la fleur de *L.esculentum* assure une cleistogamie (autogamie stricte); mais elle peut se comporter comme une plante allogame. On peut avoir jusqu'à 47% croisée dans la nature (PUBLISHERS, 2004). Ces deux types de fécondations divisent la tomate en deux variétés qui sont:

#### 1.3.2.1 -Variétés fixées

Il existe plus de cinq cents variétés fixées qui conservent les qualités parentales. Leurs fruits sont plus ou moins réguliers, sensibles aux maladies, mais en général donnent des fruits d'excellente qualité gustative (POLESE, 2007).

### 1.3.2.2 - Variétés hybrides

Les variétés hybrides sont plus nombreuses. Elles sont relativement récentes; puisqu'elles n'existent que depuis 1960 (POLESE, 2007). Elles se caractérisent par un effet hétérosis qui permet un cumul de gènes favorables, permettant une meilleure résistance aux maladies, et, une bonne nouaison, particulièrement en conditions défavorables (CHAUX et FOURY, 1994).

### 1.3.3 - Classification variétale selon le mode de croissance

Il existe de très nombreuses variétés cultivées de tomates. . On distingue cependant, plusieurs catégories de tomates qui sont classées selon leurs caractères botaniques, morphologiques et selon le mode de croissance de la plante (la formation des feuilles, inflorescences et bourgeons), qui déterminent l'aspect, et, le port qui revêt le plant. Ainsi la plupart des variétés ont un port dit indéterminé, à l'opposé des autres dites à port déterminé (NAIKA *et al.*, 2005).

#### 1.3.3.1-Variétés à croissance indéterminée

Ces variétés sont plus nombreuses. Elles continuent à pousser et produire des bouquets floraux, tant que les conditions sont favorables. Comme leur développement est exubérant, leur tige doit être attachée à un tuteur, sous peine de s'affaisser au sol. Il est également nécessaire de les tailler et de les ébourgeonner régulièrement. Elles ont une production plus échelonnée et plus étalée, que les tomates à port déterminée (POLESE, 2007).

#### 1.3.1.2 - Variétés à croissance déterminée

Dans ce groupe, et selon la variété, la tige émet 2 à 6 bouquets floraux, puis la croissance s'arrête naturellement. Elle est caractérisée par l'absence de la dominance apicale. Ce type de variété est destiné à l'industrie agro-alimentaire (LAUMONIER, 1979).

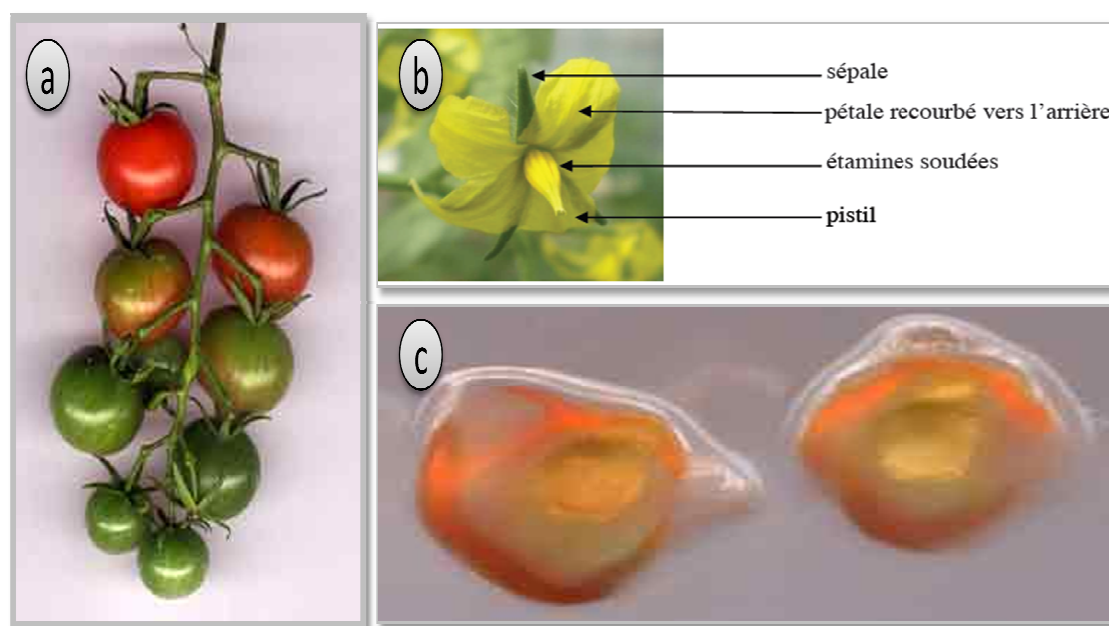
## 1.4 -Caractéristiques morphologiques de la tomate

La tomate est une plante vivace dans sa région d'origine mais en culture, on la considère comme plante annuelle (CHAUX et FOURY, 1994). Elle est constituée d'un appareil végétatif et reproducteur dont les caractéristiques sont représentées par le tableau 1 (Fig.3, Fig.4).



**Figure 3** : Appareil végétatif de la tomate : (a) tige et feuilles (KRID et MESSATI, 2013),

(b) système racinaire (CHAUX et FOURY, 1994)



**Figure 4**: Appareil reproducteur de la tomate : (a) grappe de fruits en cours de mûrissement, (c)

la graine (ANONYME, 2005); (b) la fleur de la tomate (MASSOT, 2010).

**Tableau 1:** les caractéristiques morphologiques de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

	<b>Organe</b>	<b>Caractéristique morphologique</b>
<b>Appareil végétatif</b>	<b>le système racinaire</b>	Puissant, très ramifié à tendance fasciculée. Il est très actif sur les 30 à 40 premiers centimètres. En sol profond, on peut trouver des racines jusqu'à 1 mètre de profondeur (CHAUX et FOURY, 1994).
	<b>La tige</b>	Forme anguleuse, épaisse aux entre nœud pubescent (couvert de poil), de consistance herbacée en début de croissance, se lignifie en vieillissant. (CHAUX et FOURY, 1994). elle porte deux types de poils, simple ou glanduleux. Ces derniers contiennent une huile essentielle qui donne son odeur caractéristique de la plante (KOLEV, 1976).
	<b>La feuille</b>	Est composée de 5 à 7 folioles principales, de 10 à 25 cm de longueur et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu denté sur les bords, grisâtres à la face inférieure (RAEMAEEKERS, 2001).
<b>Appareil reproducteur</b>	<b>La fleur</b>	Elle est actinomorphe à un système pentamère. Le calice comporte 5 sépales, il persiste après la fécondation et subsiste au sommet du fruit (REEVES, 1973). Les fleurs sont regroupées sur les mêmes pédoncules en bouquet de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides (POLESE, 2007).
	<b>Le fruit</b>	Est une baie charnue, avec des colorations très diverses, selon la variété. En effet au début les fruits sont verts, deviennent rouge à maturité. Ils peuvent cependant être de couleur jaune, rose, orange, blanche, noire voire bicolore. (RANC, 2010) En section méridienne le fruit peut revêtir des formes très variées, ellipsoïdales, plus ou moins aplaties, globuleuses, ovales, plus ou moins allongées, voir cylindriques ou piriformes. La taille est extrêmement variable, allant de 1,5cm de diamètre pour la tomate cerise à plus de 10cm. (RICK, 1986).
	<b>La graine</b>	En forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (SHANKARA et al, 2005).

### 1.5-Valeur nutritionnelle de fruit

Les tomates constituent un apport alimentaire important. En effet ces légumes-fruits apportent beaucoup d'eau (de 90 à 95 %), ce qui en fait une des principales sources d'eau de la ration alimentaire, mais sont au contraire très peu caloriques. Elles ne contiennent pratiquement pas de lipides, et très peu de protéines et de glucides Elle est très riche en carotène, en lycopène, en vitamine C, en provitamine A, vitamines du groupe B, en potassium, en magnésium et en phosphore (MENARD, 2009).

### 1.6 - Cycle biologique

D'après GALLAIS et BANNEROT (1992), le cycle végétatif de la tomate varie selon les variétés, les saisons, et les conditions de la culture; mais s'étend généralement en moyenne de 3 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 phases suivantes. La première phase est la germination stade de levée menant la graine jusqu'à la jeune plante (CORBINEAU et CORE, 2006). La deuxième est la croissance qui se déroule dans deux milieux différents, En pépinière dès la levée jusqu'au stade 6 feuilles puis, en plein champ après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines fonctionnelles LAUMONIER (1979). La troisième correspond à la floraison étape d'ébauches florales par transformation du méristème apical de l'état végétatif, à l'état reproducteur (CHOUGAR, 2011). La quatrième phase est la nouaison englobant la gamétogenèse, la pollinisation, la croissance de tube pollinique, la fécondation des ovules et le développement des fruits, en dernier la maturation caractérisée par un grossissement du fruit, changement de sa couleur du vert au rouge (Fig.5).

### 1.7 - Exigences pédo-climatiques

Les exigences pédo-climatiques sont liés à la température et la lumière puis à l'eau et en fin par l'humidité et le sol.

#### 1.7.1.-Température et la lumière

La température optimale pour la plupart des variétés se situe entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent supporter 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 (Tab.2). Lorsque des périodes de froid ou de chaleur perdurent pendant la floraison, la production de pollen sera réduite. Ceci affectera la formation des fruits. Le gel tue les pieds de tomate pour cela il est impératif d'attendre la fin de



l'hiver pour semer. Quant à la lumière, elle affecte la couleur des feuilles, des fruits (SHANKARA *et al.*, 2005).

**Tableau2** : Températures des différentes phases de développement d'un pied de la tomate (SHANKARA *et al.*, 2005)

Phase	Température (°C)		
	Minimale	optimale	maximale
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Maturation	10	20-24	30

### 1.7.2 - Eau et l'humidité

Selon SHANKARA *et al.*, (2005), le stress causé par une carence en eau et les longues périodes de sécheresse provoque la chute des bourgeons et des fleurs entraînant un fendillement des fruits. Par contre, lorsque les averses sont très intenses et l'humidité très élevée, la croissance des moisissures et la pourriture des fruits seront plus importantes. Les temps nuageux ralentissent le mûrissage des tomates.

### 1.7.3 - Sol

La tomate pousse sur la plupart des sols minéraux qui ont une bonne capacité de rétention de l'eau, une bonne aération, et dépourvus de sels. Cependant, 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 argileux, un labourage profond permettra une meilleure pénétration des racines.

La tomate tolère modérément un large intervalle de valeurs du pH, mais pousse mieux dans des sols où le pH varie entre 5,5 et 6,8 avec un approvisionnement en éléments nutritifs adéquat et suffisant. Les sols très riches en matière organique, comme les sols tourbeux, sont moins appropriés dû à leur forte capacité de rétention d'eau et à une insuffisance au niveau des éléments nutritifs (SHANKARA *et al.*, 2005).

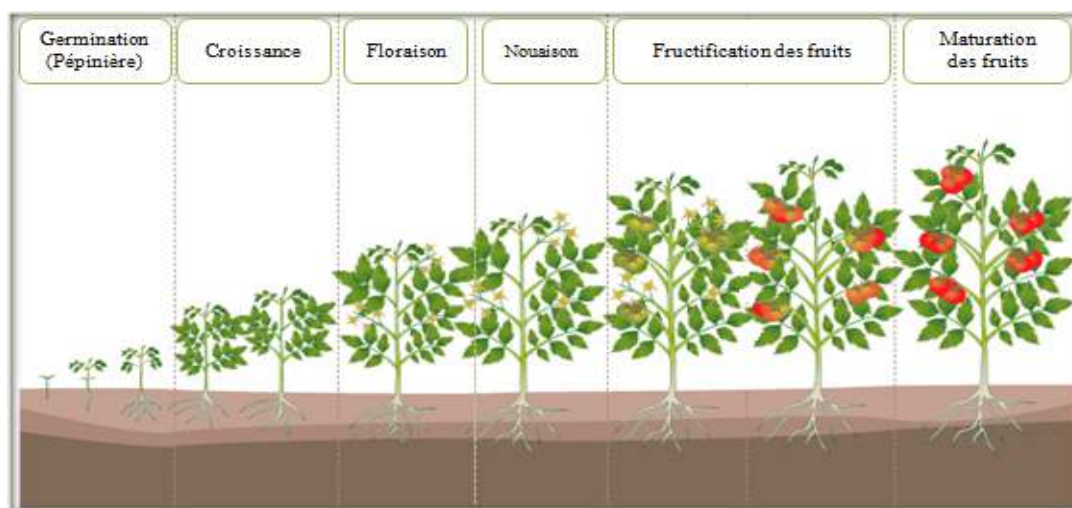


Figure 5 : Stades phénologiques de la tomate (ANONYME, 2014).

## 1.8 - Principales maladies et ravageurs

La culture de tomate peut être infestée par plusieurs ravageurs (insectes, acariens et nématodes), par des champignons, des bactéries et des virus (CHIBANE, 1999).

### 1.8.1 - Principales maladies

La culture de tomate peut être infestée par des champignons pathogènes, parmi lesquels, la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), l'Oïdium (*Levellula taurica*), le mildiou (*Phytophthora infestans*), l'alternariose (*Alternaria solani*) (LEBOEUF, 2005). Par des bactéries provoquant la gale bactérienne (*Xanthomonas campestris pv.vesicatoria*), le Chancre bactérien (*Clavibacter michiganensis subsp.michiganensis*) et la moëlle noire (*Pseudomonas corrugata*) (VEROLET, 2001). Par des virus tel que, le virus de la mosaïque du tabac (TMV) *Tabacco Mosaic Virus*, transmis par la semence et par voie mécanique, le virus de la mosaïque du concombre (CMV) *Cucumber Mosaic Virus*, le virus des jaunes feuilles en cuillères de la tomate (TYLCV) *Tomato yellow leaf-curf Virus*, Maladie bronzée de la tomate due au *tomato spotted-wilt Virus* (TSWV), transmis respectivement par les pucerons, l'aleurode *Bemisia tabaci* et les thrips (BLANCARD, 1988).

### 1.8.2-Ravageurs

Selon (KESTALI, 2011), les principaux ravageurs de la tomate sont les aleurodes, les pucerons, les mineuses, les acariens, les thrips, les noctuelles et les punaises.

### 1.8.2.1-Nématode

Parmi les nématodes les plus redoutables on trouve les *Meloidogynes*, à savoir *Meloidogyne icognita*, et *Meloidogyne arenaria* provoquant de nombreuses nodosités ou gales sur les racines (CHIKHI, 2011).

### 1.8.2.2- Acariens (*Tetranychus* sp.)

Les acariens pondent leurs œufs sur la face inférieure des feuilles. Les larves et les adultes sucent la sève des plantes (Fig.6), par la suite les feuilles et les tiges jaunissent et se dessèchent. Les dommages qu'ils provoquent sont les plus importants pendant la saison sèche (SHANKARA *et al.*, 2005).

### 1.8.2.3- Insectes ravageurs

Les insectes ravageurs de tomates sont représentés comme suite.

#### 1.8.2.3.1- Aleurodes (Aleyrodidae)

Parmi les aleurodes les plus redoutables sur tomate on a *Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci*. Cette dernière espèce est connue sous le nom de *Bemisia argentifolii* (Fig.7), responsable du Virus de la chlorose de la tomate (ToCV), et du Virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) (BLANCARD, 2013).

#### 1.8.2.3.2- Pucerons (Aphididae)

Plusieurs espèces de pucerons peuvent former des colonies sur les jeunes folioles de tomate provoquant plusieurs viroses. Parmi ces espèces on peut citer *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas 1878), *Myzus persicae* (Sulzer 1776), *Aphis gossypii* (Glover 1877), *Aulacorthum solani* (Kaltenbach 1843) (Fig.7). En outre, la maîtrise chimique des populations de ces ravageurs est souvent problématique du fait de leur résistance possible à plusieurs insecticides (BLANCARD, 2013).

#### 1.8.2.3.3-Thrips (Thripidae)

Parmi les espèces les plus redoutables sur la culture de la tomate on a *Thrips tabaci* (Lindeman) et *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Fig.7), responsable de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) *Tomato spotted wilt virus*. (BLANCARD, 2013).

#### 1.8.2.3.4- Noctuelles (Noctuidae)

Les noctuelles sont des ravageurs courants dans les cultures de tomate, parmi ces espèces on a *Autographa gamma* (L.), *Chrysodeixis chalcites* (Esper), *Helicoverpa armigera* (Hübner), *Lacanobia oleracea* (L.) et *Spodoptera exigua* (Hübner) (Fig.7) (BLANCARD, 2013). Les œufs verts ou bruns sont déposés sur les jeunes feuilles, les fleurs et les fruits. Les larves se nourrissent des feuilles, des fleurs, des fruits et même des racines. (SHANKARA *et al.*, 2005).

### 1.8.2.3.5- Punaises

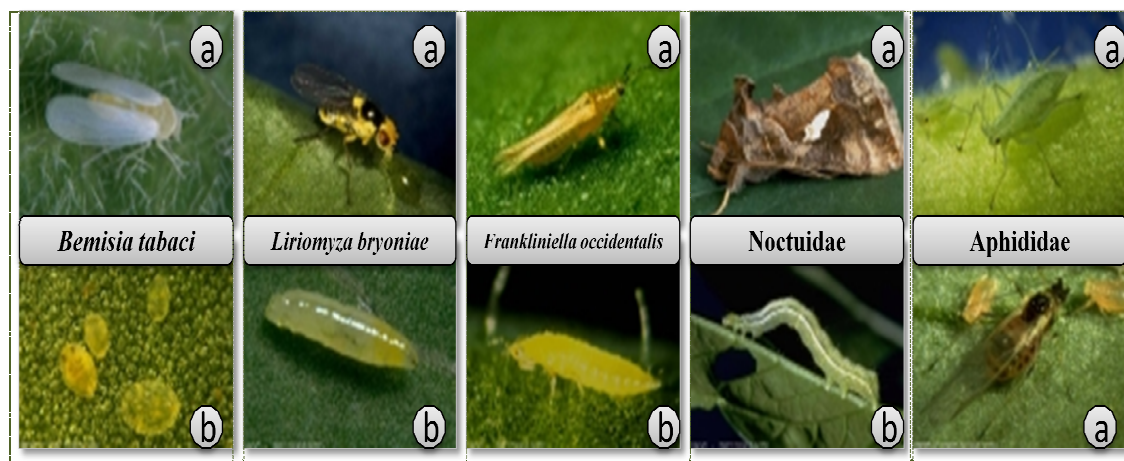
Plusieurs punaises, souvent polyphages sont susceptibles d'être nuisibles sur la tomate, par exemple *Lygocoris pabulinus* (Linnaeus), *Lygus* spp., *Nesidiocoris tenuis* (Reuter), *Nezara viridula* (Linnaeus). Ces derniers peuvent provoquer un flétrissement des feuilles de l'apex, et apparition de taches ponctiformes sur les fruits. Rappelons que les punaises pourraient être vecteurs de bactéries, et de levures responsables d'altérations sur les fruits (BLANCARD, 2013).

### 1.8.2.3.6- Mineuses

Les mineuses sont des chenilles qui creusent dans le limbe des feuilles des galeries serpentantes qui s'élargissent au fur et à mesure de leur croissance. Elles émettent une cire protectrice entraînant la déformation et la chute des feuilles ainsi que la disparition de leur chlorophylle (SHANKARA *et al.*, 2005). Parmi les mineuses les plus redoutables on peut citer *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach), (Diptera ; Agromyzidae)(Fig.7) Ne pas confondre les dégâts de ces mouches dont les mines foliaires sont plus fines comparées à celles de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera ; Gelechiidae) qui sont plus larges. (BLANCARD, 2013).



**Figure 6:** *Tytranychus evansi*: mâle (à gauche) et femelle (à droite) (FERRERO, 2009)



**Figure 7 :** Insectes ravageurs de la tomate (a): adultes, (b) larves. (BLANCARD, 2013)

## 1.9- Mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

Les producteurs de tomates en Algérie sont confrontés à un nouveau ravageur redoutable, connu sous le nom de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). On observe une recrudescence d'attaques de cultures de tomates en plein champ et sous serres par les larves de *Tuta absoluta*. Ce ravageur est considéré comme un grand obstacle à la production de tomates, dû à son cycle de vie calqué sur le cycle de la culture de tomate et aux pertes occasionnées qui peuvent atteindre 100% (LOURENÇÃO *et al.*, 1985). Notons que *Tuta absoluta* peut être confondu avec des espèces voisines d'intérêt agronomique, appartenant à la famille des Gelechiidae, ayant comme plantes hôtes les solanacées, Citons *Scrobipalopsis solanivora* est inféodé à *solanum tuberosum*, et *Phthorimea operculella*. Cependant, la comparaison des génitalia de *Scrobipalopsis solanivora* et *Tuta absoluta* montre la divergence entre ces deux espèces (BADAOUÏ, 2004).

### 1.9.1-Origine et répartition géographique

#### 1.9.1.1-Dans le monde

Selon URBANEJA *et al.* (2007), *T. absoluta* est un ravageur originaire d'Amérique du Sud. Après un premier signalement en 2006, dans la province de Castellan (Espagne), d'autres foyers ont été repérés l'année suivante le long de la côte dans la province de Valence et aux Baléares (FRAVAL, 2009).

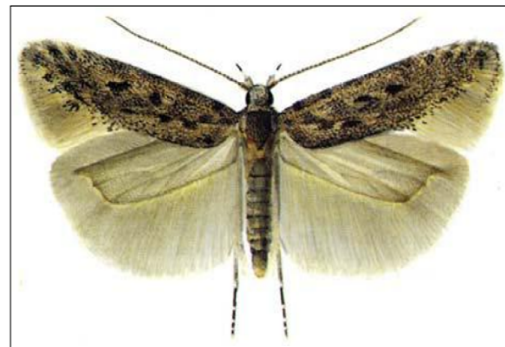
#### 1.9.1.2-En Algérie

La présence de cette espèce invasive est observée pour la première fois au mois de mars, sur tomate cultivée sous serres dans la commune d'Achacha à la wilaya de Mostaganem. Dans un premier temps, les dégâts ont été confondus avec ceux occasionnés par la mouche mineuse. Ce déprédateur s'est répandu par la suite à d'autres sites comme Chlef, El Taref, Oran, Ain Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi - Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'Sila et Biskra) (EL ABCI, 2009). Et actuellement ce ravageur est présent maintenant dans toutes les sites productrices de tomate (SNOUSSI, 2010).

### 1.9.2-Position taxonomique

La position systématique de *Tuta absoluta* fut établie en 1917 par Meyrick (Fig.8). Ce ravageur appartient selon Polovny (1975) à la classification suivante :

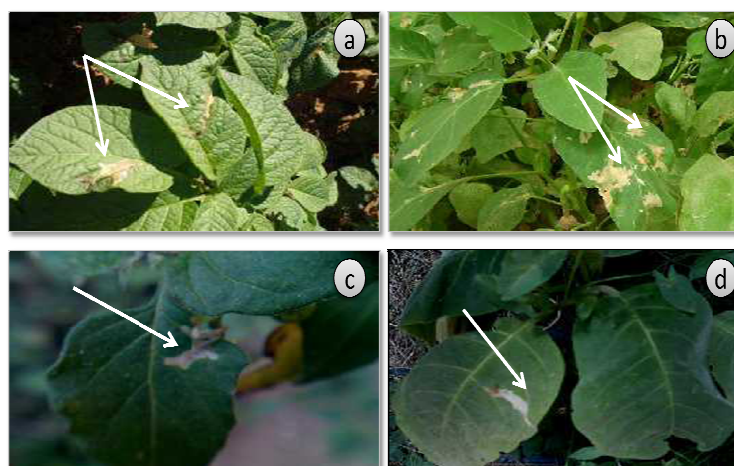
Règne :	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Lepidoptera
Sous-ordre	Microlepidoptera
Super-famille	Gelechioidea
Famille	Gelechiidae
Sous famille	Gelechiinae
Genre	<i>Tuta</i>
Espèce	<i>Tuta absoluta</i>



**Figur 8:** adulte de *Tuta absoluta* Meyrick 1917 (RAMEL et OUDARD, 2008)

### 1.9.3-Plantes hôtes

*Tuta absoluta* s'attaque essentiellement la famille des solanacées telles que, la stramoine (*Datura stramonium*), la stramoine épineuse (*D. ferox*), le tabac glauque (*Nicotiana glauca*), les morelles jaune et noire (*Solanum* sp.) (AMAZOUZ, 2008). Mais sa principale plante-hôte demeure la tomate mais peut aussi s'attaquer à l'aubergine, et à la pomme de terre (Fig.9) (URBANEJA et al., 2007).



**Figure 9 :** Dégâts de *Tuta absoluta* sur, la pomme de terre(a), l'aubergine(b), la morelle noire(c), et le tabac glauque(d) (ANONYME, 2010).

### 1.9.4-Caractéristiques Morphologiques de la mineuse de la tomate

La mineuse de la tomate *T. absoluta*(Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae), est un microlépidoptère, dont les caractéristiques sont les suivants:

#### 1.9.4.1-Œuf

Les œufs sont de forme elliptique, de couleur blanche La ponte se fait d'une manière individuelle. Les œufs sont déposés, isolés les uns des autres. Ils mesurent 0,36 mm de longueur et 0,22 mm de largeur. L'incubation dure 4 à 10 jours selon la température (MARGARIDA, 2008). Généralement, La femelle pond 40 à 50 œufs, au niveau des jeunes bourgeons et jeunes feuilles (ANONYME, 2010) (Fig.10.a).

#### 1.9.4.2- Chenille

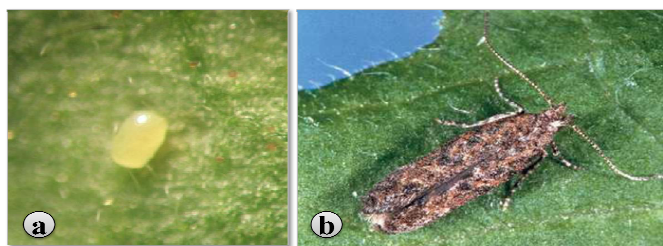
Selon ESTAY (2000), *Tuta absoluta* passe par quatre stades larvaires, se distinguant par la taille et la couleur. Ces quatre stades se déroulent tous dans des galeries creusées, les feuilles ainsi toutes les autres parties de la plante (COLLET et al., 2010). Selon ATTOUF (2008), la larve initiale, L1 mesure d'environ 1,6 mm est de couleur blanche à tête marron foncé. Les L2 et L3 sont de couleur verte, leur taille est de 2,8 à 4,7 mm (MARGARIDA, 2008). Alors que la larve L4 peut atteindre jusqu'à 8 mm La ligne dorsale rougeâtre est caractéristique de la fin de son stade de développement (RAMEL et OUDARD, 2008) (Fig.11).

#### 1.9.4.3- Chrysalide

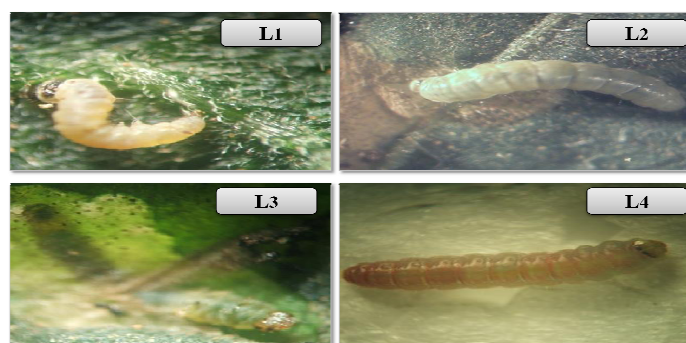
La chrysalide de *Tuta absoluta* est de forme cylindrique, de 4,3 mm de longueur. Sa coloration varie du vert jaunâtre au brun. Arrivée à son terme, elle est de couleur marron, (MARGARIDA, 2008) (Fig.12). Les nymphes présentent un dimorphisme sexuel, les femelles sont plus grandes que les mâles.

#### 1.9.4.4- Adulte

C'est un micro lépidoptère de 6 à 7 mm de long et de 8 à 10 mm d'envergure, de couleur grise argentée, avec des taches brunes sur les ailes. Les antennes sont filiformes faisant le 5/6 des ailes (RAMEL et OUDARD, 2008). La femelle est légèrement plus grande que le mâle (BERKANI et BADAOU, 2008) (Fig.10.b).



**Figure 10 :** (a) Œuf de *Tuta absoluta* (ZAID ; 2010); (b) Adulte de *Tuta absoluta* (ESTEBAM, 2008).



**Figure 11:** Stades larvaires de *Tuta absoluta* (ZAID; 2010).



**Figure 12 :** Chrysalide de *Tuta absoluta* : (a) face dorsale, (b) face ventrale (ZAID ; 2010).

### 1.9.5-Cycle biologique

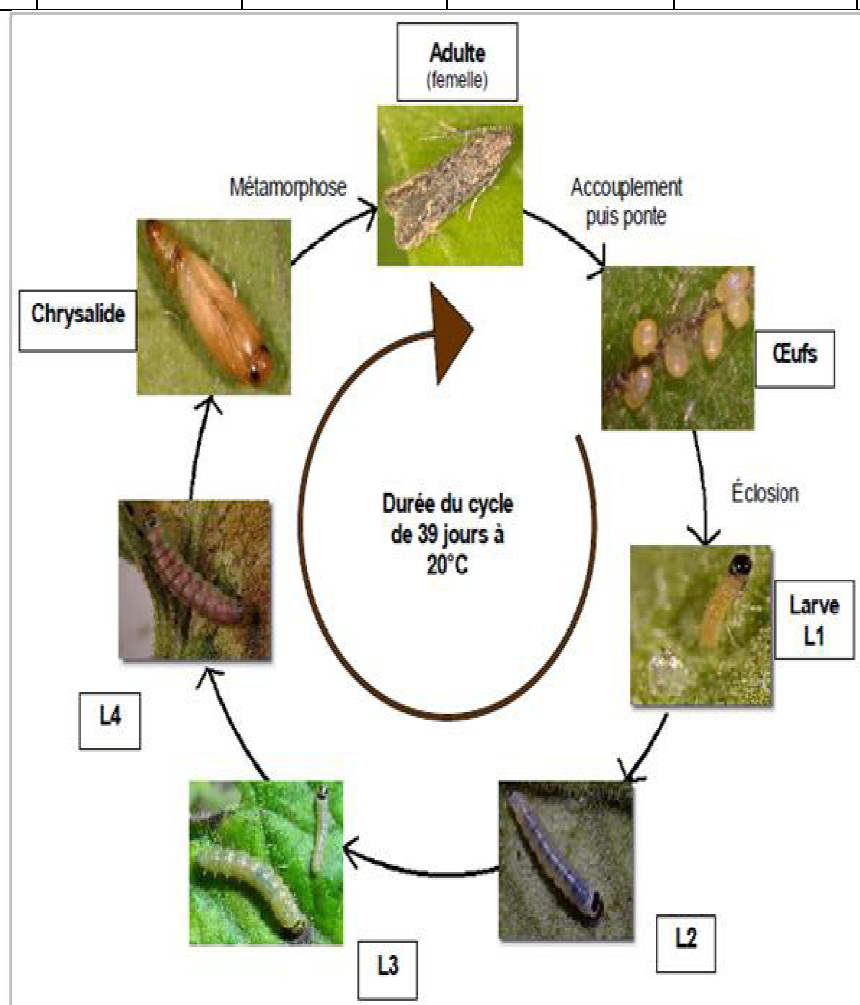
Le cycle biologique de la mineuse de la tomate est achevé en 29 à 38 jours selon les conditions environnementales. En effet des études réalisées au Chili ont montré que le développement prend 76,3 jours à 14°C, 39,8 jours à 19,7° C et de 23,8jours à 27,1 °C (BARRIENTOS et *al.*, 1998). Le cycle biologique comprend quatre stades larvaires. Les femelles pondent leurs œufs sur les parties aériennes des plantes hôtes, une femelle peut pondre environ 260 œufs au cours de sa vie. Les larves ne pénètrent pas en diapause aussi longtemps que la nourriture est disponible. Les adultes sont nocturnes et se cachent habituellement pendant le jour entre les feuilles. La nymphose peut avoir lieu dans le sol, sur la surface des feuilles, ou dans les mines, en fonction des conditions de l'environnement. En Algérie *Tuta absoluta* est une



espèce polyvoltine. Il peut y avoir de 10 à 12 générations par an (MAHDI et *al.* 2011)(Tab.3; Fig.13).

**Tableau 3 :** Durée de cycle de développement de *Tuta absoluta* en fonction de la température (TROTIN et *al.*, 2010).

T (°C)	Œuf (j)	Larve (j)	Chrysalide (j)	Totale (j)	Adulte (j)
15	10	36	21	67	23
20	7	23	12	42	17
22	6,1	13,3	10,1	29,5	/
25	4	15	7	27	13
27	3,2	9,7	8,2	21,1	/
30	/	11	6	20	9



**Figure 13 :** Cycle de vie de *Tuta absoluta* Meyrick1917 (MOUSSA, 2010).

### 1.9.6-Condition d'expansion

La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* présente un potentiel d'expansion non seulement géographique, mais aussi sur plusieurs plantes hôtes. La dissémination de *Tuta absoluta*, peut avoir lieu par les plants infestés, les caisses de récoltes, les moyens de transport contaminés, (URBANEJA *et al.*, 2007), et au vol actif ou passif du ravageur lui même (DESNEUX *et al.*, 2010). Notons que la dissémination dans le temps, d'un cycle de culture à un autre se fait par les chrysalides présentes dans le sol. La présence des mauvaises herbes, des cultures avoisinantes hôtes du ravageur, et les restes des cultures après les récoltes présentent une source de ré-infestation (URBANEJA *et al.*, 2007).

### 1.9.7-Dégâts

Les différents travaux réalisés montrent que les larves peuvent s'attaquer à n'importe quelle partie de la culture de tomate (les fruits, les feuilles et les tiges).

#### 1.9.7.1-Sur les feuilles

Après l'éclosion, les larves, pénètrent entre les deux épidermes de la feuille, (ATTOUF, 2008) et forment des galeries, ou mines, (FERNANDEZ et MONTAGNE, 1990). Les larves se nourrissent du mésophile et laissent intact l'épiderme (MARGARIDA, 2008). Avec le temps, les mines se nécrosent et brunissent (TETEREL, 2009) (Fig. 14.a).

#### 1.9.7.2-Sur les tiges

Les larves pénètrent à l'intérieur des tiges forment des mines, en laissant leurs excréments à l'intérieur des tiges (GARZIA *et al.*, 2009) (Fig. 14.c).

#### 1.9.7.3-Sur les fruits

Les larves attaquent les fruits en creusant des galeries qui favorisent l'installation d'agents pathogènes tels que les bactéries et les champignons (BERKANI et BADAOU, 2008 ; MARGARIDA, 2008), rendant non comestibles et non commercialisables ces fruits (Fig. 14.b).



**Figure 14** : Dégât de *Tuta absoluta* : (a) sur feuille, (b) sur les fruits vert et mûre, (c) sur tiges (ANONYME, 2010).

## 1.9.8- Méthodes de lutte contre la mineuse de la tomate

### 1.9.8.1-Protection insect-proof

Elle permet d'empêcher toute infiltration d'insectes dangereux nocifs aux cultures tels que les noctuelles, les pucerons, les aleurodes et bien d'autres organismes nuisibles (KESTALI, 2011).

### 1.9.8.2-Traitements phytosanitaires

Parmi les traitements phytosanitaires utilisés, des insecticides visant les chenilles cheminant hors de leurs mines. Notant que les populations de *Tuta absoluta* sont déjà résistantes à la plupart des insecticides (FRAVAL, 2009).

### 1.9.8.3- Lutte biotechnique

La lutte biotechnique se base sur le piégeage massif des adultes mâles de *Tuta absoluta* à l'aide des pièges à phéromones sexuelles, à glue, à eau, et des pièges lumineux (IDREMOUCHE, 2011). Un entretien régulier des pièges est indispensable (changement des capsules de phéromones, nettoyage du piège, remplacement du liquide). Les pièges sont idéalement repartis de manière homogène au bas niveau des plantes avec un piège tous les 400 m<sup>2</sup> (BODENDÖRFER et al., 2011).

### 1.9.8.4-Lutte biologique

La lutte biologique est une méthode complémentaire à la lutte chimique qui se base sur l'utilisation de microorganismes ou biopesticides d'origine microbienne permettant d'attaquer et de contrôler les agents phytopathogènes (FRAVEL, 2005).

Parmi les microorganismes, on trouve les bactéries, les virus, et les champignons. Parmi les champignons entomopathogènes seuls les genres *Beauveria*, *Metarhizium*, *Verticillium* et *Paecilomyces* sont considérés comme agents de nuisance sur *Tuta absoluta* (ESTAY, 2002). Au Chili, RODRIGUEZ et al., (2006) ont obtenu des taux de mortalité élevés d'œufs de *Tuta absoluta* dans le cadre d'une étude au laboratoire de pathogénicité de *Metarhizium anisopliae* (80%) (Fig.15) et de *Beauveria bassiana* (60%).

Pour les bactéries, on a *Bacillus thuringiensis* (GERDING, 1999). Cette dernière a la faculté de synthétiser et sécréter pendant la phase de sporulation, une inclusion cristalline composée de protéines spécifiques  $\delta$ -endotoxine toxiques pour de nombreux ordres d'insectes (Lepidoptera, Coleoptera et Diptera) (GERDING et FRANCE, 2003). Parmi les virus, on cite le virus de la granulose (GV) considéré comme agent susceptible de contrôler *Tuta absoluta*.

### 1.9.8.5-Insectes auxiliaires

Parmi les auxiliaire de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, on a les parasitoïdes et les prédateurs.

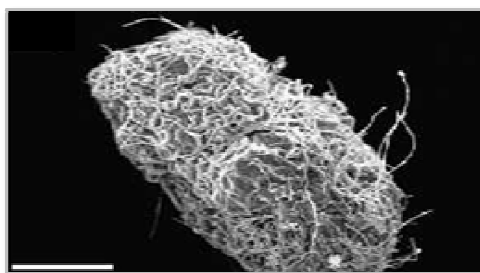
#### 1.9.8.5.1 -Parasitoïdes

Parmi les parasitoïdes, on trouve les ectoparasitoïdes et les endoparasitoïdes. Les ectoparasitoïdes sont représentés essentiellement par les espèces *Necremnus artynes* (Fig.16.a) et *Necremnus tidius* qui parasitent le premier et le deuxième stade larvaire de *Tuta absoluta* (Fig.16.b) En plus du parasitisme, les femelles de *Necremnus* possèdent une forte activité de prédation contre de larves de *Tuta absoluta* et peuvent entraîner un fort taux de mortalité pouvant atteindre les 70% de la population présente (MOUSSA, 2010). Pour les endoparasites, on peut citer les trichogrammes considérés comme des parasitoïdes d'œufs des lépidoptères dont *Tuta absoluta* (Fig.16.c) (PRATISSOLI et PARRA, 2000).

#### 1.9.8.5.2 - Prédateurs

*Macrolophus caliginosus*, est considérée comme punaise prédatrice des œufs et des jeunes larves de *Tuta absoluta*. Déjà très utilisée dans le contrôle des aleurodes, elle joue un rôle

central dans les stratégies de protection biologique des cultures contre la mineuse de la tomate (MOUSSA, 2010). De même *Nesidiocoris tenuis* est une punaise commune de la tomate, et d'un certain nombre de cultures légumières de la zone méditerranéenne (SANCHEZ, 2009)(Fig.17). Les punaises mérides jouent un rôle non négligeable dans la lutte contre *Tuta absoluta* en contribuant à réduire les populations en s'attaquant aux œufs, mais parfois aux jeunes larves. En effet, tous les stades mobiles sont des prédateurs très actifs capables de se nourrir de plus de 30œufs et de deux larves au stade L1 de *Tuta absoluta* (URBANEJA et al, 2009).



**Figure 15 :** Œuf de *Tuta absoluta* totalement colonisé par le mycélium du champignon *Metharizium anisopliae* (barre= 50µm) (MOUSSA, 2010).



**Figure 16 :** (a) Adulte de *Necremnus artynes*, (b) larve (L4) de *Tuta absoluta* parasité par *Necremnus*; (c) *Trichogramme* parasitant un œuf d'insecte (MOUSSA, 2010).



**Figure 17 :** Adulte de *Nesidiocoris tenuis* (FREDON, 2009).

## 1.10- Bio-insecticides d'origines végétales

Dès l'Antiquité, les Chinois, les Grecs et les Romains utilisaient les plantes ou les extraits des plantes à côté de soufre de l'arsenic comme bio-insecticide (NAS, 1969; TSCHIRLEY, 1979). L'utilisation de neem (ou margousier) (*Azadirachta indica*) répertoriée depuis au moins 4000 ans (LARSON, 1989) ; a été le produit le plus emblématique des composés insecticides extraits des végétaux qui ont été développés au cours de la seconde moitié du 20<sup>em</sup>e siècle, dont le principe actif est l'azadirachtine.

Au 21<sup>em</sup>e siècle, seuls quelques composés d'origine végétale étaient identifiés et utilisés comme répulsifs ou produits toxiques. Parmi ces derniers on peut citer la nicotine (alcaloïde) et ses dérivés, la roténone, les pyrèthres et les huiles végétales. La nicotine servait à lutter contre les insectes piqueurs-suceurs des plantes vivrières. La roténone est utilisée pour lutter contre le doryphore de la pomme de terre (WEINZEIRL, 1998). Les pyrèthres servaient pour se débarrasser des poux lors des guerres napoléoniennes (WARE, 1991) alors que les huiles ont été utilisées sous forme d'émulsions dans la lutte contre les insectes.

### 1.10.1-Définition

Les bio-insecticides peuvent se définir comme des pesticides d'origine biologique, ou des substances d'origine naturelle synthétisées par des organismes vivants (REGNAULT-ROGER et *al.*, 2005). Sous ce vocable, les biopesticides comprennent les agents de contrôle des insectes (auxiliaires) comme les arthropodes entomophages (ex. Trichogrammes), les champignons hyphomycètes pathogènes pour les lépidoptères ou coléoptères (ex. *Beauvaria*), les baculovirus responsables des polyédroses nucléaires (NPV) ou des granuloses (GV) chez les lépidoptères, les bactéries (*Bacillus*), etc... , les insecticides d'origine végétale et les molécules de synthèse biologique (phéromones, molécules allélochimiques) (VINCENT et CODERRE, 1992).

### 1.10.2-Caractéristiques des bio-insecticides d'origines végétales

#### 1.10.2.1 - Sélectivité et Spécificité

Les molécules allélochimiques végétales exercent sur les insectes une grande variété d'effets qui sont classés selon leur mode d'action en substances : défensives, toxiques, répulsives, inhibitrices de la digestion, attractives, inductrices de captures ou de pontes, etc. Par conséquent, ces molécules allélochimiques développent une sélectivité (REGNAULT-ROGER et *al.*, 2008).

Les études sur l'efficacité des fractions des plantes aromatiques démontrent qu'il existe une grande variation dans la sensibilité des espèces pour une même huile essentielle (SHAAYA et *al.*, 1991), ou pour un même composé (Regnault-Roger, 1999). De même façon nous avons observé qu'une même molécule allélochimique n'exerce pas forcément la même activité sur les différents stades du cycle reproductif d'un insecte, c'est-à-dire que la sensibilité d'un insecte peut évaluer en fonction de son développement physiologique (Regnault-Roger, 2005a). En conséquence, sélectivité et spécificité permettent aux molécules allélochimiques végétales d'agir à des moments déterminés sur les espèces ciblées

#### **1.10.2.2 - Biodégradabilité**

Autrefois appelées composés secondaires des plantes, les molécules allélochimiques végétales appartiennent au métabolisme secondaire des polyphénols, des terpènes, des alcaloïdes ou glucosides et des cyanogénitiques (STREBLER, 1989). Ces composés sont facilement biodégradables par voie enzymatique. Leur durée de demi-vie est de quelques heures à quelques jours (ISMAN, 2005; KLEEBOERG, 2006). Cependant, pour un usage phytosanitaire, il conviendra de sélectionner, des molécules qui ne manifestent pas d'effets secondaires indésirables pour la santé humaine (Regnault-Roger et *al.*, 2008).

#### **1.10.2.3 - Résistance**

Comme pour les antibiotiques, l'utilisation des insecticides phytochimiques de manière systématique, répétée et sans discernement, peut engendrer une résistance chez les insectes. Pour cela, il faut limiter les fréquences d'épandages et surtout varier les formulations en associant plusieurs composés de mode d'action différents, ou bien mettre en œuvre une approche intégrée impliquant différentes méthodes de lutte (REGNAULT-ROGER et *al.*, 2008).

#### **1.10.2.4 - Biodisponibilité**

Les molécules allélochimiques bio-synthétisés par les végétaux sont sujettes aux facteurs environnementaux, physiologiques et génétiques qui influencent leur biodisponibilité au sein d'une espèce donnée. Il faut cependant être attentif à ce que les développements industriels et commerciaux de nouveaux bio-pesticides d'origine végétale ne se réalisent pas au détriment de la biodiversité. Pour pallier à une absence éventuelle de disponibilité, un débat a été ouvert récemment pour savoir si les formulations à base d'extraits végétaux pouvaient être enrichies de substances de synthèse en tout point identiques aux molécules naturelles, et être considérées

comme des bio-pesticides (HINTZ, 2001; DESCOINS et *al.*, 2003 ; COPPING, 2004 ; REGNAULT-ROGER et *al.*, 2005).

### **1.10.3-Importance des bio-insecticides d'origines végétales**

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (BONZI, 2007).

La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations (WEAVER et *al.*, 2000 in BONZI, 2007).

### **1.10.4- Modes d'action des bio-pesticides d'origines végétales**

Les substances actives contenues dans ces plantes agissent de différentes manières sur les insectes, elles ont un effet répulsif, les insectes sont repoussés par le goût et l'odeur de ces substances, un effet insecticide par ingestion des feuilles traitées, et un effet sur le comportement sexuel d'où la diminution de la capacité de reproduction pouvant aller jusqu'à la stérilité complète de l'insecte (DAGNOKO, 2009). Ces effets sont dus aux différents composés de ces bio insecticides, parmi ces derniers on trouve essentiellement les extrais aqueux et les huiles essentielles.

#### **1.10.4.1- Extraits aqueux**

Les extraits des plantes naturels sont utilisés dans nombreux pays pour lutter contre les insectes ravageurs des cultures (NIBER, 1994). Cette démarche visait la réduction du nombre d'interventions avec des pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires. Par conséquent, le développement des futurs biopesticides d'origine végétale, est une méthode plus saine et écologique pour la protection des plantes (GOTTLIEB et *al.*, 2002). Dans cette optique, l'utilisation d'extraits de plantes dotées d'activités insecticides offre une certaine potentialité (LAREW et LOCKE, 1990 ; GOMEZ et *al.*, 1997).

Certains composants des végétaux sont sensibles à la chaleur, d'autres difficiles à mettre en solution, de ce fait l'eau est le moyen le plus facile à utiliser pour extraire les parties actives des plantes. Nous pouvons donc jouer sur la température de l'eau et le temps de maintien dans l'eau pour extraire spécifiquement les parties intéressantes. Trois procédés sont utilisés dans l'extraction des extraits aqueux dont l'infusion qui consiste à verser de l'eau bouillante sur la



matière végétale sèche pendant une durée variable selon la nature de la plante. (ALLAOUI-BOUKHRIS, 2009). La décoction, le végétale est directement placé dans de l'eau froide et chauffé jusqu'à ébullition (DOHOU et al, 2003). Et la macération qui consiste à un trempage de feuilles de plantes dans de l'eau GAKURU et FOUA-BI (1996).

#### **1.10.4.2-Huile essentielle**

Ce sont des produits odorants de composition chimique complexes renfermant des principes actifs volatiles et contenus dans les végétaux. Toutes les parties de la plante peuvent contenir des huiles essentielles dans des vésicules spécialisées (CHARPENTIER et al., 2008).

##### **1.10.4.2.1-Localisation et mode d'extraction**

La synthèse et l'accumulation des huiles essentielles se fait dans des structures histologiques sécrétrices spécialisées, souvent localisées sur ou à proximité de la surface de la plante ou dans les tissus végétaux (BRUNETON, 1999). Parmi ces structures on a les cellules sécrétrices isolées (Cas des *Lauraceae* ou *Zingiberaceae*), les poils sécréteurs des *Lamiaceae*., les poches sécrétrices des *Myrtaceae* ou des *Rutaceae*., et les canaux sécréteurs des *Apiaceae* ou des *Asteraceae* (PRICE et al., 1999). Il existe plusieurs procédés d'extraction des huiles essentielles, tel que l'entraînement à la vapeur (AUCLAIR, 2002). L'hydrodistillation (BRUNETON, 1999), l'extraction par solvant volatil (RENE REVUZ, 2009), l'hydrodiffusion (CARAFFA, 1999), l'expression (WILLEM, 2004), l'Enfleurage (DURAFFOURD et LAPRAZ, 2002), et l'extraction par le carbone atmosphérique (ZEKOVID et al., 2000).

##### **1.10.4.2.2-Propriétés des huiles essentielles**

Les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques, et chimiques. Parmi ces propriétés, leur volatilité à température élevée, ce qui les distingue des huiles fixes telle que l'huile d'olive. Leur solubilité dans la plupart des solvants organiques tel que l'alcool, éther (SOTO-MENDIVIL et al., 2006). Leur Pouvoir intense de diffusion et de pénétration. De même elles présentent une densité inférieure à celle de l'eau ( $d < 1$ ). Ce sont aussi des substances très odorantes, souvent colorées (BARDEAU, 1976).

#### 1.10.4.2.3 - Facteurs de variabilité des huiles essentielles

Une huile essentielle est très variable dans sa composition selon plusieurs paramètres. Ces derniers englobent les conditions climatiques, géographiques, et agronomiques (BERNARD *et al.*, 1988).

#### 1.10.4.2.4- Activité insecticide et mécanismes d'action des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont des effets anti-appétant, ils affectent la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes et acariens (KEANE et RYAN, 1999). D'après ISMAN (2000) Les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des arthropodes à corps mous. En général, les huiles essentielles sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus interférant avec les transmetteurs octopaminergiques des Arthropodes. Ces huiles sont donc peu toxiques pour les animaux à sang chaud. Cependant Leur mode d'action est relativement peu connu chez les insectes (BEKELE et HASSANALI, 2001).

#### 1.10.4.2.5- Composition chimique des huiles essentielles

Selon BAKKALI *et al.* (2008), Une huile essentielle peut contenir de 20 à 60 éléments biochimiques différents. Les principaux composants sont, les terpènes, les terpénoïdes, définies comme des hydrocarbures dont les squelettes carbonés dérivent de la condensation d'unités isopréniques (C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>). DORMAN et DEANS (2000), et les composés aromatiques qui sont des dérivés du phénylpropane,. De plus les huiles essentielles peuvent renfermer divers composés aliphatiques, généralement de faible masse moléculaire. Parmi ces derniers on trouve des carbures linéaires, ramifiés, saturés ou non saturés, des acides, des aldéhydes, des esters acycliques, et des lactones (BRUNETON, 1999).

### 1.11- Espèces végétales utilisées

La distribution des deux espèces végétales étudiées (*Laurus nobilis* L. et *Schinus molle* L.), est largement répandue dans la méditerranée et comprise en Algérie, ils sont également connus par leur utilisation importante dans différents domaines.

#### 1.11.1-Laurier noble (*Laurus nobilis* L.)

Le laurier noble (*Laurus nobilis* L.) appartient à la famille des lauracées, qui renferme 32 genres et environ 2000-2500 espèces (BARLA *et al.*, 2007).

*Laurus*, est un nom latin d'origine, qui veut dire « toujours vert » allusion au feuillage persistant de la plante (PARIENTE, 2001). depuis les périodes antiques grec et romain, le laurier noble était considéré comme plante médicinale (DEMIR et *al.*, 2004), et utilisé comme condiment (FERREIRA et *al.*, 2006).

### 1-11.1.1-Origine et distribution

Le laurier noble est originaire du bassin méditerranéen, il pousse dans des milieux humides et ombragés, mais également dans les jardins, où il est cultivée comme condiment (ISERIN, 2001). Actuellement, le laurier noble est utilisé comme plante ornementale et pour la production commerciale dans plusieurs pays tels que la Turquie, l'Algérie, la France, la Grèce, le Maroc, l'Amérique centrale et les Etats-Unis Méridionaux (DEMIR et *al.*, 2004; BARLA et *al.*, 2007).

### 1.11.1.2-Description botanique

*Laurus nobilis*, est un Arbuste ou arbre aromatique, avec une hauteur de 2 à 10 m, à tige droite, grise dans sa partie basse, et verte au sommet. Ses feuilles sont alternées, coriaces, légèrement ondulées sur les bords, persistantes, avec une coloration verte foncée et glacée sur leur face supérieure et plus clair sur la face inférieure(Fig.18). Les fleurs sont petites et dioïques, jaunes, groupées en 4 à 5 petites ombelles. Le fruit est une petite baie ovoïde de 2cm de longueur, et 1cm de largeur, noir vernissé à maturité (ISERIN, 2001 ; DEMIR et *al.*, 2004 ; BELOUED 2005).

### 1.11.1.3-Place dans la systématique

La classification botanique se réfère à (QUEZEL et SANTA, 1962)

Règne	Plantes
Sous règne	Plantes vasculaires
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Dialypétales
Ordre	Laurales
Famille	Lauracées
Genre	<i>Laurus</i>
Espèce	<i>Laurus nobilis</i> L.



Figure 18 : Feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis* L.)

(ANONYME 2, 2014)

#### 1.11.1.4- Utilisation de *Laurus nobilis*

Le laurier est principalement utilisé, par voie orale, dans le traitement symptomatique des troubles de l'appareil digestif, tels que le ballonnement épigastrique, la lenteur de la digestion, éructations et flatulence (ISERIN, 2001). Ses feuilles sont parmi les assaisonnements les plus utilisées comme épice et aromatisant en industrie alimentaire. Cette plante a aussi des applications importantes en médecine traditionnelle, en effet elle a été employée en Iran pour traiter l'épilepsie et le parkinsonisme (AQILI-KHORASANI, 1992).

L'extrait aqueux du laurier noble est utilisé en tant qu'antihémorroïdal, antirhumatismal, diurétique, antidote dans des morsures de serpent, et pour le traitement du mal d'estomac (KIVÇAK et MERT, 2002). Quant à l'huile essentielle extraite des feuilles a été employée pour le soulagement d'hémorroïdes et des douleurs rhumatismales (SAYYAH et al., 2002). En outre, elle est aussi employée dans l'industrie cosmétique (DEMIR et al., 2004 ; BELOUED, 2005). Sa particularité se présente sous forme de propriétés anti-dégénérative, antibactérienne remarquables, très efficace dans toutes les infections de la bouche, Mais, cette huile essentielle est, aussi, potentiellement allergisante car elle concentre des monoterpénols et des phénols qui peuvent être irritants pour la peau. Il est donc important de la diluer dans de l'huile végétale (ex. l'huile d'olive, tournesol, germe de blé, etc.) (CASTILHO et al., 2005).

#### 1.11.1.5-Composition chimique

L'analyse chimique des feuilles de *Laurus nobilis*, a permis de confirmer leurs richesses en substances actives. En effet, par hydro distillation les feuilles fournissent environ 10-30 ml/Kg (1-3%) d'huile essentielle (BRUNETON 1999, DEMIR et al., 2004) dont les constituants majoritaires sont le cinéol,  $\alpha$  et  $\beta$ -pinène, le sabinène, le linalol, l'eugénol, le terpinéol, des esters et des terpénoides. Cependant les proportions de ces derniers varient selon l'origine géographique (ISERIN, 2001 ; SAYYAH et al., 2002 ; DEMIR et al., 2004). De plus elles renferment des flavonoïdes polaires (dérivées glycosylées de quercétine, kaempferol et de catéchine) et apolaires (quatre dérivés acylés de kaempferol) (FIORINI et al., 1998 ; KIVÇAK et MERT, 2002), des sesquiterpènes lactones, des alcaloïdes d'isoquinoline (KIVÇAK et MERT, 2002 ; SIMIC et al., 2003). Les études faites par DEMO et al. (1998); GOMEZ-CORONADO et al. (2004) ont prouvé la richesse des feuilles du laurier en vitamine E.

#### 1.11.1.6-Effet insecticide

Récemment, il ya un intérêt croissant pour l'utilisation des extraits de plantes comme solution aux insecticides synthétiques. L'effet insecticide des huiles essentielles de *Laurus nobilis* utilisées sous forme de vapeur contre la bruche du haricot *Acanthoscelides*

*obtectus* a montré une diminution de la fécondité, et de la couvaison, et une augmentation de la mortalité larvaire de ce ravageur (PAPACHRISTOS et STAMOPOULOS, 2002).

De même, une étude similaire réalisée par ERLER et *al.* (2006), dans le cadre de la lutte contre les femelles adultes de *Culex pipiens*, a révélé un degré de répulsion intéressant de ces parasites vecteurs de plusieurs maladies comme la malaria, fièvre jaune, dengue, encéphalite...etc. Cependant, l'activité insecticide change selon l'espèce, la nature du composé, et le temps d'exposition. (ROZMAN et *al.*, 2007).

### **1.11.2-Faux poivrier (*Schinus molle* L.)**

Le faux poivrier est «l'arbre sacré» du Pérou. Il est dit que les graines ont été amenées au Mexique, du Pérou par le vice-roi Antonio de Mendoza, au milieu du XVI<sup>e</sup> siècle (ANONYME, 1995) C'est un arbre à feuilles aromatiques appartenant à la famille des Anacardiacees ou térébinthacées. Il constitue une importante famille de plantes angiospermes dicotylédones, et regroupe approximativement 60 genres et 500 espèces (BONNIER, 1990).

#### **1.11.2.1-Origine et répartition du faux poivrier (*Schinus molle*)**

C'est un arbre originaire d'Amérique du Sud, introduit dans la plupart des régions tropicales et subtropicales (OLAFSSON et *al.*, 1997) ,qui s'étend de l'équateur au Chili jusqu'à la Bolivie, à des altitudes pouvant atteindre les 3650 m (ANONYME, 1995). Largement distribué au Mexique, dans le centre, et le sud de la Californie et l'ouest du Texas, aux Etats-Unis. Il s'adapte à tous les climats, mais se développe mieux sur le littoral méditerranéen (TAYLOR, 2005). Espèce a climax subtropicale, tempérée chaud, semi-aride, humide tempéré. Il n'a pas d'exigences concernant le sol, mais préfère les sols sableux, supporte les textures compactes et caillouteuses (ANONYME, 1995).

#### **1.11.2.2-Description botanique**

*Schinus molle* est un arbre à feuilles composées et persistantes mesurant 5 à 10 m, avec une ramure arrondie (ANONYME, 1995). L'odeur de ses feuilles rappelle celle du térébinthe ce qui explique son appartenance à la famille des Anacardiacees ou des Terebinthaceae. Ses feuilles sont alternées de couleur verte sombre, composées de 15 à 20 paires de folioles étroites dentées. La foliole terminale est plus grande mesurant 4 à 9 cm de longueur et de 1.5 à 3.5 cm de largeur(Fig.19). Ses rameaux sont grêles retombants vers le sol (BIKSHAL, 2010). Sa floraison est sous forme de longues grappes pendantes au printemps. Les fleurs sont petites, unisexuées, couleur Jaune verdâtre (ANDERSON ,1992). Les fruits sont de petites drupes rougeâtres qui ont une grosseur et une saveur rappelant celles du grain de poivre, en

grappe de 4 à 6 mm de diamètre contenant une seule graine de couleur brune (TAYLOR, 2002). Espèces à croissance rapide avec 3 m de hauteur en un an; vie environ 100 ans. Il fleurit au printemps et en été. Ses fruits apparaissent en automne et persister pendant l'hiver (ANONYME, 1995).

### 1.11.2.3-Place dans la systématique

D'après QUEZEL et SANTA (1963), le faux poivrier appartient à la classification suivante :

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Rosidae
Ordre	Spindales
Famille	Anacardiaceés ou Térébinthaceae
Genre	<i>Schinus</i>
Espèce	<i>Schinus molle</i>



Figure 19 : Feuilles du Faux poivrier (*Schinus molle* L.)

(ANONYME 3, 2014)

### 1.11.2.4-Utilisation du faux poivrier *Schinus molle*

Cette espèce est utilisée traditionnellement comme plante médicinale .elle est connue comme cardiotonique, antihémorragique et antiseptique (TAYLOR, 2005). De plus, elle présente un effet antifongique (QUIROGA et al., 2001), antioxydant, et antimicrobien (ABID, 2008). Il est considéré comme un bon producteur d'engrais verts (compost). C'est l'un des rares arbres qui se développent sur les roches et les collines. Il a un effet restaurateur, en effet il améliore la fertilité du sol. C'est une plante très rustique qui résiste à la sécheresse (ANONYME, 1995). Les médecines traditionnelles pratiquées de part et d'autre des rives de la méditerranée utilisent les huiles essentielles du *Schinus molle* comme analgésique, anti-inflammatoire, antitumoraux, antifongique antibactérien, et insecticide (DIKSHIT et al., 1986). Les extraits des feuilles de schinus molle ont montré un niveau élevé d'effet antimicrobien contre l'*Agrobacterium*, les tumefaciens et *Bacillus subtilis* (RHOUMA et al., 2009).

#### **1.11.2.5-Composition chimique**

Le composé majoritaire est le  $\alpha$ -Phellandrene $\beta$ -phellandrene, myrcene and  $\alpha$ -pinene, qui possède une activité antibactérienne (BELLEMESSOUD, 2013)

#### **1.11.2.6-Effet insecticide**

Les huiles essentielles des différentes parties du faux poivrier à savoir les fruits, et les feuilles se sont révélées être un insectifuge efficace, notamment contre les mouches (ANONYME, 1995).

## Chapitre II-Matériel et Méthodes

Dans ce chapitre on va aborder tous d'abord l'étude de la diversité faunistique de la culture de la tomate sous abris (multichapelle) ensuite l'efficacité des bio-insecticides des feuilles de deux espèces végétales le laurier noble (*Laurus nobilis* L.) et le faux poivrier (*Schinus molle* L.) sur les larves de *Tuta absoluta*. Puis exploitations des résultats par des indices écologiques et des traitements statistiques.

### 2.1- Station d'étude

L'inventaire faunistique est réalisé au niveau de l'Institut National Spécialisé en Formation Professionnelle de Bougara (I.N.S.F.P), qui se situe à 25 Km du chef lieu de la wilaya de Blida à une altitude de 118 à 629 m. (36° 32' N, 3° 05' E). Il occupe une superficie de 09 hectares dont 05 hectares sont consacrés à l'exploitation agricole réservée à l'application des travaux pratiques des stagiaires (Fig.20).

Le choix de ce site est motivé par les conditions expérimentales appropriées (Température contrôlée, aération, irrigation) à la culture de la tomate ainsi qu'à la diversité faunistique.

Cette étude a été réalisée dans une multi chapelle de forme hémicylindrique à charpente métallique orientée vers le Nord, où l'on a installé la culture sur une superficie de 576m<sup>2</sup> (Fig.21). Le site est entouré à l'est par la culture de la fève, à l'ouest par la culture de courgette cultivée sous serre, au sud par une ligne de brise vent de type Casuarina, alors qu'au nord le sol est laissé en jachère.

Le sol est de texture limono-sableux, avec une bonne capacité de rétention d'eau, un taux de salinité très faible de 1,15, pauvre en matière organique (3,47) unité, et un pH légèrement alcalin de 7,50 (INSFP de Bougara).

Le climat de cette région est typiquement méditerranéen caractérisé par un hiver doux, et pluvieux, et un été chaud et sec.





**Figure 20** : Station d'étude à l'INSFP de Bougara (Altitude de 118 à 629 m)

(ANONYME 4, 2014)



**Figure 21** : Serre multi chapelle, INSNP de Bougara (Originale, 2014).

## 2.2- Inventaire floristique de la station

Selon TILMAN (1997), la diversité végétale entraîne une augmentation des phytophages, par conséquent les prédateurs et les parasites.

Pour déterminer la flore adventice de la multi chapelle, nous avons effectué un relevé floristique durant notre période d'étude. Un échantillon de chaque espèce végétale est prélevé et identifié au laboratoire de botanique au niveau du département de biotechnologie végétale à l'université de Blida «1». Les résultats de la flore adventice sont mentionnés dans le tableau ci-dessous (Tab.4)

**Tableau 4:** Flore adventice présentée au niveau de la multichapelle

Famille	Genre
<b>Poaceae</b>	<i>Hordecum Murinum</i>
	<i>Cyperus Ratindus</i>
	Poaceae Sp.Indét
<b>Portulacaceae</b>	<i>Oleracera Sp.</i>
<b>Arvenseae</b>	<i>Anagalis Sp.</i>
<b>Composeae</b>	<i>Sarchus Sp.</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Mallilatus Indica</i>
<b>Plantagaceae</b>	<i>Psylium Sp.</i>
<b>Malvaceae</b>	<i>Malva rotundifolia</i>
<b>Chenopadiaceae</b>	Chenopadiaceae Sp.Indét
<b>Boraginaceae</b>	Barraginaceae Sp.Indét
<b>Labieae</b>	<i>Nepeta Cataria</i>
	<i>Marrubium vulgare</i>

Sp.Indét.: espèce indéterminée

## 2.3 - Méthodologie adoptée sur terrain

### 2.3.1 - Matériels utilisés:

Sur terrain nous avons utilisé des pots en plastiques colorés (jaune, vert, rouge), des tubes à essais, des étiquettes, un pinceau fin (2mm), un appareil photo, du vinaigre blanc, du détergent, et de l'alcool 70% (Fig.22). Alors que pour la détermination des espèces, une loupe binoculaire dotée d'un appareil photo, des boites de pétrie, des épingles entomologiques, pince, pineau fin, Boites de collection ont été employé (Fig.27).

### 2.3.2 - Installation de la culture

La culture de la tomate installée appartient à la variété Tavira qui est une variété hybride F1 à croissance indéterminée. Cette variété récemment introduite au niveau de l'exploitation est originaire du Portugal (Tavira).Le fruit cultivé sous serre est tardif de deux à trois mois, il est rond, légèrement aplati, de couleur jaune oranger à rouge.il a une saveur acidulée et moyennement sucrée(Fig.23).

### **2.3.2.1 - Préparation du sol**

Afin d'améliorer la structure du sol, sa capacité de rétention, un labourage profond de 35 cm a été réalisé. Pour réduire les risques de contamination du sol, on a utilisé le MOCAP a raison de 50kg/ha un mois avant plantation. De même, un disquage a été réalisé pour casser les mottes, et ameublir le sol. En dernier, un hersage a été effectué à l'aide d'un rotavateur pour niveler le sol et surtout éliminer les résidus de la culture précédente (Annexe 1).

### **2.3.2.2 - Système d'irrigation**

Le système d'irrigation mise en place est le goutte à goutte. Il s'agit d'un tuyau d'arrosage avec des petits trous d'environ 2 millimètres, placé dans chaque ligne des plantes. L'extrémité de chaque tuyau est liée par un robinet de la conduite du système d'irrigation. Chaque deux jours la culture de tomate est irriguée en tenant compte de certains paramètres (la température et les besoins de la culture) (Fig.24.b).

### **2.3.2.3 - Paillage**

Le paillage consiste à couvrir le sol à l'aide d'un paillis en plastique, afin d'empêcher la croissance des mauvaises herbes et augmenter la température du sol, qui favorise une croissance plus rapide de la culture (Fig.24.a).

### **2.3.2.4 -Semis**

Le semis a été réalisé au niveau de la pépinière, le 16/12/2014, dans des alvéoles ayant des capacités de 29ml, présentant des orifices de drainage à leurs bases. La première étape consiste à remplir les pots avec de la tourbe, une fois le substrat humecte, égoutté, on met la graine, et l'ensemble est tassé. La deuxième étape consiste à arroser le tout, et en dernier on recouvert avec un film en plastique qu'on enlève dès le début de la germination(Fig.24.c). La température moyenne prise dans la pépinière était de l'ordre de 15°C, pour une durée de poussée de 5 à 7 jours.

### **2.3.2.5 -Plantation**

Le repiquage de plantules a été réalisé le 03/03/2014, dix semaines après l'ensemencement. Des plantules de 8 à 15 cm de hauteur avec 5 à 6 feuilles réelles ont été repiquées dans des trous suffisamment profonds pour que les feuilles inférieures se retrouvent au niveau du sol(Fig.24.d). Une fois le repiquage effectué, on a entassé fermement la terre autour

des racines et arrosé. Un espace de 30cm est laissé entre les plants avec 100 cm entre les lignes. Au total 714 plants de tomate ont été plantés.

### **2.3.2.6 -Palissage**

Le palissage permet d'augmenter le nombre, et la taille des fruits. Ce qui réduirait le taux de pourriture de ces derniers, et facilitera la taille, la récolte ainsi que d'autres pratiques de culture (SHANKARA *et al.*, 2005).

Il existe plusieurs types de palissage, dans notre cas nous avons procédé au palissage vertical en utilisant la ficelle en plastique. Les fils sont fixés à une extrémité de fil de fer, de 3.5 m de hauteur, se repiquant au sol à côté du pied de la plante enroulés trois fois à la base de chaque tige principale, ensuite on fait passer le fil au dessous de chaque feuille; dans le cas des bouquets, on fait passer le fil entre la tige principale et le bouquet afin d'éviter la cassure de ce dernier par le poids lors du grossissement des grappes des fruits (Fig.24.e).

Cette opération est effectuée au bout de la quatrième semaine de plantation, et on ajoute régulièrement de nouveaux palis au fur et à mesure que la plante grandit afin d'éviter la cassure des tiges, des feuilles, et des fruits.

### **2.3.2.7 - Taille**

La taille permet d'améliorer l'interception de la lumière ainsi que la circulation de l'air. La mesure dans laquelle il est nécessaire de tailler les pieds de tomate dépend du type de plante, de la taille, et de la qualité des fruits. (SHANKARA *et al.*, 2005)

#### **2.3.2.7.1-Ebourgeonnage**

L'élimination des petites pousses latérales qui se développent à l'aisselle des feuilles, est réalisée par un pinçage manuel des petits bourgeons, et à l'aide d'un sécateur pour les grands bourgeons, pour ne laisser qu'une tige principale(Fig.24.f). Cette opération est réalisée chaque trois jours.

#### **2.3.2.7.2- Effeuilage**

Cette opération consiste à enlever les feuilles endommagées, proches du sol ou infestées par les ravageurs, ainsi que les feuilles qui se situent au dessous des grappes des fruits, dans le but d'accélérer le développement de ces derniers.

### 2.3.2.8 -Désherbage :

Pour éviter une réduction du rendement. Chaque semaine, un désherbage manuel est effectuée, afin d'éliminer les mauvaises herbes qui entrent en concurrence avec la tomate.

### 2.3.3 - Condition de croissance

Afin de contrôler la température, considérée comme un facteur important pour la croissance et le développement de la culture, la serre est équipée d'un thermomètre numérique (Annexe 1), ainsi que deux grands systèmes de ventilation. La température journalière de la serre est mesurée à raison de 3 fois par jour (9H, 13H, 16H) durant la période de l'étude (Annexe 2)



**Figure 22:** Matériels utilisés au terrain (Originale, 2014).



**Figure27:** Matériels utilisés au laboratoire (Originale, 2014)



**Figure 23 :** Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variété Tavira (Originale, 2014)

(a) Plant de tomate ;(b) bouquet floral ; (c) grappe de fruits



**Figure 24 :** Préparation de la culture (Originale, 2014)

(a)Le paillage;(b) le système d'irrigation goutte à goutte;(c) la germination ;  
(d) la plantation ; (e) le palissage ; (f) l'ébourgeonnage.

### 2.3.4 -Technique de piégeage par les pots colorés

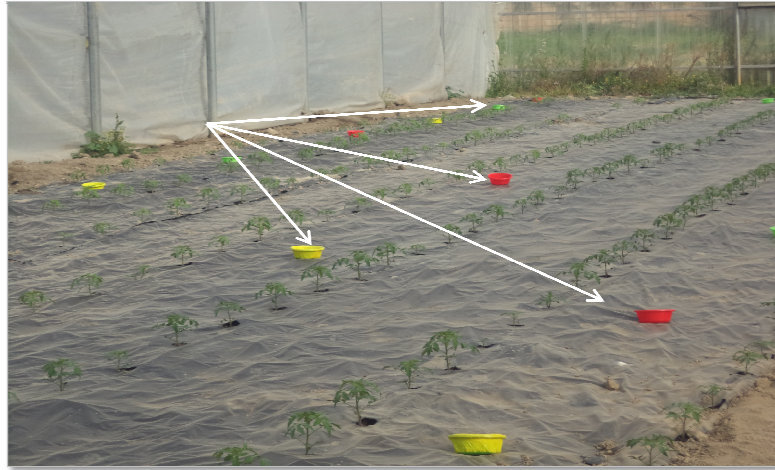
La méthode d'échantillonnage utilisée est la technique des pots pièges colorés; ces derniers permettent de suivre l'activité de vol des différentes espèces, et de déduire les périodes de l'année pendant lesquelles cette activité aura lieu. ROTH (1972); ROBERT et ROUZ-JOUAN (1976). Le grand succès de cette méthode vient du fait qu'elle est très peu coûteuse et ne nécessite aucune source d'énergie et peut être utilisée dans des endroits isolés où l'on pourrait difficilement employer d'autres méthodes de captures (BENKHELIL, 1992). D'autre part, il est reproché à cette méthode une certaine sélectivité vis-à-vis des espèces en effet, ce type de piège ne peut capturer que les insectes les plus actifs et qui sont attirés par la couleur et par l'eau (RABASSE, 1981). L'attractivité de ces pièges ne joue que sur les insectes en activité, de plus, la distance est considérée comme étant faible de 30 à 40 cm. Ce phénomène empêche l'échantillon d'être bien représentatif quantitativement de la faune locale (BENKHELIL, 1992).

Dans le présent travail, nous avons utilisé 45 bacs colorés en plastique dont 15 jaunes, 15 verts et 16 rouges placés de manière alternée. Aux extrémités de la culture, nous avons placé 09 pièges et 5 au milieu des rangées, remplis aux deux tiers de leur hauteur d'eau savonneuse et de quelques gouttes de vinaigre blanc. La collecte est effectuée toutes les 48 heures, le contenu des bacs est versée dans un filtre, les insectes prélevés à l'aide d'un pinceau fin, sont conservés dans des tubes à essai contenant de l'alcool à 70 % sur lesquels sont mentionnés la date, et la couleur du piège jusqu'à leur identification. L'échantillonnage est effectué une fois tous les 15 jours durant la période de notre étude (Fig.25, 26).

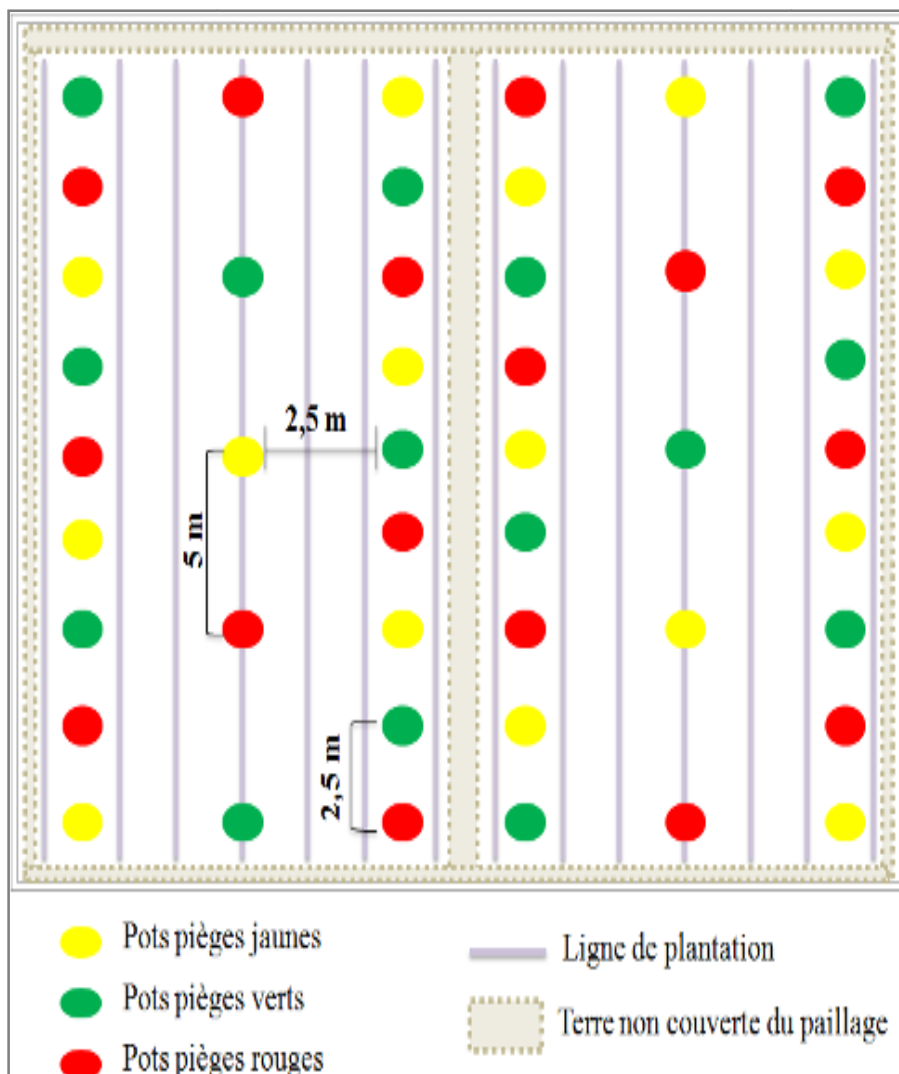
## 2.4-Méthodologie adoptée au laboratoire

### 2.4.1-Identification des espèces d'insectes piégés

Les échantillons d'insectes piégés, sont triés dans des boîtes de pétries, dénombrés sous une loupe binoculaire équipée d'un appareil photos (Fig.27), et identifiés à l'aide de clé de détermination (PERRIER ; 1927,1932), (BALACHOWSKY; 1962), (VALLARDI, 1962), (STANEK; 1973), (PIHAN ; 1977) (CHINERY ; 1983), (ZAHRADNIK ; 1984), (ZIMMER ; 1989) et (CHOUNARD et *al.* ; 2000).



**Figure 25:** Installation des pots pièges colorés (Originale, 2014).



**Figure26:** Dispositif de piégeage (Originale, 2014).



### 2.4.2-Activité bio-insecticide des feuilles du *Laurus nobilis* L. et *Schinus molle* L.

Des études récentes ont montré que les produits naturels issus des plantes et les métabolites secondaires représentent une importante source de molécules pouvant être exploitées dans différents domaines entre autres la phytoprotection (BABA-AISSA, 2011)

Deux plantes ont été choisies *Laurus nobilis* et *Schinus molle* (Fig. 28) dans le cadre de valorisation de certains métabolites afin de mettre au point des méthodes de lutte intégrée, peu onéreuses, efficaces et aisément utilisables par les agriculteurs.



**Figure 28:** Plantes choisies (Originale, 2014).

(A)Laurier noble (*Laurus nobilis*) ;(B) Faux poivrier (*Schinus molle*).

#### 2.4.2.1-Préparation de la matière végétale

Les feuilles des deux espèces végétales utilisées (*Laurus nobilis* L. et *Schinus molle* L.) ont été nettoyées avec de l'eau courante, séchées à température ambiante, pendant 7 jours(Fig.29), broyées grossièrement, et récupérées dans des sacs en papier. Le protocole de préparation des différents traitements destinés à l'étude de l'activité bio-insecticides vis-à-vis la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* est représenté dans la figure 35.



**Figure 29:** Séchage des feuilles (Originale, 2014).

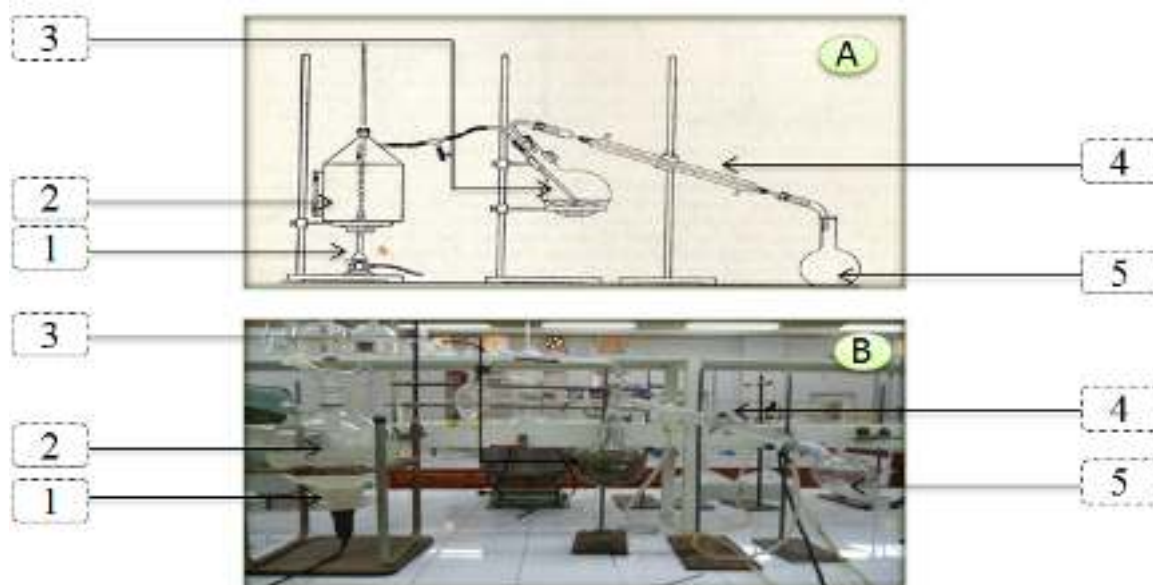
### 2.4.2.2-Extraction des huiles essentielles

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée au niveau de laboratoire de chimie organique au département de chimie industrielle à l'université de Blida (1), l'extraction est réalisée en trois étapes:

#### 2.4.2.2.1 -Entrainement a la vapeur d'eau

Dans la présente étude, 150 g de matière végétale est introduite, tour à tour, dans un ballon de deux litres pendant une heure de temps.

Dans ce système d'extraction, le matériel végétal n'est pas en contact direct avec l'eau, il est soumis à l'action d'un courant de vapeur, obtenue dans un bouilleur-vaporisateur (lié a une source de chauffage), seules les vapeurs sèches passent dans le matras a fond rond renfermant la matière végétale, les vapeurs chargées d'huile essentielle traversent un réfrigérant se condensent, et chutent dans une ampoule à décanter. On aurait pu se limiter à cette étape si les molécules de l'eau et de l'huile étaient séparées par différence de densité. Or les particules de l'huile étaient mélangées avec celles de l'eau d'où la nécessité de passer a la deuxième phase qui est la décantation (Fig.30).



**Figure 30:** Appareil d'entraînement à la vapeur d'eau

(A) PAVLOV et TARENTIEV (1967) ; (B) (Originale, 2014)

(1): source de chauffage;(2): bouilleur-vaporisateur;(3): matras remplis de matière végétale; (4): réfrigérons; (5): ampoule à décanter ou un ballon récepteurs.

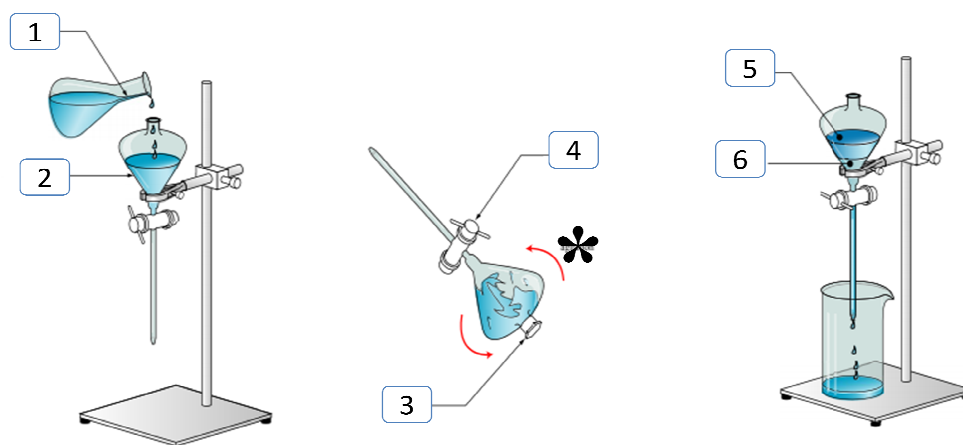
### 2.4.2.2-Décantation

La décantation correspond à la coalescence des fines gouttelettes de l'huile essentielle, contenue dans l'hydrolat, dans un solvant organique. Dans la présente étude le solvant utilisé est l'éther d'éthylique. Le choix du solvant est dû à sa stabilité, son inertie chimique, sa densité qui est de 0,71, et sa température d'ébullition inférieure ( $50^{\circ}\text{C}$ ) comparée à celle des huiles essentielles qui est de  $230^{\circ}\text{C}$ .

Une ampoule à décanté est fixée à un support, cette dernière est remplie par l'hydrolat et le solvant organique. Afin de faciliter la coalition des fines gouttelettes de l'huile essentielle au solvant organique, on agite manuellement l'ampoule. Le gaz formé est éliminé par le robinet (Fig.31).

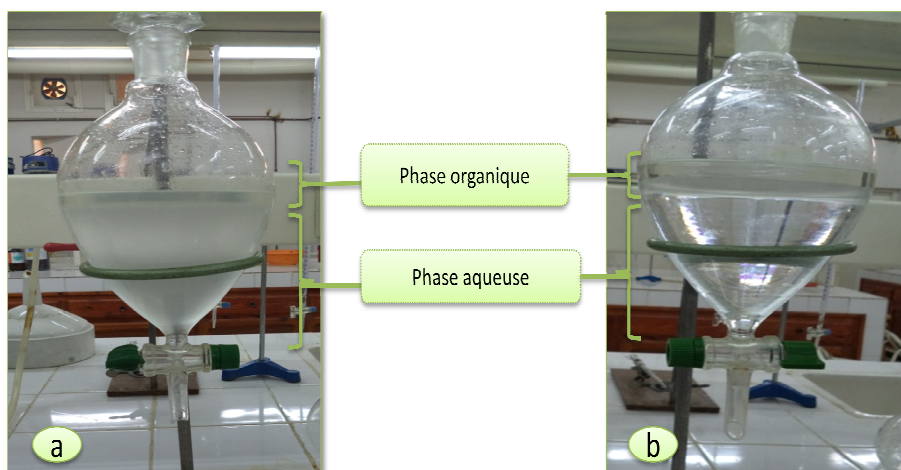
L'ampoule à décanté est refixée sur le support durant une heure voire une heure et demi jusqu'à l'obtention d'une phase aqueuse nette, et la migration des gouttelettes de l'huile essentielle vers le solvant organique où elles vont se solubiliser (Fig.32).

La séparation des deux phases, consiste à ouvrir le robinet de l'ampoule, récupérer séparément les deux phases dans des béchers. À la partie organique, on additionne du sulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) qui solidifie les gouttelettes d'eau mélangées à cette dernière.



**Figure 31:** Schéma représentatif des étapes de décantation

(1)Solvant organique;(2)Ampoule à décanté contenant le mélange aqueux;(3) bouchon maintenu à la main;(4)Ouverture du robinet pour le dégazage;(5) phase supérieure produit organique extrait dans le solvant;(6) phase inférieure mélange aqueux;(\*)Agitation

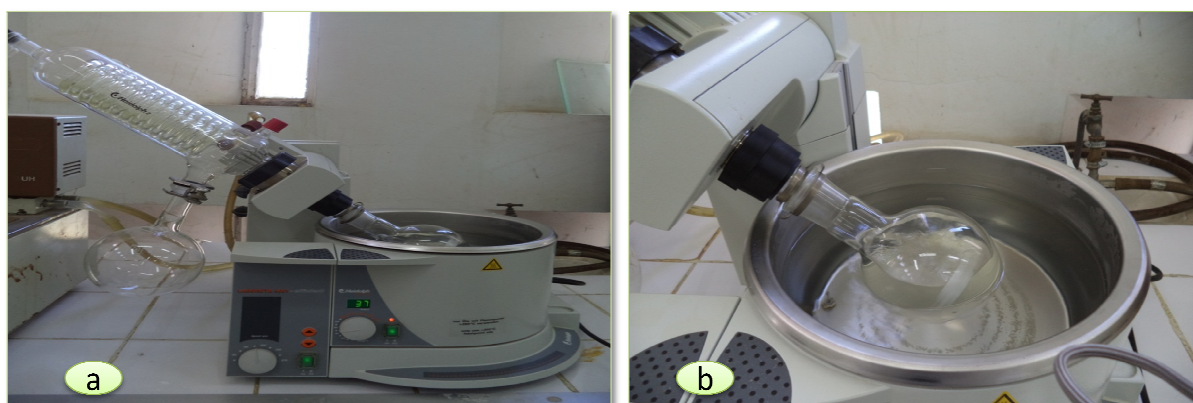


**Figure 32:** Décantation(a) début de décantation;(b) fin de décantation (originale, 2014).

#### 2.4.2.2.3-Elimination du solvant

La récupération de l'huile essentielle a été faite par évaporation et élimination du solvant, en utilisant un évaporateur rotatif. Le principe de cet appareil est basé sur la distillation sous vide (partiel).

Dans un premier temps la solution est filtrée à travers un entonnoir et du papier filtre dans un ballon afin d'éliminer le sel desséchant. Par la suite, le ballon contenant le solvant est introduit dans le dispositif rotatif de l'appareil et plongé dans le bain-marie chauffé à 50°C. Afin de permettre une homogénéisation du milieu, le ballon est tourné à une vitesse de 150 tours/ mn, suivant son axe de symétrie. Le gaz évaporé est condensé au niveau du réfrigérant et récupéré dans le ballon réceptacle (Fig.33).



**Figure 33:** (a) Appareil de vaporisateur rotatif (rotavapeur); (b) Ballon contenant le solvant plongé dans le bain-marie chauffé de l'appareil (Originale, 2014).

#### 2.4.2.2.4 -Analyse chromatographique de l'huile essentielle

Les analyses de la composition chimique des huiles essentielles extraites des deux espèces végétales ont été réalisées par Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS). Cette dernière est réalisée sur une chromatographie en phase gazeuse de type Perkin Elmer GCMS modèle Clarus 500.

Cette technique permet de déterminer simultanément le nombre de constituants de l'essence, leurs concentrations respectives, et leurs ordres de sorties, qui renseignent sur la volatilité, c'est à dire de leurs masses moléculaires, et leurs polarités (Annexe 3, 4).

Cette analyse a été effectuée au niveau de laboratoire d'analyse de la police scientifique (Alger), selon les conditions opératoires suivantes :

Pour la chromatographie phase gazeuse la colonne utilisée possède les caractéristiques suivantes, une longueur de 30m, un diamètre interne mesurant 0.25mm, alors que l'épaisseur de la phase stationnaire (film) est de 0.25 $\mu$ m. Pour les conditions opératoires, la température de l'injecteur splitless est de 250°C, La température initiale était de 80 °C pendant 3 mn.

Pour la Spectrométrie de masse les températures de la source et du quadripôle sont fixées respectivement à 230°C et 150°C, L'énergie d'ionisation est de 70Ev, le Mode de Balayage est de 80 à 600 UMA et le temps d'action du solvant est de 5.90 mn.

En se basant sur les temps de rétention des standards de la banque de données informatisées, nous avons pu identifier grâce aux chromatogrammes la composition, et le pourcentage des différentes huiles essentielles analysées.

#### 2.4.2.3-Préparation des extraits aqueux

Les feuilles séchées ont été broyées à l'aide d'un mixeur électrique jusqu'à l'obtention d'une poudre fine.

L'obtention des extraits aqueux est réalisée en diluant 80g de poudre de feuilles séchées dans un litre d'eau distillée. Le mélange est agité pendant 72 heures grâce à un agitateur magnétique, puis centrifugé à 3000 tours/mn pendant 10 minutes, et filtré à travers du papier Wattman N°3 (KOITA et al., 2012)(Fig.34).

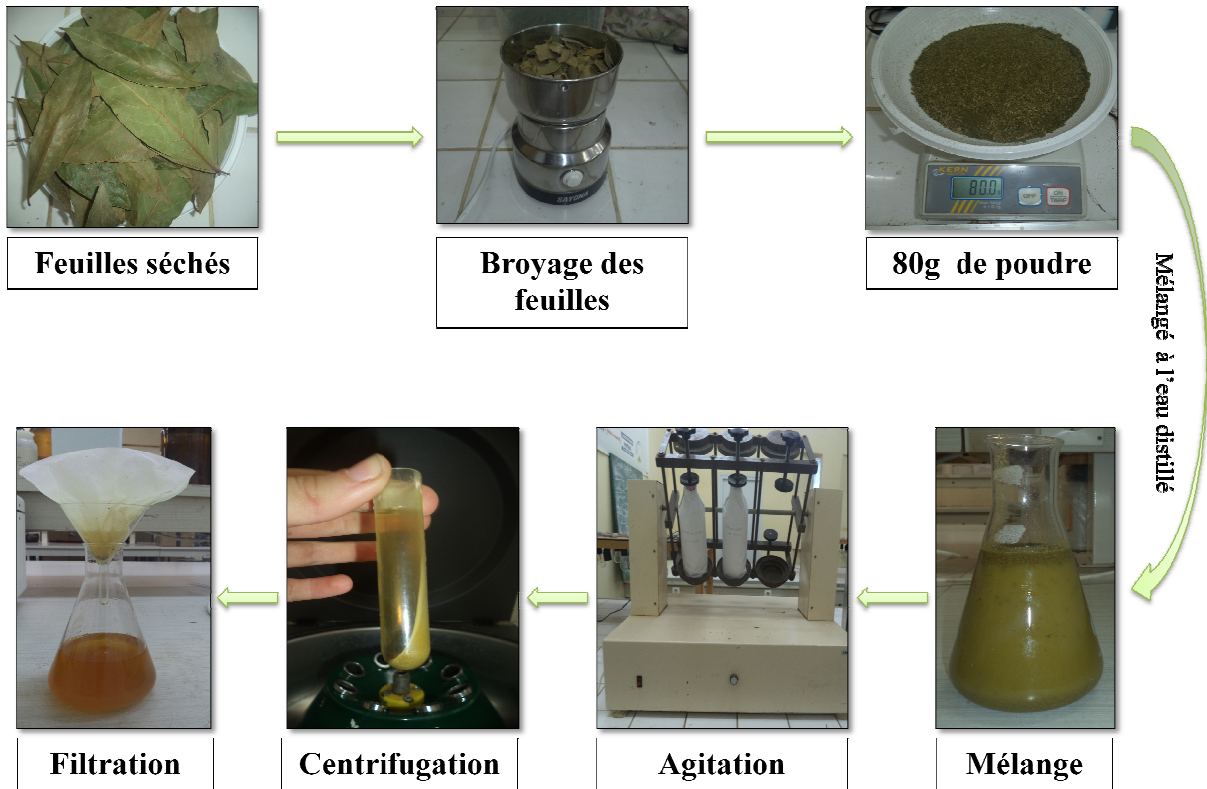


Figure 34: Etapes de préparation des extraits aqueux (Originale, 2014)

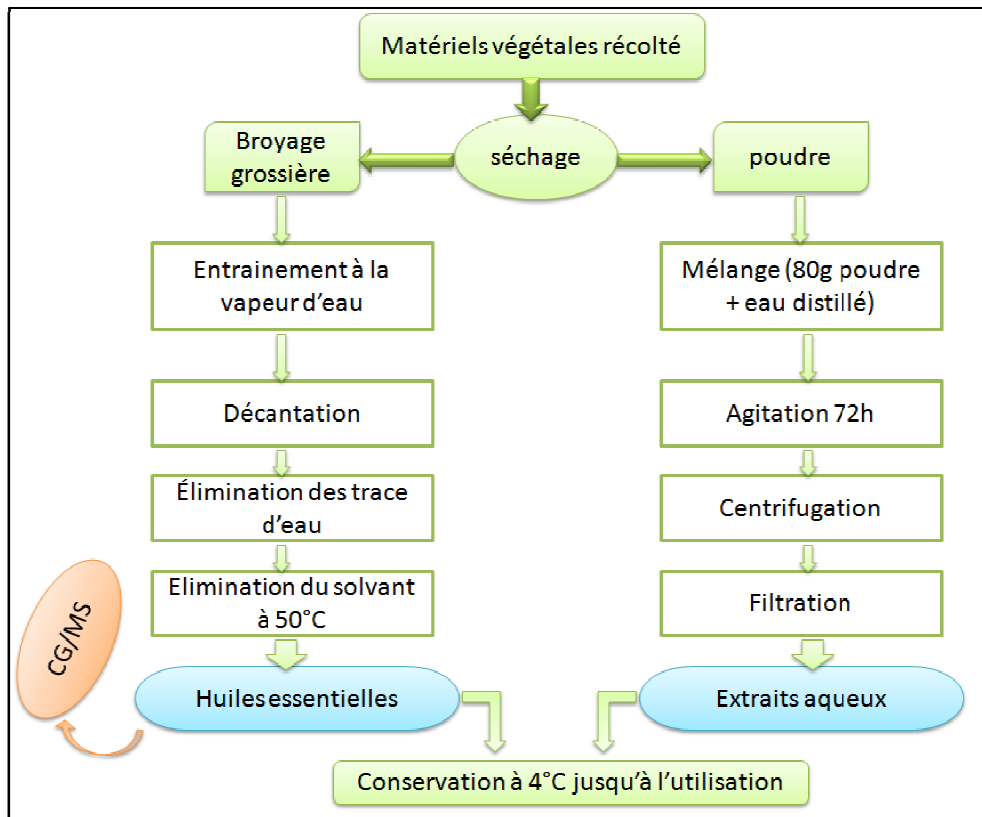


Figure 35: Protocole de préparation des différents traitements (Originale, 2014).

#### 2.4.2.4- Application du traitement sur les larves de *Tuta absoluta*

L'application des différents extraits du laurier noble (*Laurus nobilis* L.) et du faux poivrier (*Schinus molle* L.) a été réalisée au niveau du laboratoire dans des conditions du milieu contrôlé, la température minimale est de 12°C et la maximale est de 35°C.

Des rameaux sains de la variété de tomate (Tavira) sont introduites dans des bouteilles contenant de l'eau additionnée a une solution nutritive, afin d'éviter l'arrêt de la croissance des plants de tomates (Fig.38 a,b).

Les différents stades du développement du ravageur *Tuta absoluta* ont été collectés sur des plants de tomate infestés (Fig.36, 37), au niveau de la station expérimental de Staoueli (ITCMI), dans une serre multi chapelle de 1000m<sup>2</sup> (Annexe 5). L'effet insecticide des différents extraits a été testé sur les stades larvaires de *Tuta absoluta* après avoir infesté les plants de tomate sains de la variété (Tavira) par voie foliaire. L'inoculation du ravageur est à raison de 10 larves par rameaux. Soulignons que l'ouverture des mines pour récupérer les larves est réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire, et des épingles entomologiques, tandis que l'infestation de nos rameaux est réalisée grâce a un pinceau.

##### 2.4.2.4.1-Préparation des doses

Deux concentrations ont été choisies et trois répétitions ont été effectuées pour chaque dose ainsi que pour le témoin. Nous avons utilisé le tween 80 après dilution à 3%, comme témoin à cause de l'absence de l'activité insecticide, et comme diluant pour former des microémulsions et donc l'homogénéisation de la solution d'huile essentielle.

##### a) Les Huiles essentielles (Fig.39.a)

- ✓ 1<sup>ère</sup> dose (D1 = 2 % HE) ; 2 g de H E + 98,00 g de Tween (3% dilué).
- ✓ 2<sup>ème</sup> dose (D2 = 3 % HE) ; 3 g de H E + 97,00 g de Tween (3% dilué).

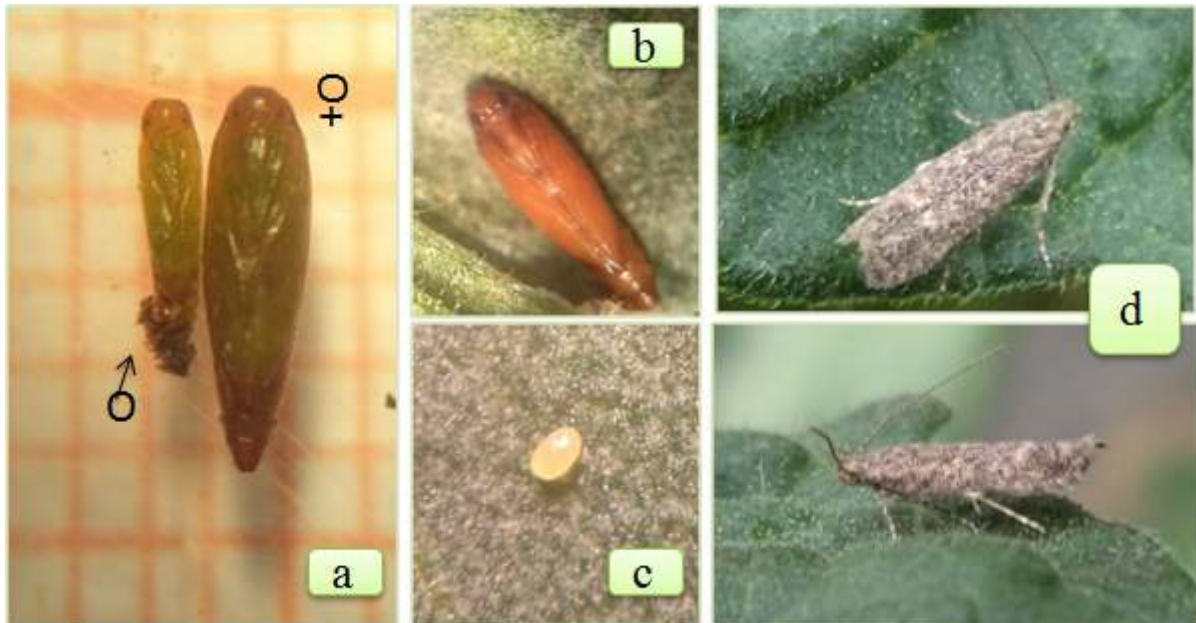
##### b) Les Extraits aqueux (Fig.39.b)

- ✓ 1<sup>ère</sup> dose (D1 = 30 % Ex Aq) ; 30 ml d'Ex Aq + 70 ml d'eau distillé.
- ✓ 2<sup>ème</sup> dose (D2 = 70 % Ex Aq) ; 70 ml d'Ex Aq + 30 ml d'eau distillé.

##### c) Témoin : Tween 80 (3% dilué).

##### 2.4.2.4.2.-Application du traitement :

Les traitements ont été réalisés à l'aide d'un pulvérisateur manuel, d'une capacité de 500 ml (Fig. 39.c), qui est nettoyé avant et après chaque utilisation.



**Figure 36:** Différents stades de développement de *Tuta absoluta* : (a) Dimorphisme sexuelle des chrysalides; (b) Fin de stade nymphale (Gx40); (c) Œuf (Gx80); (d) Adulte (Gx8)

(Originale, 2014).



**Figure 37 :** Stades larvaires de *Tuta absoluta* (Gx40) (Originale, 2014).





Figure 38 a: Dispositif d'application du traitement au laboratoire (Originale, 2014).

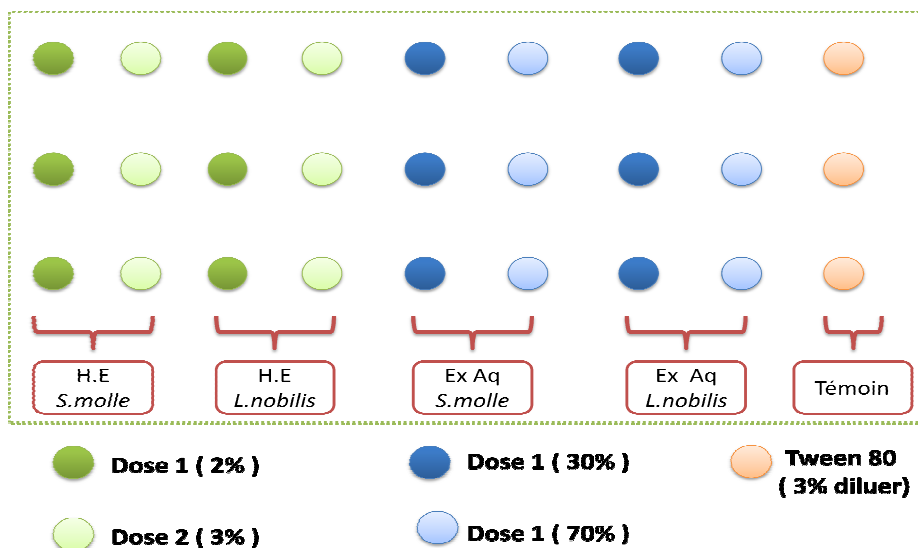


Figure 38 b : Dispositif aborder au laboratoire pour l'application des traitements

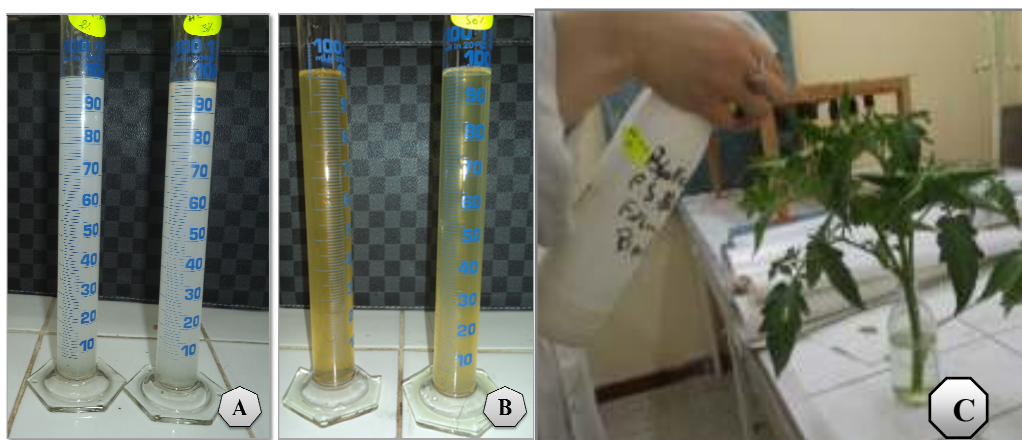


Figure 39 : Préparation et application des doses de différents traitements: (A) Huile essentielle ; (B) Extrait aqueux ; (c) Application du traitement à l'aide d'un pulvérisateur (Originale, 2014).

## 2.5-Exploitation des résultats

Les résultats de cette étude comprennent deux parties, la première aborde les résultats de l'étude de la diversité entomologique de la tomate et la deuxième traite les résultats de l'efficacité bio-insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux des feuilles du laurier noble et du faux poivrier sur les larves de *Tuta absoluta*.

### 2.5.1- Exploitation des résultats d'étude de la diversité entomologique de la tomate

Pour exprimer les résultats de cette étude, on les a traités d'abord par des indices écologiques de composition, des indices écologiques de structure, et enfin par des méthodes statistiques.

#### 2.5.1.1-Utilisation des indices écologiques de composition

Ces indices combinent la mesure du nombre des espèces ou richesse totale et de leur quantité exprimée en abondances relatives, en fréquences centésimales ou en densité d'individus contenus dans le peuplement (BLONDEL, 1975). Dans le cadre de la présente étude les indices de composition utilisés sont les richesses totales et moyenne, les fréquences relatives et les constances.

##### 2.5.1.1.1- Richesse totale et moyenne

La richesse totale (S) est le nombre total des espèces que comporte le peuplement pris en considération dans un écosystème (RAMADE, 2009). D'après ce même auteur, la richesse moyenne (Sm) quant à elle, correspond au nombre moyen d'espèces présents dans un échantillon du biotope dont la surface a été fixée arbitrairement.

$$S_m = \frac{\sum (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + \dots + S_N)}{N}$$

- ✓ S1, S2, S3..SN sont les richesses obtenues lors des sorties ou relevés ou jours 1,2,3..N
- ✓ N est le nombre total de sorties ou relevés ou jours.

##### 2.5.1.1.2- Fréquence centésimale ou Abondance relative (A.R. %)

Dans une biocénose, toutes les espèces n'ont pas la même densité. Certaines espèces sont relativement abondantes et d'autre plus rares. Bien entendu les premières seront toujours les mieux échantillonnées (LAMOTTE et BOURLIÈRE, 1969). L'évaluation de

l'abondance relative d'une population constitue une démarche indispensable à toute recherche écologique (RAMADE, 2009). Selon RAHERILALAO (2001), l'abondance relative (A.R%) d'une espèce donnée est le nombre d'individus de cette espèce exprimé en pourcentage par rapport au nombre total d'individus de toutes les espèces présentes dans le site considéré. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$\text{A.R. \%} = \frac{n_i \times 100}{N}$$

- ✓ A.R.% : Abondance relative ou fréquence centésimale d'une espèce.
- $n_i$  : Nombre d'individus de l'espèce (i) prise en considération.
- N : Nombre total des individus toutes espèces présentes.

L'abondance relative renseigne sur l'importance de chaque espèce. On admet qu'une espèce est abondante quand son coefficient d'abondance est égal ou supérieure à 2.

### 2.5.1.1.3–Fréquence d'occurrence ou de constance

La fréquence d'occurrence ou de constance est le rapport entre le nombre de pelotes et de crottes contenant l'espèce i et le nombre total de pelotes et de crottes analysées exprimées sous la forme d'un pourcentage (MÜLLER, 1985):

$$C \% = \frac{n_i \times 100}{N}$$

- C % est la constance ou fréquence d'occurrence.
- $n_i$  est le nombre de pelotes ou de crottes contenant l'espèce i.
- N est le nombre total de pelotes ou de crottes analysées.
- ✓ Une espèce i est dite omniprésente si  $C = 100\%$ .
- ✓ Elle est constante si  $75\% \leq C \leq 100\%$
- ✓ Elle est régulière si  $50\% \leq C \leq 75\%$
- ✓ Elle est accessoire si  $25\% \leq C \leq 50\%$
- ✓ Par contre elle est accidentelle si  $05\% \leq C \leq 25\%$
- ✓ Enfin elle est rare si  $C \leq 5\%$

### 2.5.1.2- Utilisation des indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure employés pour l'exploitation des résultats sont l'indice de la diversité de Shannon-Weaver ( $H'$ ) et l'indice d'équitabilité (E).

#### 2.5.1.2.1-Indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon VIERA DA SILVA (1979), la diversité est le caractère d'un écosystème qui représente les différentes solutions .elle informe sur la structure du peuplement d'où provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (DAGET, 1979). Des peuplements à physionomie très différentes peuvent avoir une même diversité (BARBAULT, 1981).d'après GRALL et HILY(2003), le calcul de la diversité s'effectue sur un échantillon de la communauté ou du peuplement étudié, de sorte que l'expression de la diversité ( $H'$ ) selon Shannon-Weaver s'écrit:

$$H' = -\sum (n_i/N) \text{Log}_2 (n_i/N)$$

- $H'$ : indice de la diversité exprimé en unité (bits)
- $n_i$  : le nombre des individus de l'espèce (i)
- $N$  : le nombre total des individus de toutes les espèces confondues.
- ✓ Si  $H' < 3$  bits, on a une faible diversité.
- ✓ Si  $3 \leq H' < 4$  bits, on a une diversité moyenne.
- ✓ Si  $H' \geq 4$  bits, la diversité est très élevée.

La valeur  $H'$  est minimal ( $H'=0$ ) si, dans un peuplement chaque espèce est représentée par un seul individu, excepté une espèce qui est représenté par tout les autre individus. La diversité maximale est représenté par  $H'$ max, quand tous les individus sont répartis de façon égale sur toutes les espèces (GRALL et HILY, 2003), elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement présenté par la formule suivante :

$$H' \text{ max} = \text{Log}_2 S$$

- $H' \text{ max}$  : la diversité maximale exprimée en unité de bits.
- $S$  : la richesse totale

Pour cette étude, l'indice de diversité de Shannon-Weaver est appliqué aux échantillons de population présents afin de qualifier le niveau du peuplement.

### 2.5.1.2.2-Indice d'équirépartition (E)

L'équitabilité (E) est la répartition des individus entre les diverses espèces (DUVIGNEAUD, 1982). L'équitabilité selon RAMADE (2009) est le rapport entre la diversité effective ( $H'$ ) de la communauté et sa diversité maximale théorique ( $H' \text{ max}$ ) compte tenu de sa richesse spécifique:

$$E = H' / H' \text{ max}$$

La valeur de l'équitabilité varie entre 0 et 1. Elle tend vers zéro quand presque la totalité des effectifs appartient à une seule espèce. Au contraire, elle tend vers 1, lorsque toutes les espèces présentes possèdent la même fréquence. Cet indice est utilisé en tenant compte des effectifs des espèces capturés grâce à la technique des pots pièges colorés au niveau de la multichapelle de la tomate à l'INSFP de Bougara.

### 2.5.1.3- Analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

Les résultats obtenus sont traités par deux méthodes statistiques, l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) mise au point par BENZECRI (BELLIER, 1973). C'est une méthode mathématique d'analyse multi-variable. Elle a pour objet la représentation avec un minimum de perte d'information dans un espace à 2 ou à 3 dimensions d'un ensemble de points appartenant à un espace à N dimensions (RAMADE, 2009). L'A.F.C. permet de traiter toutes sortes de données et pouvoir présenter dans même espace les sujets et les objets concernés par l'étude. Elle permet aussi de traiter non seulement des données qualitatives mais aussi des observations qualitatives ce qui rend son emploi absolument universel (BELLIER, 1973). C'est à GUINOCHET et LACOSTE cités par RAMADE (2009) que revient le mérite d'avoir systématisé l'application de l'A.F.C. à la phytosociologie. Dans la présente étude, l'utilisation de l'A.F.C. permet de mettre en évidence les différences qui existent entre les espèces capturés en fonction des différents couleurs utilisés en piégeages dans chaque mois de suivie. Réalisé par le logiciel (XLSTAT-PLS, 2005).

### 2.5.2-Estimation de l'activité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux

Dans le but d'évaluation de l'activité insecticides de deux plantes à savoir *Laurus nobilis* et *Schinus molle*, nous nous sommes intéressés à extraire différents molécules bioactives de la partie foliaires.

### 2.5.2.1-Détermination de la teneur en eau

Les feuilles sont d'abord pesées pour déterminer le poids frais (PF). Après le séchage, on obtient le poids sec (PS). La teneur en matière sèche selon LINDEN et LORIENT, 1994. est donnée par l'équation suivante :

$$T\% = (x / y) * 100$$

- ✓  $X$  : poids de l'échantillon (P.F.).
- ✓  $Y$  : poids de l'échantillon après déshydratation (P.S.).
- ✓  $T\%$  : Taux d'humidité exprimé en pourcentage

### 2.5.2.2- Calcul de rendement

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre le volume d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal à traiter (BELYAGOUBI, 2006). Le rendement en huile essentielle (exprimé en pourcentage par rapport au 100 g de matière sèche) a été calculé par la relation suivante :

$$Rd\ HE\ (\%) = (V / M\ MV) \times 100$$

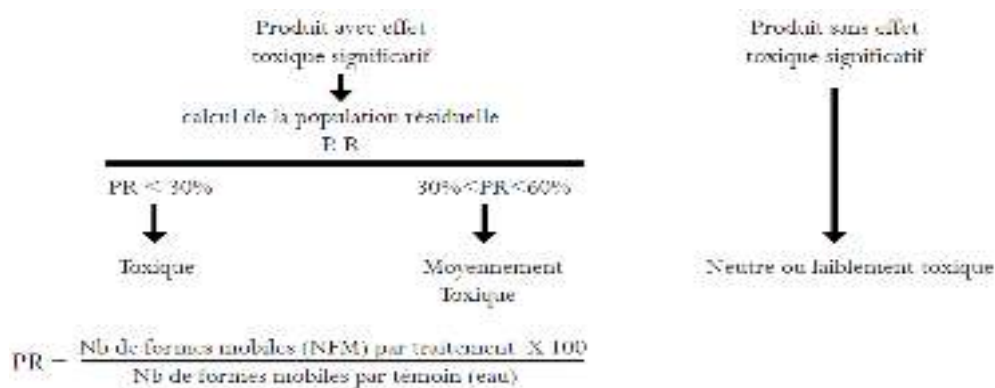
- ✓ Rd HE (%) : rendement en huile essentielle exprimé en pourcentage.
- ✓  $V$  : volume d'huile essentielle en ml.
- ✓  $M\ MV$  : La masse de la matière végétale utilisée (sèche).

Pour éviter la dégradation ou la modification de molécules actives des essences obtenues, ces dernières ont été conservées au réfrigérateur à 4°C dans des flacons en verre, couverts d'aluminium

### 2.5.2.3- Evaluation de l'activité bio insecticide des huiles essentielle et des extraits

#### Aqueux

L'évaluation de l'effet insecticide des deux huiles essentielles et des extraits aqueux a été réalisée par le calcul de la population résiduelle (P.R%), selon le test de DUNNETT après 24h, 48h, 72h et 96h d'exposition aux différents traitements.



- ✓ P.R. <30% molécule toxique.
- ✓ 30% < P.R <60% molécule moyennement toxique.
- ✓ P.R > 60% molécule neutre ou faiblement toxique.

#### 2.5.2.4-Exploitation des résultats d'étude de l'activité insecticide des traitements

##### utilisés sur *Tuta absoluta*

Afin de vérifier l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux, des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis*) et du faux poivrier (*Schinus molle*) Vis à vis la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* en tenant compte des concentrations et des dates de traitement nous avons utilisé une analyse de la variance(ANOVA). Cette dernière est définie comme étant une méthode de comparaison entre des moyennes. Elle permet de confirmer s'il existe une différence significative entre deux séries de données DAGNELIE (1975). Elle est utilisée dans le cas présent pour essayer de mettre en évidence une éventuelle différence significative entre les mois d'échantillonnage. Nous avons alors utilisé le modèle linéaire global (G.L.M) a été utilise grâce au logiciel (STATISTICA, 2006)

La signification des différences entre les traitements est exprimée en fonction de la probabilité P erreur 5%.

- $P > 0,05$  : Différence non significative.
- $P < 0,05$  : Différence significative.
- $P \leq 0,01$  : Différence hautement significative.
- $P \geq 0,01$  : Différence très hautement significative.

## Chapitre III-Résultats sur quelques aspects écologiques de la faune de la tomate, et sur l'activité bio insecticide des feuilles du *Laurus nobilis* et *Schinus molle*

La première partie des résultats concerne la faune de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) variété (Tavira) échantillonnée selon la technique des pots pièges colorés. La deuxième partie est consacrée à l'étude des effets des huiles essentielles et des extraits aqueux des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis*), du faux poivrier (*Schinus molle*) sur la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*).

### 3.1-Etude de l'entomofaune de la tomate

Les espèces dénombrées dans les trois mois d'étude au différent stade phénologique de la culture, dans les pots pièges colorés, rouge, vert, et jaune sont regroupées, par ordres puis classées sur une liste systématique.

#### 3.1.1-Effectif global des espèces piégées

L'effectif global des espèces piégées dans les pots colorés révèle la présence de 146 espèces d'insectes réparties en 12 ordres. L'abondance de ces invertébrés est marquée par l'importance des insectes (Tab.5). L'ordre le plus représenté est celui des diptères avec 44 espèces (34 %), avec une prédominance dans les pièges rouges suivi des jaunes et des verts. Les Hyménoptères viennent en deuxième position avec 30 espèces soit un taux de 19 % plus élevé dans les pièges jaunes, suivi des pièges rouges et verts. Les coléoptères sont présents avec 27 espèces avec une abondance de 15% collectées dans les pièges jaunes, suivi des verts, et des rouges. Viennent ensuite l'ordre des Homoptères avec 17 espèces, soit un taux de 14%. Les thysanoptères apparaissent avec 05 espèces avec une fréquence élevée dans les pièges jaunes suivis des pièges rouges, et verts. Les Hémiptères sont présents avec 05 espèces (3 %), la majorité de ces dernières sont inventoriées le plus souvent dans les pots jaunes, suivis des pièges rouges, et verts. Par contre les ordres des lépidoptères, des orthoptères, et des Psocoptères sont faiblement mentionnés avec une seule espèce piégée dans les trois différentes couleurs des pots. Les autres groupes sont moins importants, les Aranea avec un taux de 5%, représenté par 8 espèces le plus souvent dans les pièges rouges, suivi des jaunes et des verts. L'ordre des Acari, dont la totalité des espèces ont été piégées dans les pots verts. En dernier on trouve l'ordre des collembolés représenté par deux espèces soit un taux de 2%, leurs présences est moindre dans les pièges jaunes par rapport aux pièges verts et rouges. (Fig 40.a, 40.b). Le taux global des espèces piégées selon la couleur du pot est plus important dans les pièges jaunes (41%), suivi des rouges (32%), et en dernier des pièges verts (27%) (Fig40.b).



**Tableau 5** : Répartition des insectes inventoriés par ordre au niveau de la culture de tomate sous serre

Classe	Ordres	Espèces
Arachnida	Aranea	8
	Acari	2
Collembola	Collembola	2
Insecta	Orthoptera	2
	Tysanoptera	5
	Psocoptera	1
	Homoptera	17
	Hemiptera	5
	Coleoptera	27
	Hymenoptera	30
	Diptera	44
	Lepidoptera	3
Totale		146

### 3.1.2- Effectif global des espèces piégées selon l'organisation trophique

La répartition des différentes catégories trophiques a révélé l'existence de 05 grands groupes parmi les 292 espèces d'insectes inventoriés (Fig. 41.a, b).

La figure (41.a, b) montre la dominance des espèces phytophages (34%) ,suivi par une présence massif des auxiliaires avec un taux de 33% représenté essentiellement par les prédateurs(16%), les parasites ,et les parasitoïdes (17%). La présence de ces deux catégories d'espèces est plus souvent signalée dans les pièges jaunes. Les espèces polyphages représentés par les fungivores, les nécrophages, les omnivores, et les acrophages sont présents avec un pourcentage de 29% dont la plupart sont piégées dans les pots rouges. En dernier, les espèces saprophages ou coprophages sont faiblement mentionnées avec un pourcentage de 04%.

### 3.1.3-Application des indices écologiques à la faune capturée grâce aux pots pièges colorés

Les indices écologiques qui retiennent l'attention sont les richesses totales et moyennes, les abondances relatives, les constances et les indices de diversité et d'équirépartition.

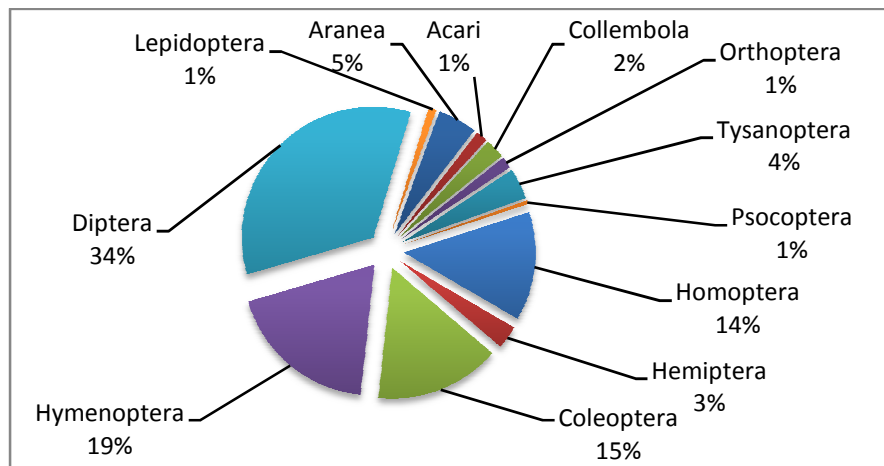


Figure 40.a: Effectif global des espèces piégées selon les ordres.

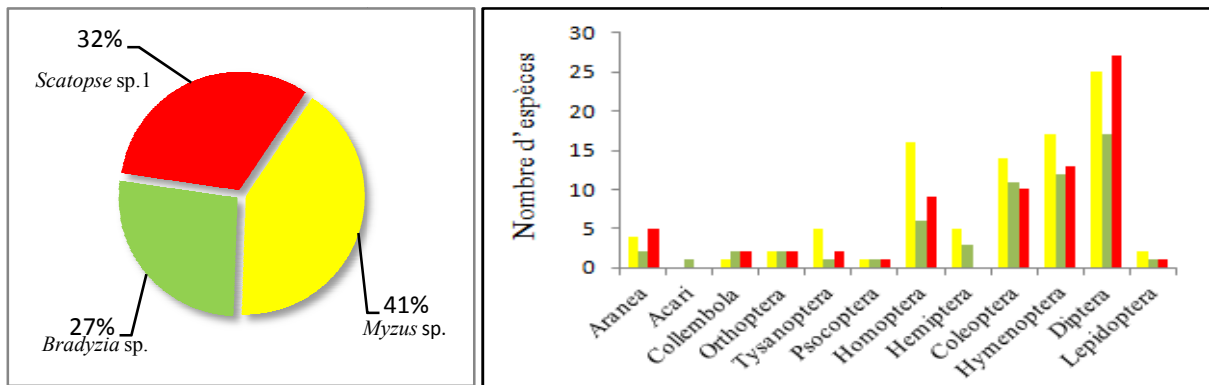


Figure 40.b: Effectif globale des espèces piégées selon la couleur du piège.

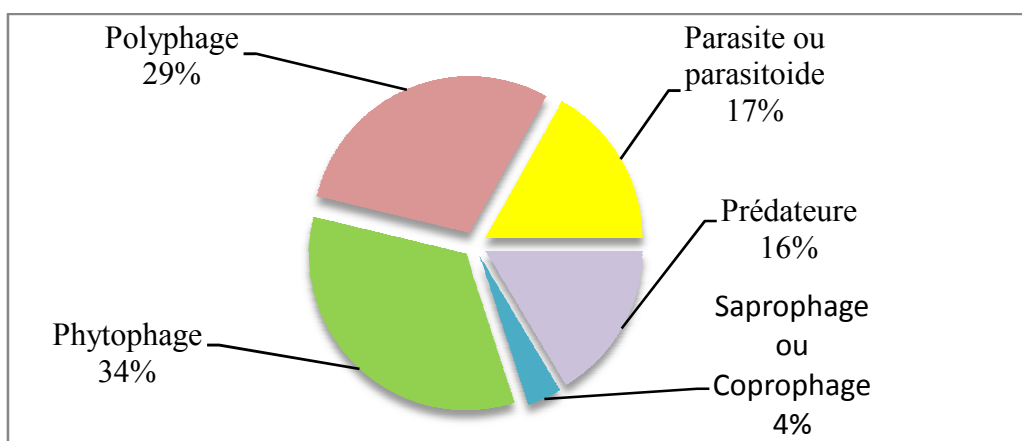


Figure 41 a : Répartition trophique de l'entomofaune recensée sur la tomate sous serre.

### 3.1.3.1-Richesses totales et moyennes des espèces

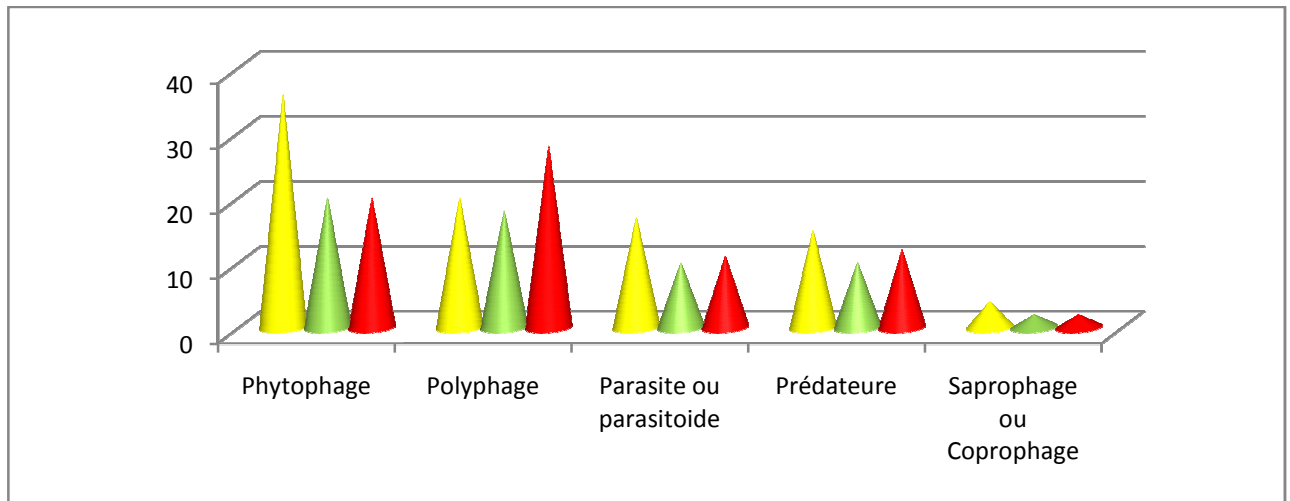
Les richesses totales et moyennes de l'entomofaune de la tomate sous serre au cours du période d'étude de Mars à Mai sont rassemblées dans le tableau 6

**Tableau 6:** Richesses totales et moyennes des espèces capturées grâce aux pots pièges colorées durent la période d'étude

Mois	Mars	Avril	Mai
<b>Richesses totales (S)</b>	67	48	97
<b>Richesses moyennes (Sm)</b>	33,5	24	48,5
<b>N</b>	307	537	891

N : nombre d'individus ; S : richesse totale, Sm : richesse moyenne

Les espèces piégées grâce aux pots colorés dans la multichapelle de l'Institut Nationale Spécialisé en Formation professionnelle de Bougara correspondant aux richesses totales (S) et moyenne (Sm), varient selon le mois d'échantillonnage. Les valeurs de (S) se situent entre 48 espèces et 97 ( $48 \leq S \leq 97$ ). Le mois de mai contribue avec une richesse totale de 97 espèces, et un plus grand nombre d'individus (N= 891). Notant que la taille des plants de tomate varie entre 105 cm à 190 cm, avec la présence de 5 à 8 bouquets floraux, les fruits sont au début de leur maturation, et la température moyenne de la serre est 25,49°C. Pour le mois de mars la richesse totale est de 67 espèces représentée par 307 individus, ce mois coïncide avec la stade de croissance des plants dont leurs tailles varient de 12 cm à 34 cm, les tiges principales renferment deux bouquets floraux, avec absence de la floraison, et une température moyenne de 21,67°C. La richesse totale la plus faible est enregistrée le mois d'avril avec 48 espèces seulement, mais avec un nombre d'individus plus élevé comparé a celui de mars (N=537). Ce mois coïncide avec les deux stades phénologiques (la floraison et la nouaison), la température moyenne est de 23,33°C, la taille des plants varient entre 45cm à 95cm. Quant aux richesses moyennes, elles varient entre ( $24 \text{ espèces} \leq Sm \leq 49 \text{ espèces}$ ) (Tab.6).



**Figure.41.b:** Répartition trophique de l'entomofaune recensée sur la tomate sous serre selon la couleur de piège.

### 3.1.3.2- Abondance relative et la constance des espèces notées:

Les abondances relatives (A.R. %) et les fréquences d'occurrences (C%) des espèces piégées par les pots pièges colorés sont mentionnées dans le tableau 7 (Fig.42).

Il ressort du tableau et la figure ci-dessous, la présence de cinq types d'espèces en fonction de leur apparition. En premier, viennent les espèces constantes avec des fréquences d'occurrence qui varient entre ( $77,78 \% \leq C \% \leq 88,89 \%$ ), et une abondance relative de 66% représentés par les espèces suivantes, *Thrips* sp.1, *Aphis fabae*, *Myzus* sp. *Lasioglossum* sp.1, *Apis mellifera*, *Bradyzia* sp., *Micromyza* sp., *Leptocera* sp., *Empis* sp.1 et *Agromyza* sp. En deuxième position se trouve les espèces accidentelles ( $11\% < C\% \leq 22,22\%$ ) avec une abondance relative de 13% regroupant 108 espèces dont *Tapinopa* sp. *Macrosiphum* sp. *Adonia variegata* *Pollistes gallicus* et *Liriomyza* sp. Suivi par les espèces accessoires représentées par 19 espèces avec une occurrence comprise entre 33% et 44,44%), et une abondance de 12%, parmi ces espèces citons : *Gyllulus domesticus*, *Psylla mali*, *Tapinoma nigerrimum*, *Calliphora erythrocephala* et *Fannia scalaris*. Quant aux espèces régulières, leur présence est marquée par 7 espèces avec ( $55,56 \% \leq C \% \leq 66,67 \%$ ) et (AR= 8%), parmi ces dernières on a: *Isotomidae* sp.indét, *Delphax* sp. *Atheta* sp., *Cataglyphis viatica*, *Callinapaea* sp., *Gymnopternus* sp. Et *Mycetophilidae* sp.indét. En dernier, on note la présence d'une seule espèce omniprésente *Scatopse* sp., avec une occurrence de 100% et une abondance de 0,35%.

**Tableau7:** Abondance relative et la constance des espèces inventoriées dans les pots pièges

colorés durent les trois mois d'étude.

Ordre	Familles	Espèces	AR%	C%	Types d'espèces
Aranea	Linyphiidae	Linyphiidae sp. indé.	0,23	44,44	Accessoire
		<i>Tapinopa</i> sp.	0,12	22,22	Accidentelle
	Lycosidae	Lycosidae sp. indé.	0,12	11,11	Accidentelle
	Salticidae	Salticidae sp. indé.	0,06	11,11	Accidentelle
	Amaurobiidae	Amaurobiidae sp. indé.	0,06	11,11	Accidentelle
	Gnaphocidae	Gnaphocidae sp1. indé.	0,12	22,22	Accidentelle
		Gnaphocidae sp2. indé.	0,06	11,11	Accidentelle
Thomicidae	Thomicidae sp. indé.	0,06	11,11	Accidentelle	
Acari	Tetranychidae	Tetranychidae sp. indé.	0,12	11,11	Accidentelle
	Gamasidae	Gamasidae sp. indé.	0,12	22,22	Accidentelle
Collembola	Isotomidae	Isotomidae sp. indé.	1,56	66,67	Régulière
	Poduridae	Poduridae sp. indé.	1,09	33,33	Accessoire
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gyllulus domesticus</i>	0,52	33,33	Accessoire
	Acrididae	<i>Pezottetix giornae</i>	0,17	33,33	Accessoire
Tysanoptera	Thripidae	<i>Thrips</i> sp.1	2,19	88,89	Constante
		<i>Thrips</i> sp.2	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Thrips</i> sp.3	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Thrips</i> sp.4	0,06	11,11	Accidentelle
	Aeolothripidae	Aeolothripidae sp. indé.	0,40	44,44	Accessoire
Psocoptera	Psocidae	Psocidae sp. indé.	0,23	33,33	Accessoire
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	8,41	77,78	Constante
		<i>Myzus</i> sp.	39,80	88,89	Constante
		<i>Macrosiphum</i> sp.	0,35	11,11	Accidentelle
		Aphididae sp. indé. 1	0,63	11,11	Accidentelle
		Aphididae sp. indé. 2	4,90	33,33	Accessoire
	Fulgoridae	<i>Delphax</i> sp.	0,69	66,67	Régulière
		Delphacinae sp. indé.	0,12	22,22	Accidentelle
		Fulgoridae sp. indé.	0,35	22,22	Accidentelle
		Chermesinae sp. indé.	0,23	11,11	Accidentelle
	Cicadellidae	Stegelytrinae sp. indé.	0,35	22,22	Accidentelle
<i>Agallia</i> sp.		0,35	22,22	Accidentelle	

	Psyllidae	<i>Psylla mali</i>	0,17	33,33	Accessoire
		Psyllidae sp.indét.	0,23	33,33	Accessoire
	Daphniidae	Daphniidae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
	Issidae	<i>Issus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Cixiidae	<i>Cixus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Aleurodidae	<i>Aleurodes</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
Hemiptera	Rhopalidae	<i>Brachycarenum</i> sp.	0,17	22,22	Accidentelle
		<i>Liorhysus</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
		<i>Stictopleurus</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Lygaeidae	<i>Nysius</i> sp.	0,23	22,22	Accidentelle
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus interruptus</i>	0,17	22,22	Accidentelle
		<i>Adonia variegata</i>	0,06	11,11	Accidentelle
		Coccinellidae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Chilocorus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Elateridae	Elateridae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
	Staphylinidae	<i>Platystethus nodifrons</i>	0,69	33,33	Accessoire
		<i>Aleochara</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Atheta</i> sp.	2,02	55,56	Régulière
		<i>Xantolinus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Trachystroglodytes</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Lathrobium</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Scopaeus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Trechus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Anotylus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Buprestidae	<i>Buprestis octoguttata</i>	0,12	11,11	Accidentelle
	Cetoniidae	<i>Tropinata</i> sp.	0,35	22,22	Accidentelle
		<i>Squalida</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Scarabeeidae	<i>Pleurophorus caesus</i>	0,06	11,11	Accidentelle
	Chrysomilidae	Halticinae sp.indét.	0,17	33,33	Accessoire
		<i>Psylloides</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Asiorestia</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Cantharidae	<i>Cantaris rufa</i>	0,06	11,11	Accidentelle
	Carabidae	<i>Calathus</i> sp.	0,12	22,22	Accidentelle
	Oedemeridae	<i>Oedemera</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
	Mordillidae	<i>Mordella</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle

	Cleridae	<i>Trichodes</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Curculionidae	<i>Sitona</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Hymenoptera	Fourmicidae	<i>Cataglyphis viatica</i>	0,69	66,67	Régulière
		<i>Tapinoma nigerrimum</i>	0,58	33,33	Accessoire
		<i>Tetramorium semilaeva</i>	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Lasius</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Proctotrypidae	<i>Ooctonus</i> sp.	0,12	22,22	Accidentelle
		<i>Limaenon</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Mymarinae</i> sp.indét.	0,35	11,11	Accidentelle
		<i>Lygocerus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Diapriinae</i> sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Teleosiniens</i> sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Aspicerinae</i> sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
		<i>Hypoponera</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
		<i>Lonostigmus</i> sp.	0,12	22,22	Accidentelle
	Ichneumonidae	Ichneumonidae sp.indét.	0,29	44,44	Accessoire
	Halictidae	<i>Lasioglossum</i> sp.1	2,27	77,78	Constante
		<i>Lasioglossum</i> sp.2	0,17	11,11	Accidentelle
		<i>Halictus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	1,32	77,78	Constante
	Cynipidae	Cynipinae sp.indét.	0,17	33,33	Accessoire
	Pompilidae	Pompilidae sp.indét.	0,12	22,22	Accidentelle
Chalcidae	<i>Dibrachis</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle	
	<i>Podagrion</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle	
	Chalcidae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle	
	<i>Eupelminae</i> sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle	
Euminidae	Euminidae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle	
Braconidae	Braconidae sp.indét.	0,29	33,33	Accessoire	
	<i>Aphidius</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle	
Vespididae	<i>Pollistes gallicus</i>	0,12	22,22	Accidentelle	
Bethylidae	Bethylidae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle	
Anthophoridae	<i>Eucera</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle	
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Leptoconops</i> sp.	0,23	22,22	Accidentelle
	Sciaridae	<i>Bradyzia</i> sp.	1,96	77,78	Constante

Ephydriidae	<i>Callinapaea</i> sp.	1,84	55,56	Régulière
Cecidomyiidae	<i>Micromya</i> sp.	1,50	77,78	Constante
Chironomidae	<i>Metrocremus</i> sp.	0,17	22,22	Accidentelle
	<i>Chironomus</i> sp.	0,35	11,11	Accidentelle
	<i>Crictopus annulator</i>	0,23	11,11	Accidentelle
Scatopciidae	<i>Scatopse</i> sp.1	0,35	100,00	Omniprésente
	<i>Scatopse</i> sp.2	0,23	11,11	Accidentelle
Phoridae	<i>Aphiochaeta</i> sp.	0,29	33,33	Accessoire
Sphaeroceridae	<i>Leptocera</i> sp.	3,57	77,78	Constante
	<i>Muscna stabulens</i>	0,06	11,11	Accidentelle
Fanniidae	<i>Fannia scalaris</i>	0,52	44,44	Accessoire
	<i>Fannia canicularis</i>	0,17	11,11	Accidentelle
Pipunculidae	Pipunculidae sp.indét.	0,06	11,11	Accidentelle
Muscidae	<i>Musca</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Empididae	<i>Empis</i> sp.1	0,98	77,78	Constante
	Tachydromiids sp.indét.	0,12	11,11	Accidentelle
	Hebotinae sp.indét.	0,17	22,22	Accidentelle
Limoniidae	Limoniidae sp. indét.	0,06	11,11	Accidentelle
Dolicopodidae	<i>Hercotomus crysoz</i>	0,35	22,22	Accidentelle
	<i>Hercotomus cupreus</i>	0,06	11,11	Accidentelle
	<i>Helophilus</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	<i>Gymnopternus</i> sp.	0,75	55,56	Régulière
Syrphidae	<i>Eumerus</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
	<i>Neoasiia</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Agromyzidae	<i>Agromyza</i> sp.	1,15	77,78	Constante
	<i>Liriomyza</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Stratiomyiidae	Stratiomyiidae sp.indét.	0,12	11,11	Accidentelle
Calliphoridae	<i>Calliphora erythrocephala</i>	0,29	33,33	Accessoire
Culicidae	<i>Culex</i> sp.	0,12	22,22	Accidentelle
Mycetophilidae	Mycetophilidae sp.indét.	0,46	55,56	Régulière
Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Psychodidae	<i>Pharaenoides</i> sp.	0,46	33,33	Accessoire
	<i>Psychoda</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Tipulidae	Tipulidae sp.indét.	0,12	11,11	Accidentelle
Rhagiolidae	<i>Rhagio</i> sp.	0,17	11,11	Accidentelle



	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
	Opomyzidae	<i>Anamalochoaeta</i> sp.	0,12	11,11	Accidentelle
	Tachinidae	<i>Dexia rustica</i>	0,17	22,22	Accidentelle
	Chloropidae	Chloropidae sp.indét.	0,12	22,22	Accidentelle
	Anthomyiidae	<i>Delia</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
	Sepsidae	<i>Sepsis</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle
Lepidoptera	Momphidae	Momphidae sp.indét.	0,23	22,22	Accidentelle
	Pieridae	<i>Peris brassicae</i>	0,06	11,11	Accidentelle
	Pterophoridae	<i>Platyptilia</i> sp.	0,06	11,11	Accidentelle

Sp.indét. : espèce indéterminée ; AR% : abondance relative % ; C% : constance%.

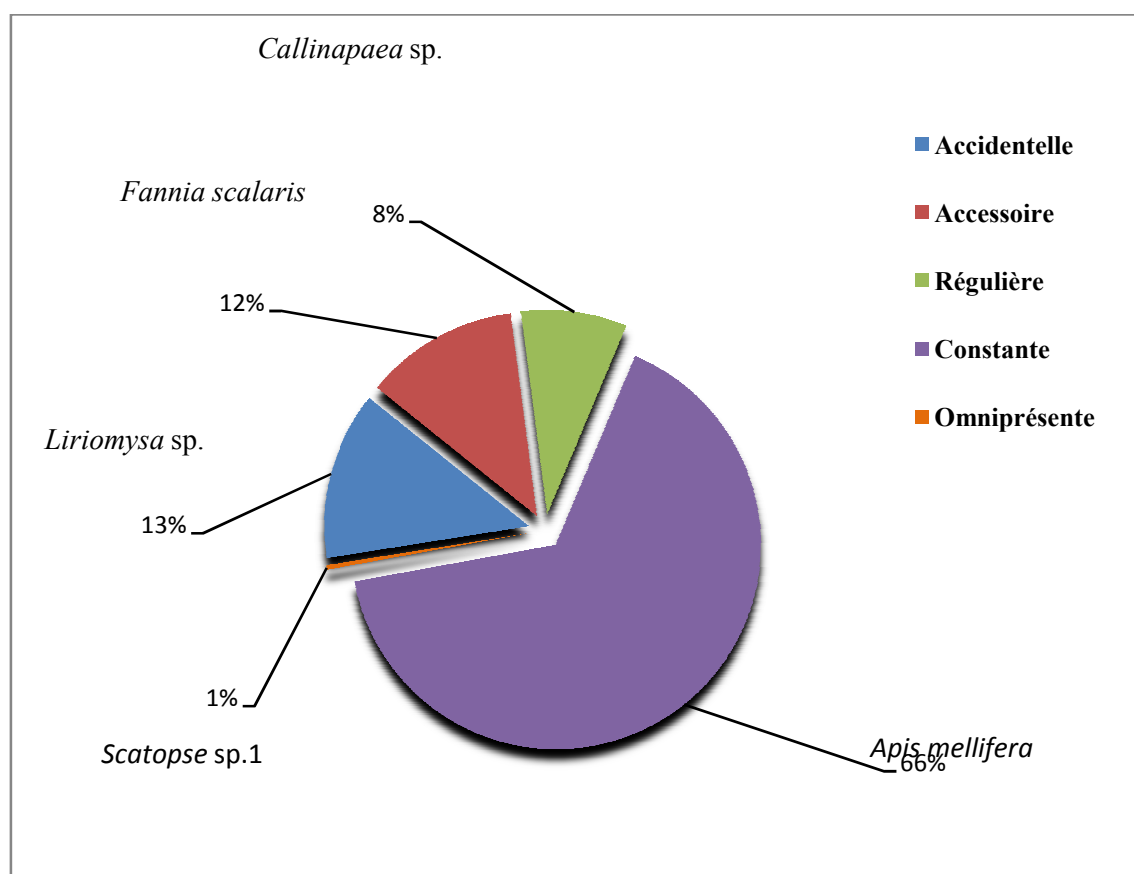


Figure 42: Abondance relative des espèces en fonction de leurs apparitions

### 3.1.3.1.3.- Indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équirépartition des espèces

Les valeurs des indices de la diversité de Shannon-Weaver et de l'équirépartition des espèces attirées par la culture de la tomate sous serre et capturé par grâce aux différents couleurs des pots pièges colorés sont noté dans le tableau 8

**Tableau 8 :** Valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver et de l'équirépartition des espèces capturé durant la période de suivie

Mois	Mars	Avril	Mai
N	307	537	891
S	67	48	97
H' (bits)	4,89	2,61	4,20
H' max (bits)	6,06	5,58	6,59
E	0,81	0,47	0,63

N: Nombre d'individus ; S : Richesse totales

H' : indice de Shannon-Weaver ; H'max :diversité maximale ; E :indice d'équitabilité

Les valeur de l'indice de diversité de Shannon-Weaver des espèces dénombrés dans les pots pièges colorés (jaune, vert et rouge) installé d'une manière hétérogène dans la multichapelle où l'on a cultivé la tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) se situent entre 4,20 à 4,89(bits) pour le mois de Mai et Mars, et de 2,61 (bits) pour le mois d'Avril. Pour ce qui est des valeurs de l'équitabilité, elles sont de 0,81pour le mois de Mars et de 0,63 pour le mois de Mai. Les valeurs trouvées tendent vers 1, par conséquent les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en équilibre entre eux. Par contre pour les espèces capturées dans le mois d'Avril, le niveau de l'équitabilité est bas (E = 0,47), se caractérise par la richesse la plus faible (S = 48 sp.), et par un déséquilibre entre les effectifs des espèces par la présence d'une espèce dominante ( *Myzus* sp. Homoptera ; Aphididae) avec une abondance relative de 39,80%)(Tab.7, 8).

### 3.1.4- Exploitation des données par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C)

La contribution totale des espèces capturées dans chaque moi grâce aux pots pièges colorés (jaune, vert et rouge), est traité par une analyse factorielle des correspondances (A.F.C).

### 3.1.4.1- Analyse factorielle des correspondances pour le mois de Mars

La contribution à l'inertie totale des espèces capturées dans le moi Mars grâce aux pots pièges colorés (jaune, vert et rouge) est égale à 52,91 % pour l'axe F1 et de 47,09 % pour l'axe F2. La somme de ces deux taux est égale à 100 %.

Pour ce qui est de la répartition des pièges en fonction des quadrants, il est à remarquer que le piège rouge se situe dans le premier quadrant. Celle de piège jaune apparaît dans le deuxième quadrant et le piège vert dans le quatrième quadrant. Il est à noter la formation de 4 groupements remarquables désignés par A, B, C et D (Fig.43), selon la répartition des espèces en fonction des quadrants. Le nuage de points A rassemble 9 espèces qui sont omniprésentes, communes aux trois pièges. Ce sont: *Isotomidae* sp.indét. (007), *Psocidae* sp.indét. (015), *Aphis fabae* (016), *Delphax* sp. (018), *Cynipinae* sp.indét. (036), *Callinapaea* sp. (043), *Micromya* sp. (044), *Scatopse* sp1. (046) et *Empis* sp.1(053). Dans le groupement B, 26 espèces n'apparaissent que dans les pièges jaunes. Ce sont *Amaurobiidae* sp.indét. (004), *Gyllulus domesticus* (009), *Thrips* sp.2 (011), *Thrips* sp.3 (012), *Thrips* sp.4 (013), *Delphacinae* sp.indét. (019), *Scymnus interruptus* (024), *Elateridae* sp.indét. (025), *Platistitus* sp. (026), *Aspicerinae* sp.indét. (031), *Lasioglossum* sp.2 (034), *Pompilidae* sp.indét. (037), *Dibrachis* sp. (038), *Euminidae* sp.indét. (039), *Pollistes gallicus* (040), *Fannia canicularis* (050), *Tachydromiien* sp.indét. (054), *Hebotinae* sp.indét. (055), *Hercotomus crysoz* (057), *Helophilus* sp. (058), *Eumerus* sp. (059), *Neosiaa* sp. (060), *Agromyza* sp. (061), *Stratiomyiidae* sp.indét. (062), *Drosophila* sp. (066), *Platyptilia* sp. (067). Le nuage de points C regroupe 10 espèces notées uniquement au piège vert. *Salticidae* sp.indét. (003), *Tetranychidae* sp.indét. (005), *Gamasidae* sp.indét. (006), *Poduridae* sp.indét. (008), *Brachycarenum* sp. (023), *Limaenon* sp. (030), *Ichneumonidae* sp.indét. (032), *Pipunculidae* sp.indét. (051), *Muscna stabulens* (052), *Limonoiidae* sp. indét. (056). Le groupement D englobe 9 espèces vues seulement au piège rouge. Ce sont *Lycosidae* sp.indét. (002), *Aleochara* sp. (027) *Ooctonus* sp. (029), *Leptoconops* sp. (041), *Metrocremus* sp. (045), *Aphiochaeta* sp. (047), *Leptocera* sp. (048) *Calliphora* sp. (063), *Culex* sp. (064).

A la construction de l'axe F1, les pièges qui contribuent le plus est de piège jaune avec 53,02 %. Par contre les pièges vert et rouge interviennent à peine avec 22,48 et 24,5 %.

Pour l'élaboration de l'axe F2, les pièges qui participent fortement sont celles de piège vert avec 49,97 % et de piège rouge avec 49,99 %. Les espèces qui interviennent le plus dans l'édification de l'axe F1 avec un taux de 3,42 % sont *Bradyzia* sp. (042), et *Mycetophilidae* sp.indét. (065).Elles sont accompagnées par *Amaurobiidae* sp.indét. (004) *Gyllulus domesticus* (009), *Thrips* sp.2 (011), *Thrips* sp.3 (012), *Thrips* sp.4 (013), *Delphacinae* sp.indét. (019), *Scymnus interruptus* (024), *Elateridae* sp.indét. (025), *Platistitus* sp. (026), *Aspicerinae* sp.indét. (031),

*Lasioglossum* sp.2 (034), Pompilidae sp.indét. (037), *Dibrachis* sp. (038), Euminidae sp.indét. (039), *Pollistes gallicus* (040), *Fannia canicularis* (050), Tachydromiids sp.indét. (054), Hebotinae sp.indét. (055), *Hercotomus crysoz* (057), *Helophilus* sp. (058), *Eumerus* sp. (059), *Neoasiia* sp. (060), *Agromyza* sp. (061), Stratiomyiidae sp.indét. (062), *Drosophila* sp. (066) et *Platyptilia* sp. (067) avec 2,18 % chacune. Les espèces qui contribuent à la formation de l'axe F2 chacune avec un pourcentage égal à 4,25 % sont Lycosidae sp.indét. (002), *Aleochara* sp. (027), *Ooctonus* sp. (029), *Leptoconops* sp. (041), *Metrocremus* sp. (045), *Aphiochaeta* sp. (047), *Leptocera* sp. (048), *Calliphora* sp. (063) et *Culex* sp. (064).

### 3.1.4.2- Analyse factorielle des correspondances pour le mois d'Avril

La contribution à l'inertie totale des espèces capturées dans le mois d'Avril grâce aux pots pièges colorés (jaune, vert et rouge) est égale à 55,16 % pour l'axe F1 et de 44,84 % pour l'axe F2. La somme de ces deux taux est égale à 100 %.

Pour ce qui est de la répartition des pièges en fonction des quadrants, il est à remarquer que le piège jaune se situe dans le premier quadrant. Celle de piège vert apparaît dans le troisième quadrant et de piège rouge dans le quatrième quadrant. Il est à noter la formation de 4 groupements remarquables désignés par A, B, C et D ce qui concerne la répartition des espèces en fonction des quadrants (Fig. 44). Le nuage de points (A) rassemble 7 espèces qui sont omniprésentes, communes aux trois pièges, *Thrips* sp.1 (003), *Myzus* sp. (005), *Lasioglossum* sp.1 (022), *Scatopse* sp.1 (030) *Leptocera* sp. (033), *Gymnopternus* sp. (039) et *Agromyza* sp. (040). Dans le groupement B, 7 espèces n'apparaissent que dans le piège jaune. Ce sont. *Stegelytrinae* sp.indét. (007), *Daphniidae* sp.indté. (009), *Squalida* sp. (016), *Pleurophorus caesus* (017), *Ichneumonidae* sp.indét. (021), *Aphiochaeta* sp. (032) et *Psychoda* sp. (044). Le nuage de points C regroupe 11 espèces notées uniquement au piège vert. *Linyphiidae* sp. indét. (001), *Aphis fabae*. (004), *Adonia variegata* (010.), *Alticinae* sp.indét. (018), *Cantaris rufa*(019), *Callinapaea* sp. (026), *Muscna stabulens* (034), *Hercotomus crysoz* (037), *Mycetophilidae* sp.indét. (042), *Caliphora erythrocephala* (045), *Peris brassicae* (048).Le groupement D englobe 12 espèces vues seulement au piège rouge. Ce sont *Agallia* sp. (008), *Xantolinus* sp. (012), *Trachystroglodytes* sp. (013), *Buprestidae* sp.indét.(014), *Metrocremus* sp. (028), *Chironomus* sp. (029), *Scatopse* sp.2 (031), *Fannia scalaris* (035), *Hercotomus cupreus* (038), *Culex* sp. (041) *Tipulidae* sp.indét. (046) et *Rhagio* sp.(047).

A la construction de l'axe F1, les pièges qui contribuent le plus est le piège vert avec 61,34 %. Suivi par le piège rouge qui intervient avec 36,34 %. Pour l'élaboration de l'axe F2, les pièges qui participent fortement sont celles des pièges jaunes avec 63,67 % et des pièges rouges avec 26,58 %. Les espèces qui interviennent le plus dans l'édification de l'axe F1 avec un taux de

4,80 % sont Linyphiidae sp. indé. (001), *Aphis fabae* (004), *Adonia variegata* (010), Alticinae sp. indé. (018), *Cantaris rufa* (019), *Callinapaea* sp. (026), *Muscna stabulens* (034), *Hercotomus crysoz* (037), Mycetophilidae sp. indé. (042), *Caliphora erythrocephala* (045) et *Peris brassicae* (048) chacune. Les espèces qui contribuent à la formation de l'axe F2 chacune avec un pourcentage égal à 7,10 % sont Stegelytrinae sp. indé. (007), Daphniidae sp. indé. (009), *Squalida* sp. (016), *Pleurophorus caesus* (017), Ichneumonidae sp. indé. (021), *Aphiochaeta* sp. (032) et *Psychoda* sp. (044).

### 3.1.4.3 - Analyse factorielle des correspondances pour le mois de Mai

La contribution à l'inertie totale des espèces capturées dans le moi AVRIL grâce aux pièges colorés est égale à 53,5 % pour l'axe F1 et de 46,5 % pour l'axe F2. La somme de ces deux taux est égale à 100 %.

Pour ce qui est de la répartition des pièges en fonction des quadrants, il est à remarquer que le piège vert se situe dans le premier quadrant. Celle de piège jaune apparaît dans le deuxième quadrant et de piège rouge dans le quatrième quadrant. Il est à noter la formation de 4 groupements remarquables désignés par A, B, C et D (Fig.45) Pour ce qui concerne la répartition des espèces en fonction des quadrants.

Le nuage de points A rassemble 19 espèces qui sont omniprésentes, communes aux trois pièges. Ce sont Isotomidae sp. indé. (007), Poduridae sp. indé. (008), *Gyllulus domesticus* (009), *Pezottetix giornae* (010), *Thrips* sp.1 (011), *Aphis fabae* (013), *Myzus* sp. (014), Aphididae sp. indé.2 (017), *Atheta* sp. (038), *Tapinoma nigerrimum* (053), *Lonostigmus* sp. (060), Ichneumonidae sp. indé. (061), *Apis mellifera* (064), *Bradyzia* sp. (075), *Scatopse* sp.1 (079), *Leptocera* sp. (081), *Gymnopternus* sp. (085), *Agromyza* sp. (086), Mycetophilidae sp. indé. (089). Dans le groupement B, 26 espèces n'apparaissent que dans les pièges jaunes. Ce sont Linyphiidae sp. indé. (001), Aphididae sp. ind.1 (016), Chermesinae sp. indé. (021), *Agallia* sp. (023), *Psylla mali* (024), *Issus* sp. (026), *Cixus* sp. (027), *Aleurodes* sp. (028), *Brachycarenum* sp. (029), *Stictopleurus* sp. (031), *Anthocoris* sp. (032), *Scymnus interruptus* (034), Coccinellidae sp. indé. (035), *Chilocorus* sp. (036), *Psylloides* sp. (045), *Trichodes* sp. (050), *Sitona* sp. (051), Mymarinae sp. indé. (057), *Lygocerus* sp. (058), *Hypoconera* sp. (059), *Halictus* sp. (063), Pompilidae sp. indé. (065), Chalcidae sp. indé. (067), *Aphiochaeta* sp. (080), Hebotinae sp. indé. (084), *Liriomyza* sp. (087), *Delia* sp. (095). Le nuage de points C regroupe 15 espèces notées uniquement dans les pièges verts. Gamasidae sp. indé. (006), *Delphax* sp. (018), Stegelytrinae sp. indé. (022), *Liorhysus* sp. (030), *Lathrobium* sp. (039), *Buprestis octoguttata* (043), *Psylloides* sp. (045), *Oedemera* sp. (048), *Mordella* sp. (049), *Tetramorium semilaeva* (054), Eupelminae sp. indé. (068), Braconidae sp. indé. (069), *Eucera* sp. (073), *Fannia scalaris* (082), *Calliphora*

sp. (088). Le groupement D englobe 22 espèces vues seulement au niveau des pièges rouges. Ce sont Gnaphocidae sp2.indét. (004), Thomicidae sp.indét. (005), Aeolothripidae sp.indét.(012), *Macrosiphum* sp. (015), Delphacinae sp.indét.(019), Psyllidae sp.indét.(025), *Scopaeus* sp.(040), *Trechus* sp. (041), *Anotylus* sp.(042), *Lasius* sp. (055), *Ooctonus* sp.(056), *Podagrion* sp. (066), *Aphidius* sp.(070), *Pollistes gallicus*(071), Bethylidae sp.indét.(072), *Leptoconops* sp. (074), *Callinapaea* sp. (076), *Criktopus annulator* (078), *Pharaenoides* sp. (090), *sarcophaga* sp.(091), *Anamalochaeta* sp.(092), *Sepsis* sp. (096).

A la construction de l'axe F1, les pièges qui contribuent le plus est le piège jaune avec 56,44 %. Suivi par du rouge avec 40,94 %. Pour l'élaboration de l'axe F2, les pièges qui participent fortement sont celles du piège vert avec 68,58 %. Les espèces qui interviennent le plus dans l'édification de l'axe F1 avec un taux de 1,92 % sont Linyphiidae sp. indét.(001) , Aphididae sp.indét.(016) , Chermesinae sp.indét.(021), *Agallia* sp.(023), *Psylla mali* (024), *Issus* sp.(026), *Cixus* sp.(027), *Aleurodes* sp.(028), *Brachycarenum* sp.(029), *Stictopleurus* sp.(031), *Anthocoris* sp.(032), *Scymnus interruptus*(034), Coccinellidae sp.ind.(035), *Chilocorus* sp.(036), *Psylloides* sp(045), *Trichodes* sp.(050), *Sitona* sp.(051), Mymarinae sp.indét.(057), *Lygocerus* sp.(058), *Hypoponera* sp.(059), *Halictus* sp.(063), Pompilidae sp.indét.(065) Chalcidae sp.indét.(067), *Aphiochaeta* sp.(080), Hebotinae sp.indét.(084), *Liriomyza* sp(087), *Delia* sp.(095) chacune .Les espèces qui contribuent à la formation de l'axe F2 chacune avec un pourcentage égal à 3,46 % sont Gamasidae sp.indét.(006), *Delphax* sp.(018), Stegelytrinae sp.indét.(022), *Liorhysus* sp.(030), *Lathrobium* sp.(039), *Buprestis octoguttata*(043), *Asiolestia* sp.(046), *Oedemera* sp.(048), *Mordella* sp.(049), *Tetramorium semilaeva*(054), Eupelminae sp.ind.(068), Braconidae sp.indét.69, *Eucera* sp.(073), *Fannia scalaris*(082) , *Calliphora* sp.(088).

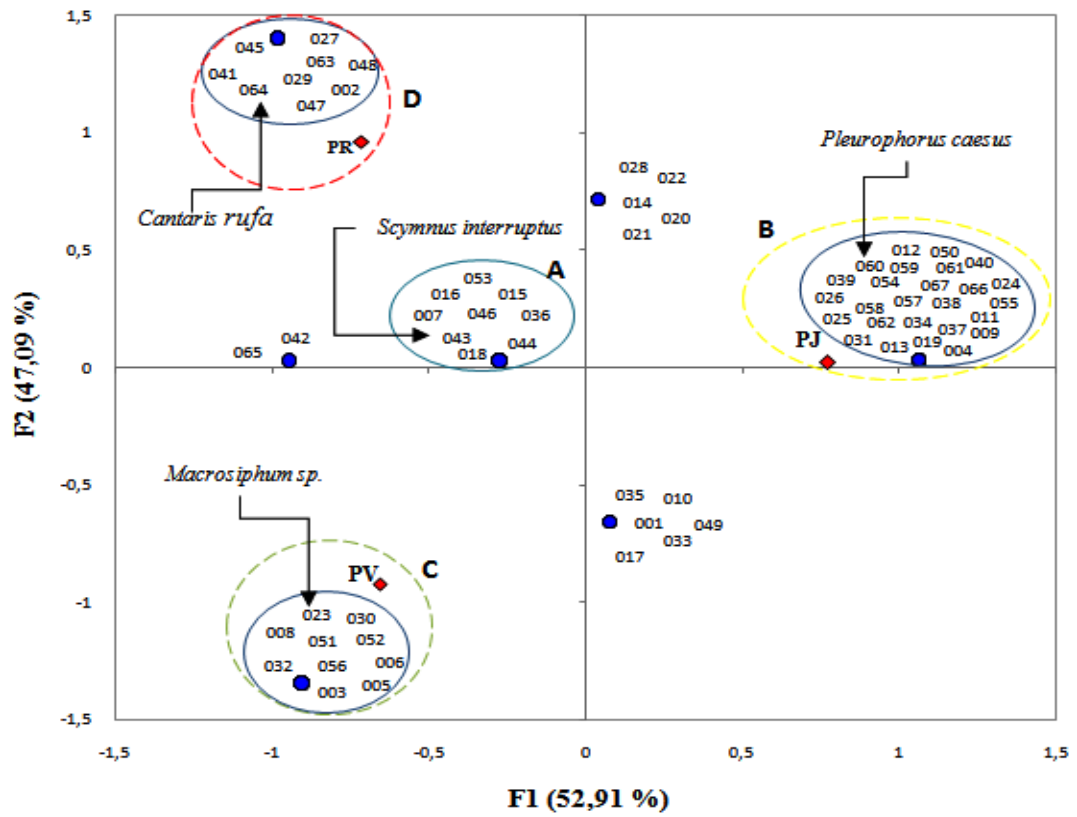


Figure 43 : Répartition des espèces dans les pots pièges colorés dans le moi de Mars sur une carte factorielle (axes F1,F2)

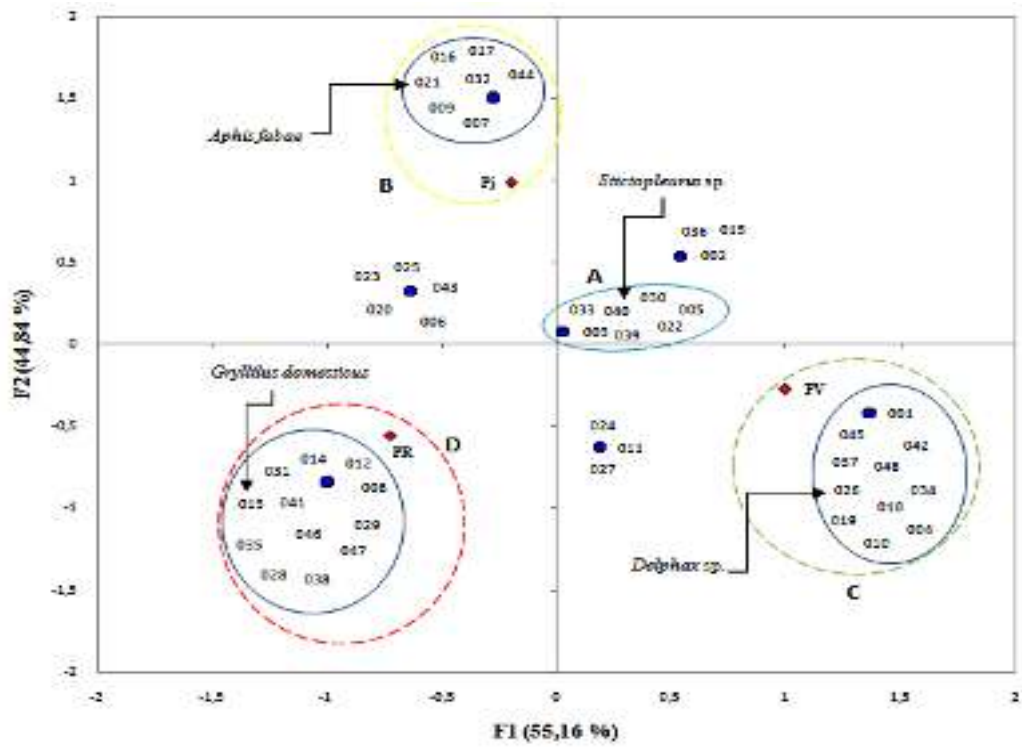
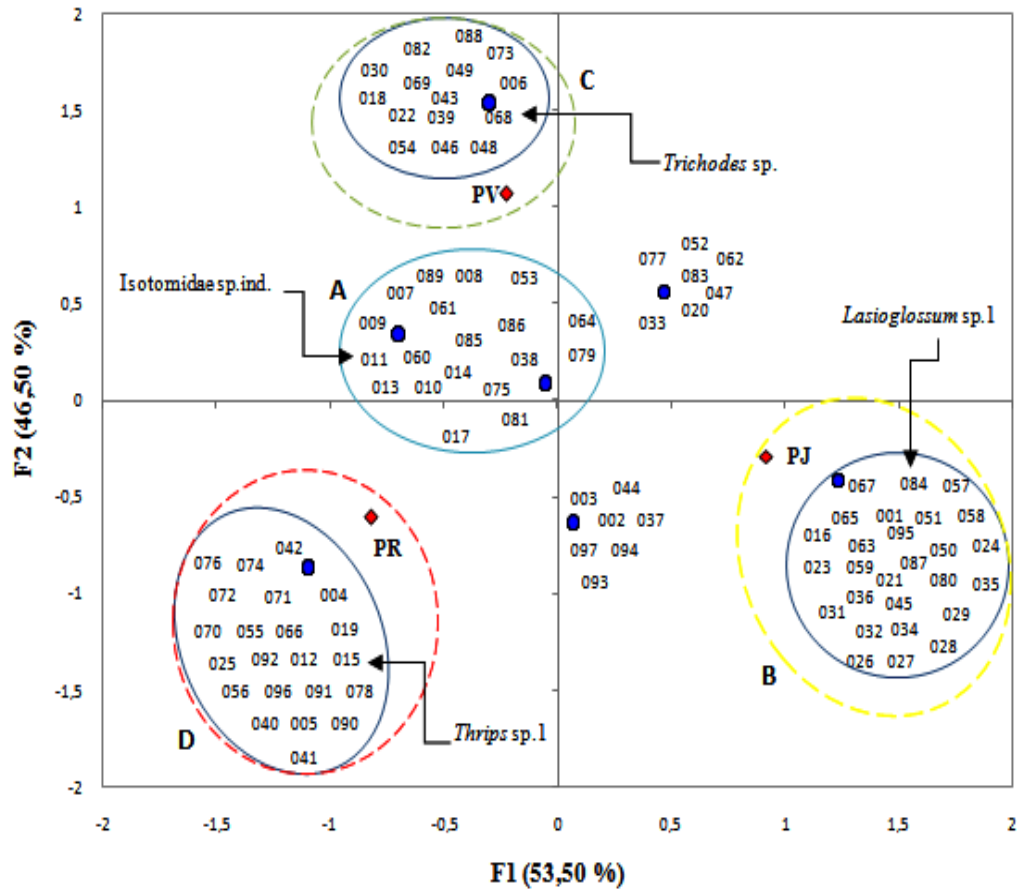


Figure 44: Répartition des espèces dans les pots pièges colorés dans le moi d'Avril sur une carte factorielle (axes F1, F2)



**Figure 45 :** Répartition des espèces dans les pots pièges colorés dans le moi de Mai sur une carte factorielle (axes F1, F2).

### 3.1.5- Résultats portant sur l'entomofaune piégés dans la serre de tomate durant la période d'étude.

Les résultats du piégeage d'espèces inféodées à la culture de tomate sous serre dans la région de Bougara wilaya de Blida, à l'aide des pots colorés en plastiques (jaune, vert et rouge ), sont consignés dans le tableau 9, (Annexe 6).



**Tableau 9:** Présence /absence des espèces inventoriées dans les pots pièges colorés durant les trois mois d'étude.

Mois d'échantillonnage			Mars			Avril			Mai		
Couleurs de pièges			PJ	PV	PR	PJ	PV	PR	PJ	PV	PR
Ordre	Familles	Espèces									
Aranea	Linyphiidae	Linyphiidae sp. indé.	+	+	-	-	+	-	+	-	-
		<i>Tapinopa</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	+
	Lycosidae	Lycosidae sp. indé.	-	-	+	-	-	-	-	-	-
	Salticidae	Salticidae sp. indé.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Amaurobiidae	Amaurobiidae sp. indé.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gnaphocidae	Gnaphocidae sp1. indé.	-	-	-	-	-	-	+	-	+
		Gnaphocidae sp2. indé.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Thomicidae	Thomicidae sp. indé.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
Acari	Tetranychidae	Tetranychidae sp. indé.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Gamasidae	Gamasidae sp. indé.	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Collembola	Isotomidae	Isotomidae sp. indé.	+	+	+	+	+	-	-	++	+
	Poduridae	Poduridae sp. indé.	-	-	-	-	-	-	-	++	+
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gyllulus domesticus</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	+
	Acrididae	<i>Pezottetix giornae</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Tysanoptera	Thripidae	<i>Thrips</i> sp.1	+	+	-	+	+	+	+	+	+
		<i>Thrips</i> sp.2	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Thrips</i> sp.3	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Thrips</i> sp.4	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aeolothripidae	Aeolothripidae sp. indé.	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Psocoptera	Psocidae	Psocidae sp. indé.	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	+	+	+	-	+	-	+++	++	+
		<i>Myzus</i> sp.	++	++	-	+++	+++	+++	+++	+++	+++
		Macrosiphum sp.	-	-	-	+	-	+	-	-	+
		Aphididae sp. indé. 1	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		Aphididae sp. indé. 2	-	-	-	+	-	-	++	+++	++
	Fulgoridae	<i>Delphax</i> sp.	+	+	+	+	-	-	-	+	-
		Delphacinae sp. indé.	+	-	-	-	-	-	-	-	+
		Fulgoridae sp. indé.	-	-	-	-	-	-	+	+	-
		Chermesinae sp. indé.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Cicadellidae	Stegelytrinae sp. indé.	+	-	+	-	-	-	-	+	-
		<i>Agallia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Psyllidae	<i>Psylla mali</i>	+	-	+	-	-	+	+	-	-
		Psyllidae sp. indé.	+	-	+	-	-	-	-	-	+
Daphniidae	Daphniidae sp. indé.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	

	Issidae	<i>Issus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Cixiidae	<i>Cixus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Aleurodidae	<i>Aleurodes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Hemiptera	Rhopalidae	<i>Brachycarenum</i> sp.	-	+	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Liorhysus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
		<i>Stictopleurus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Lygaeidae	<i>Nysius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	-
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus interruptus</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Adonia variegata</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
		Coccinellidae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Chilocorus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Elateridae	Elateridae sp.indét.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Staphylinidae	<i>Platystethus nodifrons</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	+
		<i>Aleochara</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-
		<i>Atheta</i> sp.	-	-	-	-	+	++	+	+	+
		<i>Xantolinus</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
		<i>Trachystroglodytes</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	+	-
		<i>Lathrobium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
		<i>Scopaeus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		<i>Trechus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	<i>Anotylus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
	Buprestidae	<i>Buprestis octoguttata</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-
	Cetoniidae	<i>Tropinata</i> sp.	-	-	-	+	+	-	-	-	-
		<i>Squalida</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	Scarabaeidae	<i>Pleurophorus caesus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	Chrysomilidae	Halticinae sp.indét.	-	-	-	+	-	-	+	-	+
		<i>Psylloides</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Asiolestia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Cantharidae	<i>Cantarisis rufa</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	Carabidae	<i>Calathus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	+	-
	Oedemeridae	<i>Oedemera</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Mordillidae	<i>Mordella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
	Cleridae	<i>Trichodes</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Curculionidae	<i>Sitona</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Hymenoptera	Fourmicidae	<i>Cataglyphis viatica</i>	+	-	+	+	-	+	+	+	-
		<i>Tapinoma nigerrimum</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+
		<i>Tetramorium semilaeva</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-
		<i>Lasius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Proctotrypidae	<i>Ooconus</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	+

		<i>Limaenon</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
		Mymarinae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Lygocerus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		Diapriinae sp.indét.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
		Teleosiniens sp.indét.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
		Aspicerinae sp.indét.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Hypoponera</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Lonostigmus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Ichneumonidae	Ichneumonidae sp.indét.	-	+	-	-	-	-	-	+	+
	Halictidae	<i>Lasioglossum</i> sp.1	++	+	-	+	+	+	+	+	-
		<i>Lasioglossum</i> sp.2	+	-	-	+	-	-	-	-	-
		<i>Halictus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	+	+	-	+	-	+	+	+	+
	Cynipidae	Cynipinae sp.indét.	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	Pompilidae	Pompilidae sp.indét.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chalcidae	<i>Dibrachis</i> sp.	+	-	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Podagrion</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
		Chalcidae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
		Eupelminae sp.indét.	+	-	-	-	-	-	-	+	-
	Euminidae	Euminidae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Braconidae	Braconidae sp.indét.	-	-	-	-	+	+	-	+	-
		<i>Aphidius</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Vespidae	<i>Pollistes gallicus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	Bethylidae	Bethylidae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Anthophoridae	<i>Eucera</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Diptera	Ceratopogonidae	<i>Leptoconops</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	+
	Sciaridae	<i>Bradyzia</i> sp.	-	+	+	+	-	+	+	++	+
	Ephydriidae	<i>Callinapaea</i> sp.	+	+	++	-	+	-	-	-	+
	Cecidomyiidae	<i>Micromya</i> sp.	+	+	+	-	+	-	+	+	-
	Chironomidae	<i>Metrocremus</i> sp.	-	-	+	-	-	+	-	-	-
		<i>Chironomus</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
		<i>Crictopus annulator</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Scatopcidae	<i>Scatopse</i> sp.1	+	++	+	+	+	++	+	++	++
		<i>Scatopse</i> sp.2	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Phoridae	<i>Aphiochaeta</i> sp.	-	-	+	+	-	-	+	-	-
	Sphaeroceridae	<i>Leptocera</i> sp.	-	-	+	+	+	++	+	+	++
		<i>Muscna stabulens</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	Fanniidae	<i>Fannia scalaris</i>	+	+	-	-	-	+	-	+	-
		<i>Fannia canicularis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pipunculidae	Pipunculidae sp.indét.	-	+	-	-	-	-	-	-	-

	Muscidae	<i>Musca</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Empididae	<i>Empis</i> sp.1	+	+	+	+	+	-	+	+	-
		Tachydromiids sp.indét.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		Hebotinae sp.indét.	+	-	-	-	-	-	+	-	-
		Limonoiidae sp. indét.	-	+	-	-	-	-	-	-	-
	Dolicoptidae	<i>Hercotomus crysoz</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	-
		<i>Hercotomus cupreus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-
		<i>Helophilus</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Gymnopternus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Syrphidae	<i>Eumerus</i> sp.	+	-	-	+	+	+	-	-	-
		<i>Neoasia</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Agromyzidae	<i>Agromyza</i> sp.	+	-	-	+	+	+	+	+	+
		<i>Liriomyza</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Stratiomyiidae	Stratiomyiidae sp.indét.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Calliphoridae	<i>Calliphora</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	+	-
		<i>Calliphora erythrocephala</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-
	Culicidae	<i>Culex</i> sp.	-	-	+	-	-	+	-	-	-
	Mycetophilidae	Mycetophilidae sp.indét.	-	+	+	-	+	-	-	+	-
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	Psychodidae	<i>Pharaenoides</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	+
		<i>Psychoda</i> sp.	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	Tipulidae	Tipulidae sp.indét.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Rhagiolidae	<i>Rhagio</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Opomyzidae	<i>Anamalochaeta</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Tachinidae	<i>Dexia rustica</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+
	Chloropidae	Chloropidae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	+	-	+
	Anthomyiidae	<i>Delia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-
	Sepsidae	<i>Sepsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Lepidoptera	Momphidae	Momphidae sp.indét.	-	-	-	-	-	-	+	-	+
	Pieridae	<i>Peris brassicae</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-
	Pterophoridae	<i>Platyptilia</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-	-

(indét.) : espèce indéterminé ; PJ : piège jaune ; PV : piège vert ; PR : piège rouge.

(-) aucun individu ; (+) de 0 à 15 individus ;(++) de 16 à 50 individus ;(+++) > 50 individus.



*Ichneumeunid sp.*



*Limaenon sp.*



Opomyzidae



Cynipidae



*Pleurophorus sp.*



Rhopalidae



Thripidae



*Psylloides sp.*



*Trichodes sp.*



Sciaridae



*Tapinoma simrouthi*



Scatopcidae



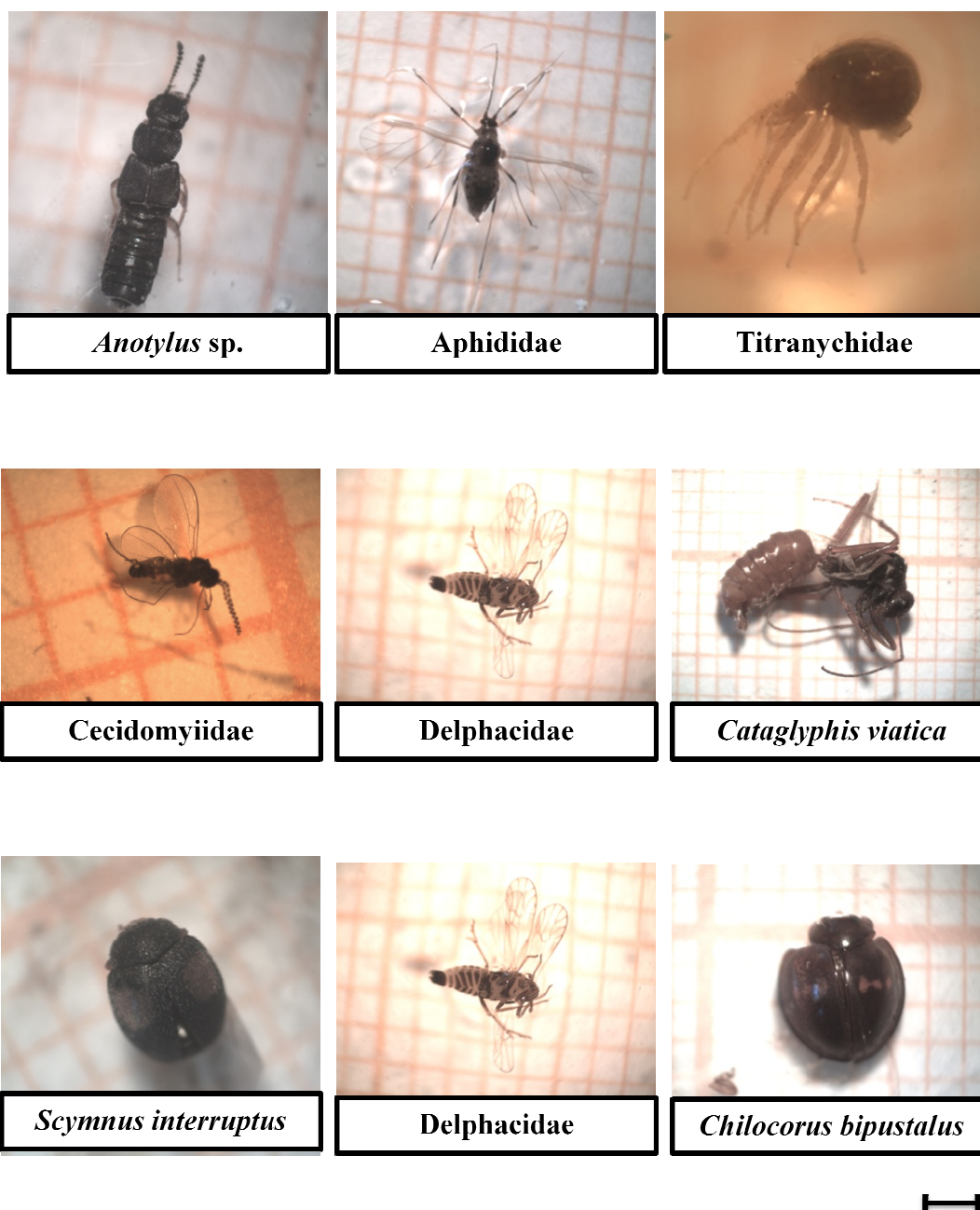
*Aethiessa floralis*



*Agromyza sp.*



Aelothrypidae



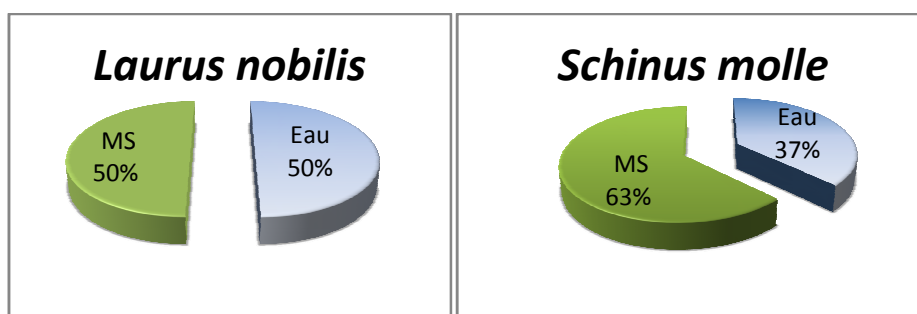
**Figure 46** : Quelques espèces dénombrées sur la culture de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (barre = 1mm) (Originale, 2014).

### 3.2-Résultats de l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux des feuilles du Laurier noble (*Laurus nobilis* L.) et du faux poivrier (*Schinus molle* L.)

#### 3.2.1-Détermination de la teneur en eau

Les valeurs de la teneur en eau des deux espèces végétales sont représentées par la figure (Fig. 47).

Les valeurs trouvées montrent que la teneur en eau la plus élevée est enregistrée chez le laurier noble (50%) comparée à celle du faux poivrier qui est de (37%).



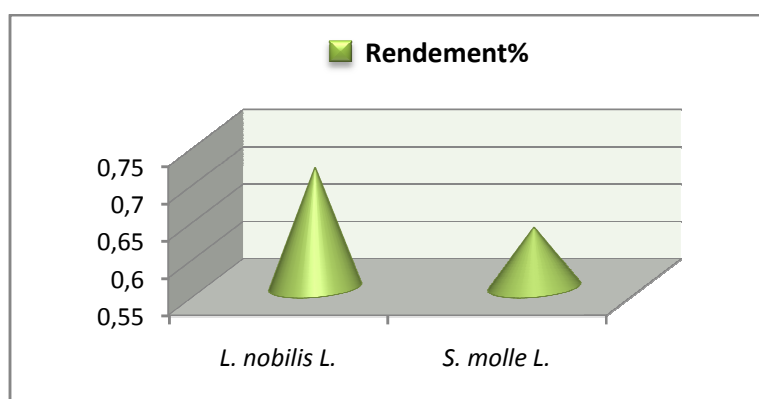
**Figure 47:** Teneur en eau des feuilles de deux espèces végétales étudiées.

(MS : matière sèche)

#### 3.2.2-Calcul de rendement en huile essentielle

A partir de la matière sèche, l'évaluation du rendement en huile essentielle des feuilles des espèces végétales choisies révèle les taux rassemblés dans la figure 48.

Les résultats montrent que le rendement le plus élevé est enregistré chez *Laurus nobilis* avec un taux de (0,71%), comparé à celui de *Schinus molle* qui est de (0,63%).



**Figure 48:** Rendement en huile essentielle de *Laurus nobilis* et de *Schinus molle*.

### 3.2.3-Composition chimique des Huiles essentielles des feuilles du laurier (*Laurus nobilis*) et du faux poivrier (*Schinus molle*)

Les résultats de notre étude sur la composition chimique de l'huile essentielle) sont rassemblés dans les tableaux (Tab.10, Tab.11)

#### a-Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles du Laurier noble (*Laurus nobilis* L.)

L'analyse effectuée par chromatographie phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CPG/SM) de l'huile essentielle extraite des feuilles du laurier au mois de décembre a permis d'identifier seulement 05 composés avec un taux de 76,38 % de la composition chimique globale (Tab.10)

**Tableau 10** : Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Laurus nobilis* L.

Tr (min)	Composés	Composition %
7,6	Eucalyptol (1,8-cineol)	33,3
9,4	Linalool	11,97
12,1	Terpineol	4,35
17,1	Acetate de terpeneol	17,05
18,8	Veratrole (Isoeugenol methyl ether)	9,98

Tr (min) : Temps de rétention

L'huile essentielle des feuilles de laurier noble (*Laurus nobilis* L.) est composé essentiellement d'eucalyptol (1,8-cineol) avec un pourcentage de 33,3%, de Linalool (11,97%), d'acetate de terpeneol (17,05%), de Veratrole (Isoeugenol methyl ether) (9,98%), et du Terpeneol avec 4,35 %

#### b- Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles du faux poivrier (*Schinus molle* L.)

L'analyse de l'huile essentielle extraite des feuilles du faux poivrier au mois de décembre par chromatographie phase gazeuse couplée à la spectrométries de masse a révélé uniquement la présence de 11 composés de *Schinus molle* soit un taux de 76,60% de la composition chimique globale (Tab.11)



**Tableau 11** : Composition chimique de l'huile essentielle des feuilles de *Schinus molle* L.

Tr (min)	Composés	Composition %
7,0	$\alpha$ -Phellandrene	7,78
18,6	Elixene	3,95
21,4	D-Germacrene	7,44
23,0	Eremophilene	8,80
23,6	Elemol	5,41
24,3	Ledol	8,69
24,7	Cis, $\alpha$ -dihydrocopaen-8-ol	3,04
25,6	$\alpha$ -Cadinol	4,51
26,1	$\epsilon$ -Cadinol	7,33
26,6	$\epsilon$ -Muruulol	3,38
27,5	Carotol	15,91

Tr (min) : Temps de rétention

L'huile essentielle des feuilles de faux poivrier (*Schinus molle* L.) est composé de Carotol (15,91%) qui est le composé majoritaire, d'  $\alpha$ -Phellandrene (7,78%), d' Elixene ( 3,95%) D-Germacrene (7,44%), Eremophilene (8,80%)Elemol (5,41%) Ledol(8,69%)  $\alpha$ -Cadinol(4,51%)  $\epsilon$ -Cadinol(7,33%)  $\epsilon$ -Muruulol Cis,  $\alpha$ -dihydrocopaen-8-ol (3,04%)

### 3.2.4-Caractéristiques organoleptiques

L'huile essentielle extraite des feuilles du *L. nobilis* est un liquide mobile de couleur jaune très pale , d'une odeur épicé à fond d'eucalyptus, comparée a celle extraite des feuilles du *S. molle qui* est plus mobile , d'une couleur jaune claire, avec une odeur poivrée (Tab.12, Fig.49).

**Tableau 12:** Caractéristiques organoleptique des huiles essentielles des feuilles du laurier

Noble (*Laurus nobilis*) et le faux poivrier (*Schinus molle*)

Caractéristique organoleptique	Huile essentielle du Laurier noble ( <i>L. nobilis</i> )	Huile essentielle du Faux poivrier ( <i>S. molle</i> )
Aspect	Liquide mobile	Liquide mobile
Odeur	Epicé à fond d'eucalyptus	Poivre
couleur	Jaune très pale	Jaune clair

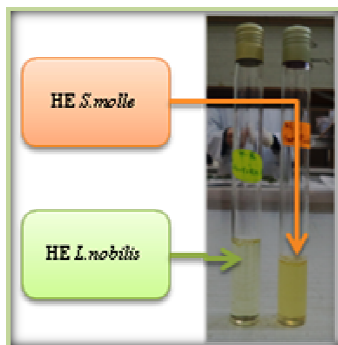


Figure 49: Huiles essentielles obtenues (Originale, 2014)

### 3.2.5. Évaluation de l'activité insecticide des l'huiles essentielles et des extraits

#### aqueux du *Laurus nobilis* et *Schinus molle*

La fluctuation des populations résiduelles des stades larvaires de *Tuta absoluta*, a été évaluée sous l'effet des traitements à base des l'huiles essentielles et des extraits aqueux du laurier noble *Laurus nobilis* et du faux poivrier *Schinus molle*.

#### 3.2.5.1-Evolution temporelle de l'activité bio insecticide des deux huiles essentielles et des extraits aqueux vis-à-vis les larves de *Tuta absoluta*

Les populations résiduelles sont estimées à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement. Une projection a été réalisée en faisant ressortir la fluctuation des populations résiduelles en fonction du temps, des matières actives et des doses d'applications (fig ,).

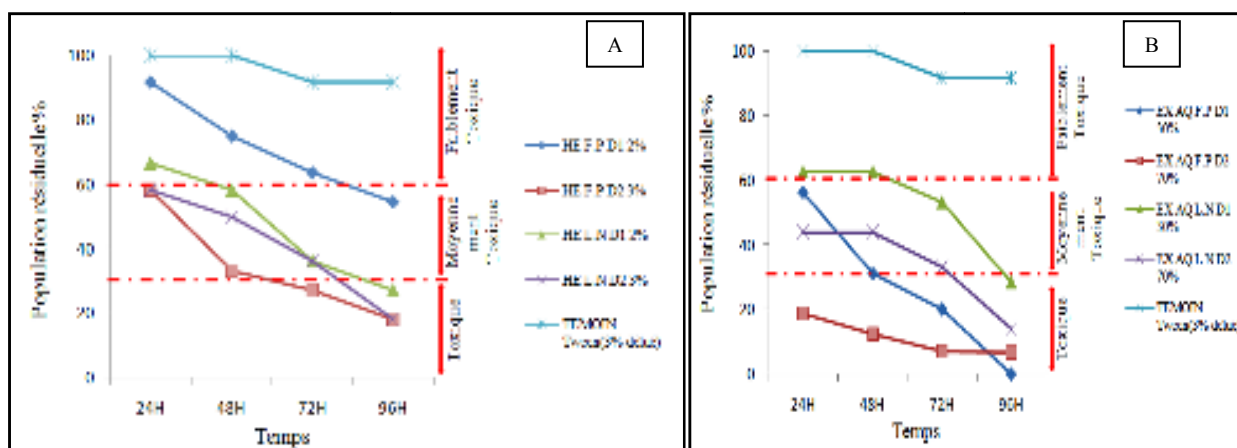


Figure 50 : Évolution temporelle des populations résiduelles de *Tuta absoluta* sous l'effet des traitements à base des huiles essentielles(A), et des extraits aqueux (B),du Laurier noble (*Laurus nobilis*) et du faux poivrier (*Schinus molle*).

D'après la figure 50., L'évolution temporelle des populations résiduelles montre un effet progressif de doses utilisées pour les différents traitements étalée sur une période de 24heures à 96 heures.

Au début de l'application de la première dose D1 (HE F.P. à 2%) de l'huile essentielle du faux poivrier a montré une faible toxicité, devenue moyenne après 72h, alors que la dose D2 (HE F.P. à 3%) est moyennement toxique les premières 48h, et atteint une forte toxicité après 72h. Pour l'huile essentielle du laurier noble, la dose D1 (HE L.N. à 2%) a montrée une faible toxicité au début de l'applications, après 48h la dose D1a atteint une même toxicité moyenne que la dose D2 (HE L.N. à 3%), et après 96 heures de traitement les deux doses D1 et D2 ont atteint Leur forte toxicité.

De même, les extraits aqueux du laurier noble appliqué, à la dose D1 (Ex. Aq. L.N. à 30%) ont montré une faible toxicité au début du traitement et deviennent moyennement toxique au même titre que la dose D2 (Ex. Aq. L.N.à 70%), pour atteindre une forte toxicité à la fin de l'essai (96H). Quant à l'application des extraits aqueux du faux poivrier, la dose D1 (Ex. Aq. F.P. à 30%), a révélé une toxicité moyenne durée 24heures a 48 heure de l'application, comparée a la dose D2 (Ex. Aq. F.P. à 70%) qui était d'une forte toxicité pendant toute la durée du suivi.

Le Témoin (Tween 3% dilué) présente un taux de population résiduelle proche de 100% ( $95 < PR < 100\%$ ) donc son effet est neutre.

### **3.2.5.2-Etude de l'efficacité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux par le modèle général linéaire (G.L.M.)**

Pour déterminer la variation temporelle de la structuration des populations résiduelles en fonction des doses des huiles essentielles et des extraits aqueux, nous avons utilisé le modèle général linéaire (G.L.M.). En effet ce modèle permet d'étudier l'effet strict et individuel des différents facteurs sans faire intervenir les interactions entre les facteurs.

#### **3.2.5.2.1-Activité insecticide du l'huile essentielle du *Schinus molle***

Le tableau 13 ci-dessus, indique que la nature du traitement, et les facteurs doses ont montré un effet hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles avec les valeurs respectives (F-ratio=2.205;  $p=0.007$ ;  $p < 0,05$ ) et (F-ratio=51.033;  $p=0,000$ ;  $p < 0,001$ ). Ainsi, la période d'application révèle l'existence d'une différence significative des taux de populations résiduelles (F-ratio= 8.427 ;  $p=0.014$  ;  $P \geq 0,01$ ).

**Tableau 13:** Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base du l’huile essentielle du

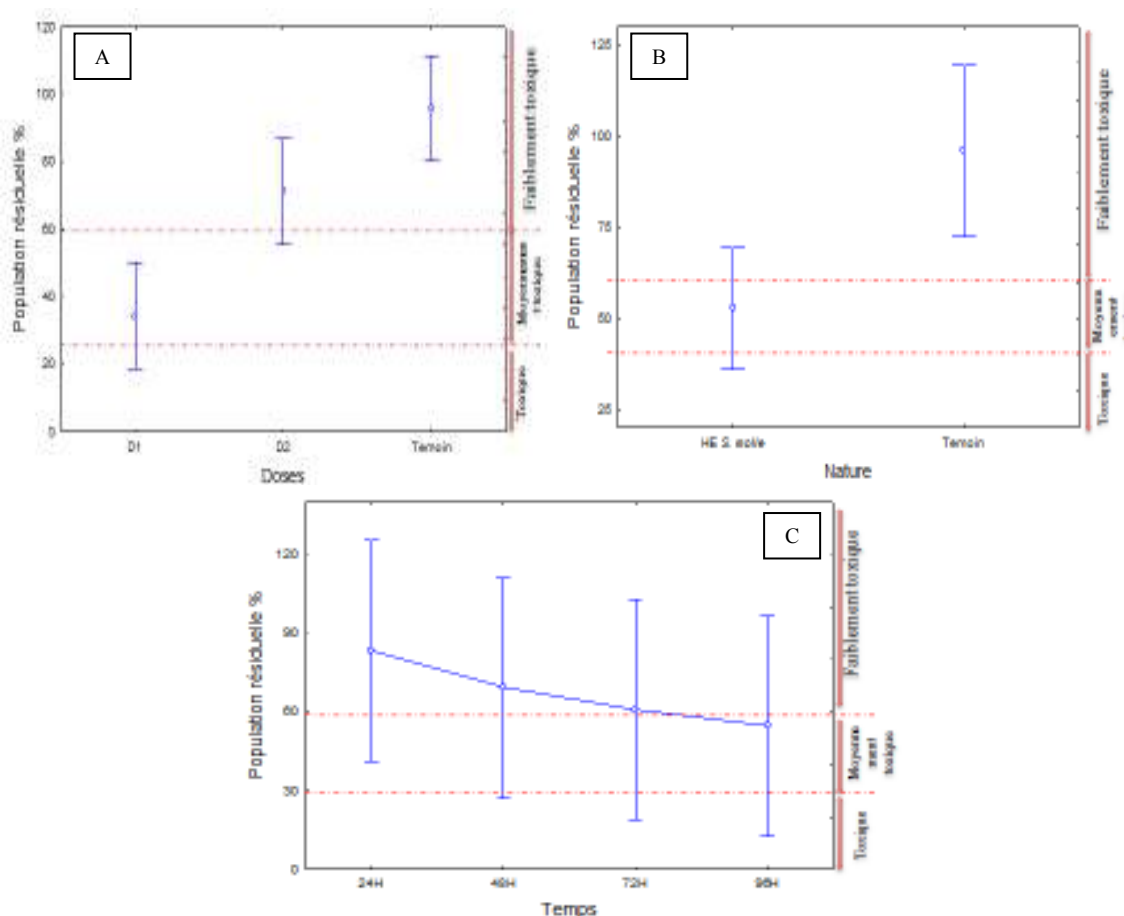
*Schinus molle* sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta*.

Source	Somme des carrés	DLL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Nature	121,500	1	121.500	2.205	0.007***
Doses	2812.500	1	2812.500	51.033	0.000***
Temps	1393.333	3	464.444	8.427	0.014**
Erreur	330.667	6	55.111	-	-

N.S.: non significative, \* : Probabilité significative à 5 % ; \*\* : Probabilité significative à 1 % ;

\*\*\* : Probabilité significative à 0,1 %.

L’huile essentielle du faux poivrier (*Schinus molle*) se révèle moyennement toxique vis-à-vis des populations résiduelles de *Tuta absoluta* (30%<PR%<60%) L’ensemble des résultats d’analyses est représenté par la dans la Figure



**Figure 51 :** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tuta absoluta* sous l’effet de l’huile essentielle du faux poivrier (*Schinus molle*) (A: produits, B: doses, C: périodes).

Sur la base du test de DUNNETT, les résultats de l'effet comparé des différentes doses montrent que l'huile essentielle appliquée à la dose D1 (H.E F.P. à 2%) est moyennement toxique ( $10\% < PR\% < 30\%$ ), par rapport à la dose D2 (H.E F.P. à 3%) que se révèle faiblement toxique ( $30\% < PR\% < 60\%$ ). (Fig. 51.A.B).

Les résultats mettent nettement en évidence l'importance du facteur temps sur l'efficacité des différents traitements utilisés. En effet les applications des différentes doses présentent une toxicité moyenne sur les populations résiduelles ( $60\% < PR\% < 90\%$ ) dès les 24h, avec une évolution de la toxicité à partir de 72 heure de traitement ( $40\% < PR \leq 60\%$ ) (Fig.51.C).

L'interaction des facteurs doses et périodes après traitements nous révèle une efficacité progressive dans le temps allant de faible toxicité vers la toxicité moyenne. Cette approche est confirmée par le test de l'analyse de la variance type ANOVA où la différence est significative (F-ratio= 8.427 ;  $p=0.014$  ;  $P \geq 0,01$ ) (Tab. 13).

### 3.2.5.2.2- Activité insecticide du l'huile essentielle du *Laurus nobilis*

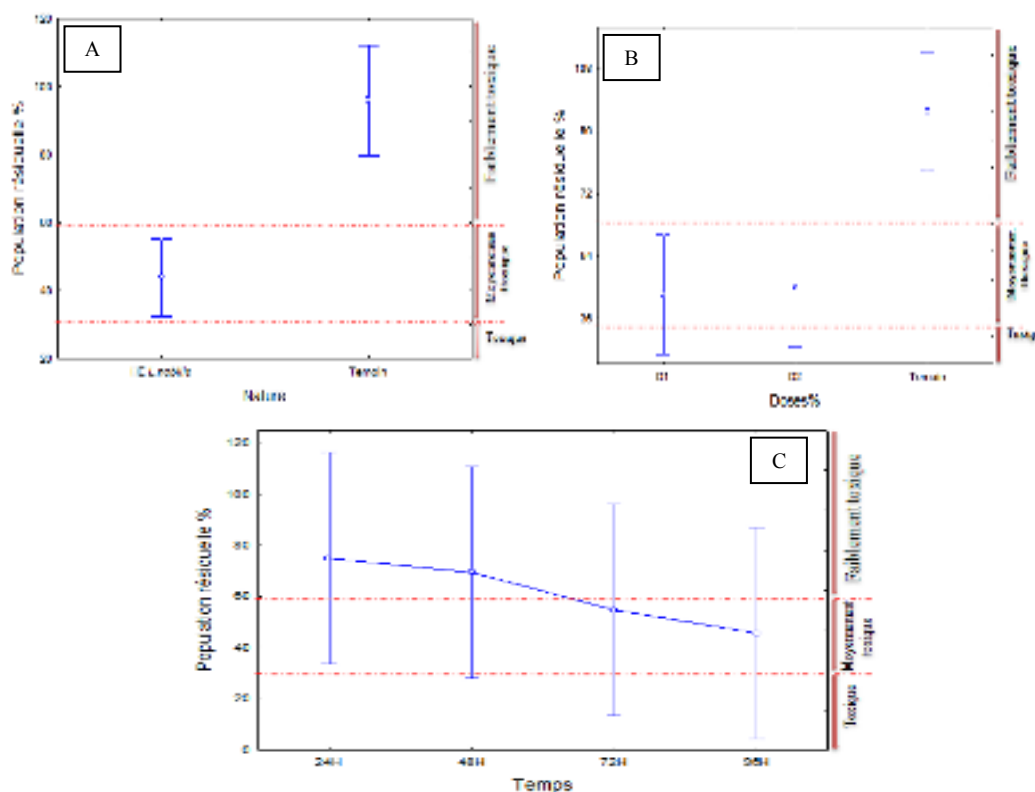
Le tableau ci-dessous indique que la nature de traitement et les facteurs doses ont montré un effet hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles avec les valeurs respectives (F-ratio=23.678;  $p=0.003$ ;  $p \geq 0,05$ ) et (F-ratio=0.162;  $p=0,001$  ;  $p < 0,001$ ). Ainsi, la période d'application révèle l'existence d'une différence significative des taux de populations résiduelle (F-ratio= 6.878;  $p=0.023$  ;  $P \geq 0,01$ ).

**Tableau 14 :** Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base de l'huile essentielle du *Laurus nobilis* sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta*.

Source	Somme des carrés	DLL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Nature	1848.048	1	1848.048	23.678	0.003***
Doses	12.618	1	12.618	0.162	0.001***
Temps	1610.464	3	536.821	6.878	0.023**
Erreur	468.286	6	78.048	-	-

N.S.: non significative, \* : Probabilité significative à 5 % ; \*\* : Probabilité significative à 1 % ;

\*\*\* : Probabilité significative à 0,1 %.



**Figure 52 :** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tuta absoluta* sous l'effet de l'huile essentielle du Laurier noble (A: produits, B: doses, C: périodes).

Selon le test de DUNNETT, les résultats de l'effet comparé des différentes doses appliquées la dose D1 (H.E L.N. à 2%), et la dose D2 (H.E L.N. à 3%) sont faiblement toxiques ( $30\% < PR\% < 60\%$ ) (Fig. A.B). Par la suite, ces doses atteignent une toxicité moyenne sur les populations résiduelles ( $60\% < PR\% < 90\%$ ) à partir 72h jusqu'à la fin du suivi ( $40\% < PR \leq 60\%$ ) (Fig.52.C).

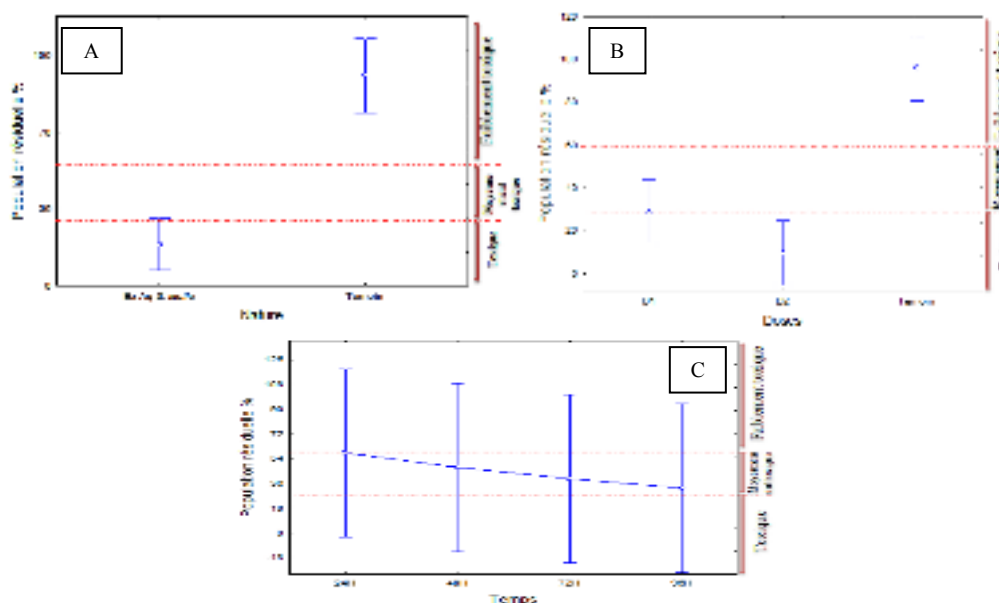
### 3.2.5.2.3- Activité insecticide d'aqueux du faux poivrier

Selon le test de DUNNETT, et le taux des populations résiduelles révélé par l'ANOVA, il apparait une relation étroite entre la dose utilisée, et la période après traitement. Toutes les doses appliquées à base d'huile essentielle du *Schinus molle* signalent une forte toxicité ( $30\% \geq PR\%$ ) (F-ratio= 8.737 ;  $p=0.025$  ;  $P \geq 0,01$ ) (Fig.53.A.B)(tab.15). Tandis que l'ensemble du traitement manifeste une toxicité moyenne ( $37\% < PR\% \leq 60\%$ ) (F-ratio= 4.440;  $p=0.057$ ;  $p \geq 0,05$ ) durent toute la période du suivi (Fig.53.C) (tab. 15).

**Tableau 15 :** Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base d'extrait aqueux *Schinus molle* sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta*.

Source	Somme des carrés	DLL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Nature	1552.042	1	1552.042	18.781	0.005***
Doses	722.000	1	722.000	8.737	0.025**
Temps	1100.667	3	366.889	4.440	0.057*

N.S.: non significative, \* : Probabilité significative à 5 % ; \*\* : Probabilité significative à 1 % ; \*\*\* : Probabilité significative à 0,1 %.



**Figure 53 :** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tuta absoluta* sous l'effet d'extrait aqueux du faux poivrier (A: produits, B: doses, C: périodes).

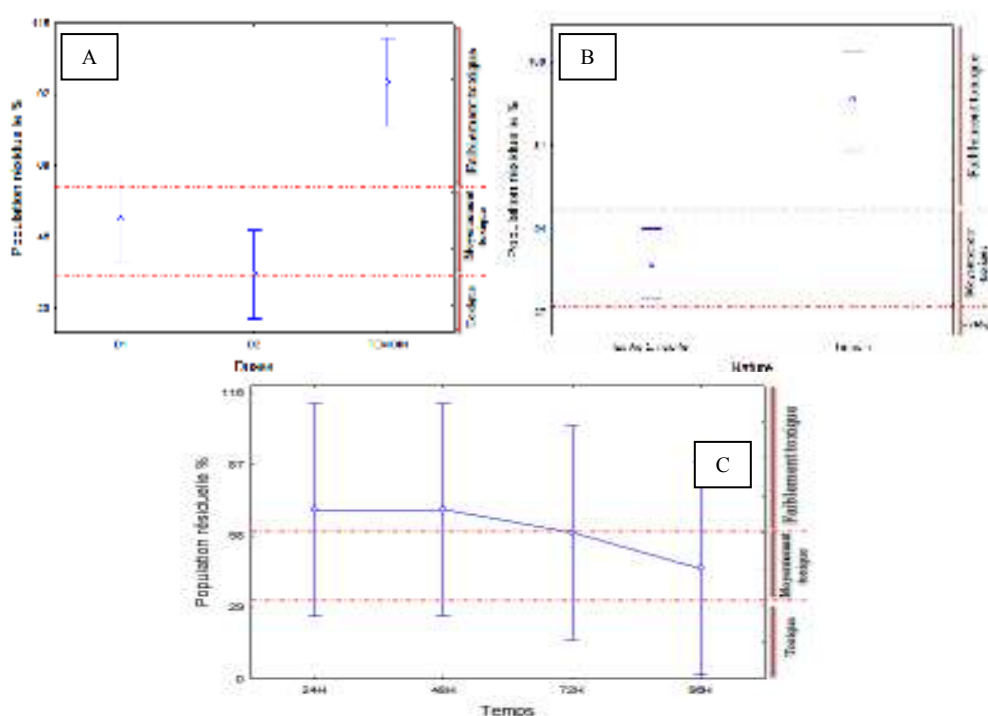
### 3.2.5.2.4- Activité insecticide d'extrait aqueux du *Laurus nobilis*

L'utilisation du test de DUNNETT, et le taux des populations résiduelles révélé l'existence d'une relation étroite entre la dose et la période du traitement. Toutes les doses à base d'extrait aqueux du laurier sont moyennement toxiques ( $30 \leq PR \leq 60\%$ ) (Fig. 54. A,B), avec un effet significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles dont les valeurs respectives sont ( $F\text{-ratio}=10.581$ ;  $p=0.017$ ;  $p \geq 0,01$ ) et hautement significatif ( $F\text{-ratio}=14.925$ ;  $p=0.008$ ;  $p \geq 0,001$ ) (tableau). Pour le facteur temps, les 48 heures du traitement révèlent une faible toxicité, après 72h de l'application du traitement on constate une évolution moyenne de la toxicité ( $30\% < PR < 60\%$ ) (Fig.54. C) avec ( $F\text{-ratio}=8.875$ ;  $p=0.013$ ;  $p \geq 0,01$ ) (tab.16).

**Tableau 16:** Test ANOVA appliqué aux essais de traitements à base d'extrait aqueux *Laurus nobilis* sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta*.

Source	Somme des carrés	DLL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Nature	459.375	1	459.375	10.581	0.017**
Doses	648.000	1	648.000	14.925	0.008***
Temps	1156.000	3	385.333	8.875	0.013**
Erreur	260.500	6	43.417	-	-

N.S.: non significative, \* : Probabilité significative à 5 % ; \*\* : Probabilité significative à 1 % ; \*\*\* : Probabilité significative à 0,1 %.



**Figure 54 :** Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tuta absoluta* sous l'effet d'extrait aqueux du Laurier noble (A: produits, B: doses, C: périodes).

### 3.2.7-Etude comparée de l'efficacité des traitements à base des huiles essentielles et extraits aqueux

Le modèle général linéaire (G.L.M.) a été utilisé pour l'étude comparative des quatre traitements utilisés à savoir les huiles essentielles et les extraits aqueux du laurier noble et du faux poivrier sur la variation temporelle des taux de populations résiduelles de *Tuta absoluta* en fonction des doses appliquées lors des traitements. L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans le tableau 17 (fig.55).

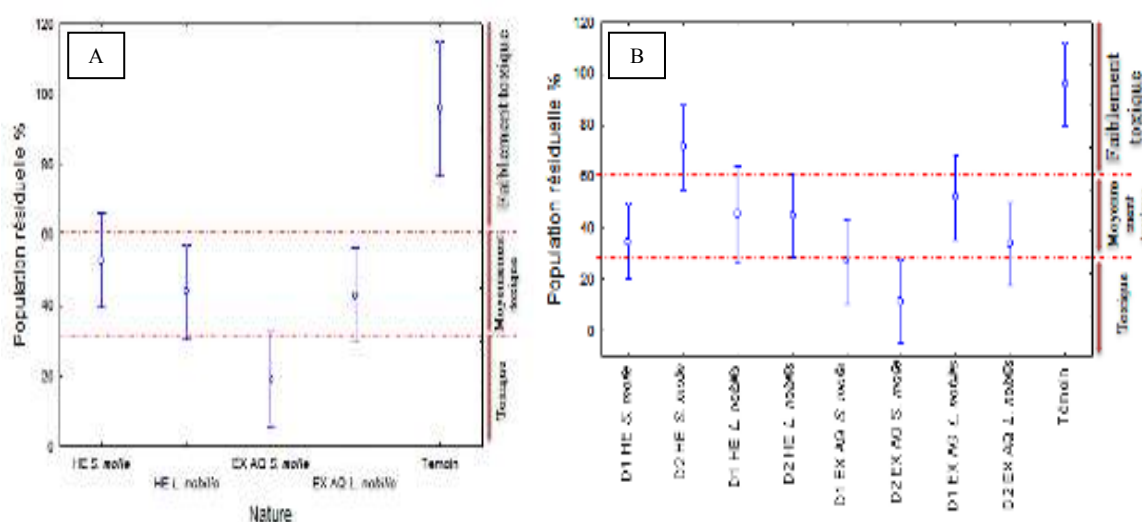


**Tableau 17:** Modèle G.L.M. appliqué aux essais des traitements à base des deux huiles essentielles et deux extraits aqueux sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta*.

Source	Somme des carrés	DLL	Moyen des écarts	F-ratio	P
Nature	1673.167	3	557.722	9.728	0.000***
Doses	3900.732	5	780.146	13.608	0.000***
Temps	5414.556	3	1804.852	31.481	0.000***

N.S.: non significative, \* : Probabilité significative à 5 % ; \*\* : Probabilité significative à 1 % ;  
 \*\*\* : Probabilité significative à 0,1 %.

Le tableau ci-dessus révèle que la nature des traitements, les facteurs doses, et les différentes périodes après traitements ont un effet hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles avec respectivement (F-ratio=9.728; p=0,000 ; p<0,01 ; F-ratio=13.608; p=0,000 ; p<0,01 et F-ratio=31.481; p=0,000 ; p<0,01).



**Figure 55 :** Effet comparatif de la variation temporelle des populations résiduelles de *Tuta absoluta* sous l'effet des différents traitements (a : produits, b : doses, c : périodes).

L'étude comparée de l'efficacité des différents traitements appliqués sur *Tuta absoluta* nous permet de dire que les matières actives présentes dans les espèces végétales choisis présentent un effet de toxicité différent à l'encontre des populations résiduelles. La toxicité la plus élevée est obtenue par les extraits aqueux du *Schinus molle* ( $PR \leq 30\%$ ), suivie des huiles essentielles, et des extrait aqueux du *Laurus nobilis*, ainsi que l'huile essentielle du *S. molle* avec une toxicité moyenne ( $PR \leq 60\%$ ) (Fig.55.a).

L'évaluation de l'efficacité des doses appliquées dans les différents traitements, a montré que la dose D2 de l'huile essentielle de *Schinus molle* est la moins efficace. Contrairement à ces

extraits aqueux qui ont montré une forte toxicité ( $PR \leq 30\%$ ) sur le ravageur. Cependant, le traitement à base de l'huile essentielle du laurier noble, de la dose D1 du faux poivrier, ainsi que l'extrait aqueux du *Laurus nobilis* restent moyennement toxique vis-à-vis des populations résiduelles de *Tuta absoluta* ( $60\% \geq PR \geq 30\%$ ) (fig. 55.C).

Les différents traitements testés, agissent par contact direct sur la cuticule des larves de *Tuta absoluta* au cours de leurs balades ou déplacement pour changer le site de nourriture. La cuticule mou des larves subit un dessèchement après le contact avec les extraits appliqués de se qui provoque la mort (Fig.56).



**Figure 56 :** Effet des différents traitements testés à base des huiles essentielles et des extraits aqueux sur les stades larvaires de *Tuta absoluta*(X40).(Originale, 2014).

**Remarque :** Les différents traitements appliqués sur *Tuta absoluta* ont montré également un effet positif sur les chrysalides, en effet ces traitements contribuent à la déformation de toute la forme de la chrysalide en inhibant son développement au stade adulte (Fig.57)



**Figure 57 :** Effet des différents traitements testés à base des huiles essentielles et des extraits aqueux sur les chrysalides de *Tuta absoluta* (X40) (Originale, 2014).

(a)Chrysalide avant traitement ; (b) chrysalide après traitement.

**Chapitre IV-Discussion sur la faune recueillie dans la multichapelle de l'I.N.S.F.P. de Bougara et sur l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis*) et du faux poivrier (*Schinus molle*) sur *Tuta absoluta***

La première partie des discussions porte sur la diversité faunistique recueillie grâce aux pots pièges colorés dans la multichapelle par les différents indices employés. Dans la deuxième partie seront discutés les différents résultats de l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux des deux espèces végétales.

**4.1-Diversité faunistique capturé par les pots pièges colorés**

Selon ROTH (1972), les pièges colorés sont largement utilisés pour l'échantillonnage des insectes ailés. La couleur préférentielle des insectes est le jaune citron, de ce fait on note une abondance de capture dans les pièges jaunes. De même, MARCHOUX et *al.*, (1984) confirment l'attraction des insectes par cette couleur, Les pucerons sont attirés par la teinte jaune du spectre des couleurs qui composent le végétal. L'inventaire réalisé dans la multichapelle de l'institut de Bouguera a permis la capture de 1736 individus appartenant à 146 espèces réparties entre 86 familles, 12 ordre, et 3 classes. Les présents résultats confirment ceux de plusieurs auteurs ayant utilisé la même technique d'échantillonnage. En effet, dans un champ de pomme de terre, à l'aide des pièges jaunes dans la station de Maalba et Moudjbra, BELATRA, 2010 ; captura 140 espèces d'invertébrés réparties entre 71 familles, 13 ordre et 3 classes celles des Podurata, des Arachnida et des insecta. De même, HAMICHE (2005) dans deux oliveraies, l'une à Boudjima et l'autre à Maatkas (Tizi Ouzou). a enregistré 141 espèces appartenant à 10 ordres et 57 familles. Et même BOUSSAD et DOUMANDJI (2004a) dans la station de l'I.T.G.C. à Oued Smar, notent la capture de 74 espèces, réparties entre 2 classes, celles des Arachnida et des insecta. Dans la région steppique de Tlemcen KHALIL (1984) au sein d'une étude de l'impact de quelques groupes d'insectes sur la biologie de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) a dénombré plus de 100 espèces au niveau de deux types de nappes de l'alfa, bonne, et dégradée. Par ailleurs, dans d'autres types de milieux, FRANCIS (2002), a réalisé un inventaire faunistique sur une culture maraichère de fève et de carotte en utilisant la même technique d'échantillonnage L'effectif mentionné par cet auteur est de 9000 individus.

Dans un champ de fève, à l'aide de pièges jaunes dans la ferme pilote d'El Alia, BOUSSAD (2006) a noté la présence de 182 espèces d'invertébrés, réparties entre 69 familles, 12 ordre et 3 classe celles des gastropoda, des Arachnida et des insecta. De son coté REMINI

(2007), dans les trois sous station du parc zoologique de Ben Aknoun captura garce aux pots jaunes, 117 espèces dans la Friche, 71 espèces dans les Maquis et 106 espèces dans la forêt.

#### **4.1.1-Richesse totale des espèces capturées par les pots colorés**

Dans la présente étude, la richesse des espèces piégées grâce aux pots colorés dans la multichapelle de l'Institut Nationale Spécialisé en Formation professionnelle de Bougara varient selon le mois d'échantillonnage, avec un total de 146especies. Le mois de mai contribue avec une richesse totale importante avec 97 espèces, suivi par le mois de mars avec une richesse totale d'espèces de 67. La richesse totale la plus petite est celle capturée le mois d'avril est de 48 avec un nombre d'individus de 537plus élevé comparé a celui de mars. Plusieurs auteurs qui ont utilisé la même technique de piégeage ont obtenu des valeurs de la richesse totale inférieures à celle trouvée dans la présente étude. En effet, BELATRA, 2010 dans un champ de pomme de terre en utilisant la même technique d'échantillonnage a signale 121 espèces à Maalba, et 91especies à Moudjbara .tout comme REMINI (2007), dans une friche du parc zoologique à Ben Aknoun, a signale 117 espèces. Par ailleurs, dans d'autres types de milieux, en Belgique à l'aide de 3 séries de pièges jaunes disposés en triangle équilatéral dans deux cultures, la betterave et le froment, FRANCIS et *al.*, (2005), ont capturé 1900 syrphes appartenant à 17 espèces durent 12 semaines. D'un auteur à l'autre le nombre d'espèces est variable, en effet N'DOYE (1975) à Bondy en France, lors de d'une étude sur la répartition altitudinale d'une faune entomologique au dessus d'une prairie a mentionné 35 espèces réparties entre deux classes. Il est de 87 pour, MOUSSA(2005) dans les parcelles de cultures maraichères sous serre à Staoueli.

#### **4.1.2-Fréquences centésimales et l'abondance relative des espèces capturées à**

##### **l'aide des pots colorés**

Dans le présent travail les espèces pigées dans les pots colorés révèle l'abondance de invertébrés, marquée par l'importance des insectes .L'ordre le plus représenté est celui des diptères avec 44 espèces (34 %) dont leurs présence est plus important dans les pièges coloré en rouge. Suivi par les Hyménoptera avec 30 espèces un taux de 19 % et 27 espèces représentant l'ordre des Coléoptères avec 15 % réparti avec un taux élevé dans les pièges jaunes. Viennent ensuite l'ordre des Homoptera 17 espèces, avec un taux de 14% avec et les Thysanoptera, qu'ils apparaissent avec 05 espèces (4%) par un taux plus élevé dans les pièges jaunes par rapport aux pièges rouges et verts en dernier. Quant aux Hémiptères avec 05 espèces (3 %). les Lépidoptères (03 espèces), les Orthoptères (02especies) et les Psocoptères (01 espèce) sont représenté chacune par un taux de 1% soit réparti avec le même taux dans les trois couleurs de pièges. Les présents

résultats confirment ceux de plusieurs auteurs ayant utilisé la même technique d'échantillonnage. En effet, dans les hauts-plateaux au sud-ouest de Madagascar, HAUTIER *et al.*, (2003) notent l'abondance de l'ordre des Diptera avec 24,80%, suivis des Hymenoptera. Et même, BOUSSAD et DOUMANDJI (2004a) à Oued-Smar notent la prédominance de l'ordre des Diptera avec 33 espèces, suivi des Hymenoptera avec 23 espèces. Quant à HAMICHE (2005) signale que les Diptera sont dominants avec un taux de 27,4%, suivi des Coleoptera avec 25 espèces (23,6%) et en dernier des Hymenoptera avec un taux de 20,8%. Mais BELATRA (2010) dans un champ de pomme de terre mentionne la présence de trois ordres, les Hymenoptera occupant la première place avec 40 espèces (34,2%) suivi des Coleoptera (21,4%) et des Diptera (15,5%). De même BERCHICHE (2004), a signalé la dominance de l'ordre des Hymenoptera avec une fréquence de 33,33%, suivi de l'ordre des Diptera soit (24,80%), des Homoptera et des Orthoptera avec respectivement 12,82%, et 9,40%.

Nos résultats, ont montré la présence de cinq catégories d'espèces en fonction de leur apparition. En premier, viennent les espèces constantes leurs fréquences d'occurrence varient entre ( $77,78 \% \leq C \% \leq 88,89 \%$ ) avec une abondance relative de 66% représentés par les espèces suivantes, *Thrips* sp.1, *Aphis fabae*, *Myzus* sp. *Lasioglossum* sp.1, *Apis mellifera*, *Bradyzia* sp., *Micromya* sp., *Leptocera* sp., *Empis* sp.1 et *Agromyza* sp. Au deuxième rang se trouve les espèces accidentelles ( $11\% < C\% \leq 22,22\%$ ) avec AR=13% regroupant 108 espèces dont *Tapinopa* sp. *Macrosiphum* sp. *Adonia variegata* *Pollistes gallicus* et *Liriomyza* sp. Suivi par les espèces accessoires ( $33\% < C\% \leq 44,44\%$ ) regroupant 19 espèces avec une abondance relative de 12%, (*Gyllulus domesticus*, *Psylla mali*, *Tapinoma nigerrimum*, *Calliphora erythrocephala* et *Fannia scalaris*). Quant aux espèces régulières leur constance se situent entre ( $55,56 \% \leq C \% \leq 66,67 \%$ ) avec une abondance relative de 8%, parmi ces espèces on trouve *Isotomidae* sp.indét, *Delphax* sp. *Atheta* sp., *Cataglyphis viatica*, *Callinapaea* sp., *Gymnopternus* sp. Et *Mycetophilidae* sp.indét. En dernier une seule espèce est omniprésente *Scatopse* sp. ( $C\%=100\%$ ) avec AR= 0,35%.

#### **4.1.3-Diversité de Shannon- Weaver et équitabilité appliqués aux espèces piégées par les pots colores dans la multichapelle de l'institut national**

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver appliquée aux espèces capturées dans la multichapelle de l'INSFP de Bougara grâce à la technique des pots colorés est de 4,20 pour le mois de Mai, de 4,89 bits pour le mois de mars, et de 2,61 bits pour avril. Cela indique une grande diversité du peuplement entomologique étudié. La valeur de H' dépasse celle mentionnée par MOUSSA (2005), à Staoueli qui indique à 3,48bits. De même BOUSSAD et

DOUMANDJI (2004a) ainsi que HAUTIER et *al.* (2003) obtiennent des valeurs inférieures à celle signalées dans la présente étude. Quant à BELATRA (2010) la valeur trouvée est de 5 bits dans la station de Maalba et de 5,07 bits dans celle de Moudjbara. Dans différents vergers du poirier, ALILI (2008), signale les valeurs de 5,09 bits dans la station de Birtouta, de 5,34 bits dans celle des Eucalyptus, et de 4,89 bits à Réghaia. Dans d'autres milieux, comme au niveau l'oliveraie de Boudjima, et la station de Maatkas, HAMICHE(2005) a noté des valeurs de 4,48 à 5,68 bits. Dans la friche du parc zoologique à Ben Aknoun REMINI (2007), signale une valeur de 5,33 bits. Quant à BOUSSAD (2003), sur la culture de fève a noté une valeur allant de 3,43 à 4,77 bits selon les stations prises en considération. Alors que dans la ferme d'Alia BOUSSAD (2006) note une valeur plus élevée de 6,22 bits sur la même culture.

Dans le présent travail, les valeurs d'équitabilité trouvées, sont élevées pour le mois de Mars et le mois de Mai ( $E \geq 0,63$ ). Elles tendent vers 1. En conséquence les effectifs des espèces présentes ont tendance à être en équilibre entre eux. Par contre pour les espèces capturées le mois d'Avril, la valeur de l'équitabilité est de 0,47 inférieure à celle trouvée le mois de Mars et de Mai. Ceci traduit un déséquilibre entre les effectifs des espèces par la présence d'une espèce dominante *Myzus* sp. (Homoptera; Aphididae) (A.R.% = 39,80%). Les valeurs trouvées pour le mois de Mars et de Mai sont de même ordre de grandeur que celle de BERCHICHE (2004) notée à Oued Smar (0,60). Toutefois plusieurs auteurs signalent des valeurs plus élevées à celles du présent travail. En effet, REMINI (2007) lors d'études effectuées respectivement dans la friche, dans le maquis, et dans la forêt du parc zoologique à Ben Aknoun signale des valeurs d'équitabilité égales à 0,78, 0,71, et 0,82. De même HAMICHE (2005), dans les oliveraies de Boudjima, mentionne une équitabilité égale à 0,75 et 0,84 dans la station de Maatkas.

#### **4.2- Etude de l'effet insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux vis-à-vis la**

##### **mineuse de la tomate *Tuta absoluta***

Les produits naturels étaient et restent toujours une source de structures complexes et diverses vu le rôle que peuvent jouer certains composés purs dans beaucoup d'applications, à savoir l'industrie pharmaceutique, l'industrie alimentaire, l'industrie cosmétique, la parfumerie, etc. Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes: répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc.

#### 4.2.1- Effet insecticide des Huiles essentielles extraite des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis*) et du faux poivrier (*Schinus molle*)

Les résultats relatifs aux traitements à base de l'huile essentielle de *Laurus nobilis* et de *Schinus molle* ont montré une toxicité temporelle. Les applications réalisées ont enregistré une efficacité tardive. Après 48 heures de traitement avec l'extrait de huile essentielle de *Schinus molle* a provoqué un choc sur les populations résiduelles, alors que pour l'huile essentielle du *Laurus nobilis* l'effet choc a été signalé après 72 heures de traitement. Les résultats obtenus nous ont permis de signaler une graduation de toxicité en fonction de l'augmentation des doses utilisées. Ces résultats confirment plusieurs études réalisées dans le cadre de l'estimation de l'effet choc sur les populations résiduelles. En effet, RAHIM (2012), a signalé que l'effet choc sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta* commence à partir de 48 heures et s'accroît au bout de 72 heures par l'huile essentielle de *Thymus fantanensis*. De son côté BABA-AISSA (2011) enregistre une forte toxicité de l'huile essentielle de thym appliquée sur les larves de *Tuta absoluta* (PR $\leq$ 13%).

L'étude comparée *in vitro* de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Laurus nobilis* et du *Schinus molle*, sur les larves de *Tuta absoluta*, nous a permis de déduire que l'huile essentielle de *Schinus molle* présente une activité insecticide plus remarquable se traduisant par un pourcentage de population résiduelle très bas (PR<20%). Ces résultats pourraient être liés à la composition phytochimique de l'huile. Cependant, les taux de mortalité varient en fonction de l'espèce végétale, de l'organe utilisé, de la concentration de l'extrait et du temps d'immersion (TAFIFET, 2010).

Selon BELAUGES et *al.*, (2001) la composition chimique de l'huile essentielle varie d'une plante à une autre. D'après DORMAUN et *al.*, (2000), le principal facteur modifiant l'activité insecticide des huiles essentielles, est la structure moléculaire des composants actifs présents. Cependant, ce constat ne doit pas mener à penser que la toxicité d'une plante est obligatoirement liée à la nature du composé dominant. Les résultats d'analyse obtenus par chromatographie phase gazeuse couplée par la spectrométrie de masse (CG/MS) montrent que l'huile essentielle de *Schinus molle* extraite à partir des feuilles était relativement plus riche en Carotol (Sesquiterpène). Alors que BELLEMASSOUD (2013) a trouvé que le composé majoritaire de l'huile essentielle du *S. molle* est,  $\alpha$ -Phellandrene  $\beta$ -phellandrene. De même d'autres auteurs ont signalé lors de différentes études la présence de composés identiques mais avec des pourcentages différents en utilisant la même espèce. En effet, la composition chimique des plantes change selon la distribution géographique de l'espèce. en Tunisie  $\alpha$ -phellandrene

(46.64–22.16%),  $\beta$ -phellandrene (28.53–6.49%), (ENNIGROU *et al.*, 2011), et en Brazil : p-Cymen-8-ol-(3.1), b-dehydro-Eelsholtziane (4.6), transLimonene oxide (3.6), 9-epi-(E)-caryophyllene (10%) ; c  $\beta$ -myrcene (5.04–0.84%) (GUNDIDZA *et al.*, 2009).

Nos résultats ont montré que l'huile essentielle extraite des feuilles du *Laurus nobilis*, est majoritairement composée d'eucalyptol (1,8-cineol), et moins toxique que l'huile essentielle du *S. molle*. Mais d'après les travaux d'OBENGOFORI *et al.*, (1997), le 1,8-cinéole au contact avec les insectes bloque la synthèse de l'hormone juvénile, il inhibe l'acétyl-cholinestérase en occupant le site hydrophobique de cet enzyme qui est très actif. Selon BITTNER *et al.*, (2008), les huiles essentielles riches en 1,8-cineol (eucalyptol) et le safrol présentent une forte activité insecticide. De leur côté, l'étude réalisée par CONFORTI *et al.*, (2006) sur l'effet antioxydant et la composition du laurier sauvage et du laurier cultivé, a révélé que ce dernier était composé principalement de terpènes, alors que, l'extrait du laurier sauvage contenait un taux élevé en eugénol et méthylé d'eugénol, vitamine E, et en stérols, de ce fait il présente une activité antioxydante plus intéressante que le laurier cultivé.

REGNAULTROGER et HAMRAOUI (1995), en utilisant l'extrait des huiles essentielles de la plante aromatique *Ocimum canum* (Lamiacées) ont observé un effet toxique des monoterpènes sur la bruche *A. obtectus*. Ces auteurs ont souligné la toxicité du linalool par rapport à l'estragole qui présentait une faible toxicité.

L'étude comparative des huiles essentielles entre le laurier noble (*Laurus nobilis*) et le thym (*Thymus fantanensis*), a révélé que les principales composés du laurier noble sont des alcools (cinéol, linalol, eugénol) reconnus moins actifs sur l'activité inhibitrice de la croissance microbienne que le thymol et le carvacrol composés majoritaires du thym (BURT, 2004). De même DUKE (2009) a mis en évidence l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Schinus molle* dont les composés majoritaires sont  $\alpha$ -Phellandrene, et  $\beta$ -phellandrene.

Cependant, RAHIM (2012) démontra que le degré d'efficacité d'huile essentielle totale de *Thymus fantanensis* est plus efficace que celle de son composé majoritaire, le thymol sur les populations résiduelles de *Tuta absoluta*. En effet (LAHLOU, 2004) suppose que les composés minoritaires agissent de manière synergique.

FRENCH (1985), souligne que ce sont les propriétés comme la volatilité, la nature éphémère et la biodégradation qui constituent les avantages d'une utilisation des huiles essentielles comme pesticides. Ainsi les huiles essentielles des plantes aromatiques ont une particularité commune: riches en composés phénoliques, ces derniers possèdent une forte activité antibactérienne et



antifongiques (PELLECUER et al., 1980 ; GERGIS et al.,1990 ; PANIZZI et al.,1993 ; SIVROPOULOU et al., 1996 ;TROMBETTA et al.,2002 ; SATRANI et al.,2008). Les méthodes d'analyse des huiles essentielles ont beaucoup évolué, ceci permet le développement de nouveaux mélanges pouvant avoir un effet additif ou synergique (CHIASSON et BELOIN, 2007).

Dans le présent travail, les résultats des tests statistiques ont montré une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisée en huiles essentielles et la durée d'exposition. Selon KIM et al., (2003) les effets toxiques des huiles essentielles dépendent de l'espèce d'insecte, de la plante et du temps d'exposition. Selon LAHLOU (2004), les huiles essentielles ont prouvé leur pouvoir insecticide, antiparasitaire et antimicrobien. Cependant elles agissent selon le rythme de séparation et libération des molécules. Il a été démontré que les huiles essentielles agissent directement sur la cuticule des insectes et acariens à corps mou. Dans la présente étude, il est démontré que la mortalité des larves de *Tuta absoluta* est due à un dessèchement des larves provoqué par l'exposition de ces dernières aux huiles essentielles.

ISMAN(1999) émet cette hypothèse car plusieurs huiles essentielles semblent plus efficaces sur les arthropodes à corps mou. C'est le cas du Facin qui exerce une répression satisfaisante sur les thrips, les pucerons, les aleurodes et certains acariens et qui s'est avéré moins efficace avec des insectes à carapace dure tels que des coléoptères et hyménoptères adultes et certains acariens prédateurs. Il reste à déterminer le mécanisme par lequel les huiles essentielles dégradent l'enveloppe externe de certains insectes et acariens. D'ailleurs, PADILLA (2005), souligne que le produit appliqué sur le corps des larves traverse la cuticule au travers des canalicules cireux et la distribution s'effectue directement dans l'organisme, plus particulièrement dans les zones les plus lipophiles. L'hémolymphe véhicule la molécule dans tout le corps de l'insecte.

#### **4.2.2- Effet insecticide des extraits aqueux des feuilles du laurier noble (*Laurus nobilis*) et du faux poivrier (*Schinus molle*)**

L'action des produits phytosanitaires sur les déprédateurs des cultures peut avoir comme conséquence divers changements internes. Une fois qu'un produit chimique pénètre l'organisme, il peut altérer directement le système endocrinien. (TCHAKER, 2011). De même, il peut aussi altérer indirectement l'attribution d'énergie, ce qui affecte la capacité reproductrice de

l'individu qui déterminera de sérieuses perturbations sur le plan individuel et interindividuel (MAYER et *al.*, 1992 ; LAGADIC et *al.*, 1997).

Dans la présente étude, l'extrait aqueux du laurier noble (*Laurus nobilis*) montrent une toxicité moyenne sur les larves de *Tuta absoluta*, tandis que les extraits aqueux du faux poivrier (*Schinus molle*) montrent une forte toxicité. Les effets des molécules bioactives peuvent varier en fonction des plantes, de la molécule elle-même, de la dose utilisée, de la fréquence, et de l'opportunité du traitement. Les effets d'un stress environnemental se traduisent par des réponses hiérarchisées selon le type de perturbation, sa chronicité ou son intensité, et le niveau d'organisation biologique de l'espèce concernée (KUMSCHNABEL et LACKNER, 1993).

Les mêmes résultats expriment que les extraits aqueux de la plante *Erchfildia viscosa* testés ont montré un grand pouvoir insecticide sur le puceron du peuplier *Chaitophorus leucomelas* (Homoptera ; Aphididae). Cela est confirmé par plusieurs observations qui avancent que les extraits de toutes les plantes sont prometteurs pour la lutte contre les insectes ravageurs. (ADJOUJDI et *al.*, 2000), signalent que plus de 2000 espèces végétales déjà identifiées possèdent une activité insecticide. Alors que tous les extraits des plantes ont un effet insecticide qui est en rapport avec la dose, le temps d'exposition et le type d'extrait (NKOUKA, 1995).

Nos résultats corroborent ceux obtenus par d'autres plantes notamment, Les extraits de *Melia azaderach* et d'*Azadirachta indica* ont affectés la fécondité et la mortalité de *Bemisia tabaci* (DESOUZA, 2000). La poudre et les extraits de *Capsicum frutescens* (Solanaceae) ont montré un pouvoir répulsif contre *Callosobruchus maculatus* (ONU et ALIYU, 1995). *Rhyzopertha dominica* (EL-LAKWAH, 1997), *Sitophilus zeamais* Motsch et *Tribolium castaneum* (TREMATERRA, et SCIARRETTA, 2002). La toxicité des extraits des fruits du piment fort a aussi été notée chez *Rhyzopertha dominica*, *S. oryzae* (L.) et *T. confusum* (GAKURU et FOUA, 1996).

Dans des travaux encore plus récents, les propriétés insecticides de certaines plantes ont été testées sur les larves d'insectes. L'activité larvicide des extraits de plantes médicinales aromatiques a aussi été confirmée dans les travaux de TIMBRELL et *al.*, (1994). Par ailleurs, la protection des cultures contre les ravageurs par des extraits végétaux a été étudiée aussi bien sur des larves de lépidoptères (NARBONNE et *al.*, 1999) que sur des larves d'acridiens (BARBOUCHE et *al.*, 2001).

Dans le cadre de recherche de produits naturels utilisables comme insecticides, *Peganum harmala* L. s'est avéré très efficace. Son potentiel acridicide a été évalué par des tests

d'alimentation du criquet pèlerin sur la plante fraîche. Les résultats sont encourageants dans la mesure où l'alimentation en *P. harmala* provoque une mortalité aux stades larvaires d'un taux de 45% et un blocage du développement ovarien chez les femelles *Schistocerca gregaria* (IDRISSI, 2000). L'effet des extraits des feuilles de cette même plante sur des femelles de criquets pèlerins entraîne une diminution de prise de nourriture, une réduction de la motricité et des perturbations de la fonction de reproduction (ABBASSI et al., 2003), la réduction de la fécondité et du taux d'éclosion, seraient dus à des troubles de l'ovogenèse sous l'effet de ces alcaloïdes indoliques neurotoxiques. Des résultats similaires ont été obtenus chez des jeunes adultes de criquets pèlerins mâles et femelles après addition des extraits alcaloïdes de *Peganum harmala* à leur alimentation (LEBRETON, 1982). L'application des extraits des *Allium* sur la carotte, *Daucus carota* montre une diminution des attaques de mouche de la carotte, *Psila rosae*, et de puceron de la carotte, *Cavariella aegopodii* (UVAH et COAKER, 1984). Les composés volatils des *Allium* peuvent avoir des effets négatifs sur certains insectes entomophages, ce qui risque d'avoir des répercussions sur les populations d'insectes phytophages. Ainsi, les disulfures séquestrés par le criquet *Romalea guttatas* alimentant sur l'oignon sauvage, *Allium canadense*, sont répulsifs pour deux espèces de fourmis prédatrices, *Tapinoma melanocephalum* et *Solenopsis invicta* (JONES et al., 1989)

Dans la même espèce, le contenu biochimique de ces extraits diffère de manière significative selon les conditions de la croissance de la plante. La présence et la concentration de certains constituants chimiques fluctuent également selon la saison et la maturation de la plante (AMIOT, 2005).

## Liste des abréviations

C% : constante

AR% : abondance relative

Ni : effectifs

S : richesse totale

Sm : richesse moyenne

N : nombre d'individus d'arthropodes capturés

H' : indice de diversité Shannon-weaver en bits

H' max : la diversité maximale

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

ANOVA : Analyse de la Variance

GLM : Modèle Linéaire Globale

CG/ MS : Chromatographie phase Gazeuse couplé par Spectrométrie de Masse

INSFP : Institut Nationale Spécialisé en Formation Professionnelle

ITCMI : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Evolution des surfaces et quantités de productions de tomate dans en Algérie.....	5
<b>Figure 2</b> : plant de tomate.....	4
<b>Figure 3</b> : Appareil végétatif de la tomate.....	7
<b>Figure 4</b> : Appareil reproducteur de la tomate.....	7
<b>Figure 5</b> : Stades phénologiques de la tomate.....	11
<b>Figure 6</b> : <i>Tytranychus evansi</i> .....	13
<b>Figure 7</b> : Insectes ravageurs de la tomate .....	13
<b>Figure 8</b> : Adulte de <i>Tuta absoluta</i> .....	15
<b>Figure 9</b> : Dégâts de <i>Tuta absoluta</i> .....	15
<b>Figure 10</b> : Œuf, Adulte de <i>Tuta absoluta</i> .....	17
<b>Figure 11</b> : Stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> .....	17
<b>Figure 12</b> : Chrysalide de <i>Tuta absoluta</i> .....	17
<b>Figure 13</b> : Cycle de vie de <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick1917).....	18
<b>Figure 14</b> : Dégât de <i>Tuta absoluta</i> .....	20
<b>Figure 15</b> : Œuf de <i>Tuta absoluta</i> totalement colonisé par le mycélium du champignon <i>Metharizium anisopliae</i> .....	22
<b>Figure 16</b> : (a) Adulte de <i>Necremnus artynes</i> , (b) larve (L4) de <i>Tuta absoluta</i> parasité par <i>Necremnus</i> ;(c) <i>Trichogramme</i> parasitant un œuf d'insecte .....	22
<b>Figure 17</b> : Adulte de <i>Nesidiocoris tenuis</i> .....	22
<b>Figure 18</b> : Feuilles du laurier noble <i>Laurus nobilis</i> L. ....	28
<b>Figure 19</b> : Feuilles du faux poivrier <i>Schinus molle</i> L. ....	31
<b>Figure 20</b> : Station d'étude à l'INSFP de Bougara .....	34
<b>Figure21</b> : Serre multi chapelle, INSFP de Bougara .....	34

<b>Figure 22:</b> Matériels utilisés au terrain .....	38
<b>Figure 23 :</b> La tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill) variété Tavira .....	39
<b>Figure 24 :</b> préparation de la culture .....	39
<b>Figure 25:</b> Installation des pots pièges colorés.....	41
<b>Figure 26:</b> Dispositif de piégeage.....	41
<b>Figure 27:</b> Matériels utilisés au laboratoire .....	38
<b>Figure 28:</b> Plantes choisis .....	42
<b>Figure 29:</b> séchage des feuilles.....	42
<b>Figure 30:</b> appareil d'entraînement à la vapeur d'eau.....	43
<b>Figure 31:</b> Schéma représentatif des étapes de décantation.....	44
<b>Figure 32:</b> la décantation(a) début de décantation;(b) fin de décantation .....	45
<b>Figure 33:</b> (a) appareil de vaporisateur rotatif (rotavapeur); (b) le ballon contenant le solvant trompé dans le bain-marie chauffé de l'appareil .....	45
<b>Figure 34:</b> Etapes de préparation des extraits aqueux .....	47
<b>Figure 35:</b> Protocole de préparation des différents traitements.....	47
<b>Figure 36:</b> Différents stades de développement de <i>Tuta absoluta</i> .....	49
<b>Figure 37 :</b> Les stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> .....	49
<b>Figure 38 a:</b> Dispositif d'application du traitement au laboratoire.....	50
<b>Figure 38 b :</b> dispositif aborder au laboratoire pour l'application des traitements .....	50
<b>Figure 39 :</b> préparation et application des doses de différents traitements.....	50
<b>Figure 40 a:</b> Effectif global des espèces pigées selon les ordres.....	59
<b>Figure 40 b:</b> Effectif globale des espèces piégées selon la couleur du piège.....	59
<b>Figure 41 a:</b> Répartition trophique de l'entomofaune recensée sur la tomate sous serre.....	59

<b>Figure 41 b:</b> Répartition trophique de l'entomofaune recensée sur la tomate sous serre selon la couleur de piège.....	61
<b>Figure 42:</b> l'abondance relative des espèces en fonction de leurs apparitions.....	66
<b>Figure 43 :</b> Répartition des espèces dans les pots pièges colorés dans le moi de Mars sur une carte factorielle (axes F1, F2) .....	72
<b>Figure 44:</b> Répartition des espèces dans les pots pièges colorés dans le moi d'Avril sur une carte factorielle (axes F1, F2) .....	72
<b>Figure 45 :</b> répartition des espèces dans les pots pièges colorés dans le moi de Mais sur une carte factorielle (axes F1, F2).....	73
<b>Figure 46 :</b> quelques espèces dénombrées sur la culture de la tomate ( <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) .....	79
<b>Figure 48:</b> Rendement en huile essentielle du <i>Laurus nobilis</i> et du <i>Schinus molle</i> .....	80
<b>Figure 50 :</b> Évolution temporelle des populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> sous l'effet des traitements à base des huiles essentielles, et des extraits aqueux, du Laurier noble ( <i>Laurus nobilis</i> ) et du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ).....	83
<b>Figure 51 :</b> Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> sous l'effet de l'huile essentielle du faux poivrier ( <i>Schinus molle</i> ) .....	85
<b>Figure 52 :</b> Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> sous l'effet de l'huile essentielle du Laurier noble .....	87
<b>Figure 53 :</b> Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> sous l'effet d'extrait aqueux du faux poivrier .....	88
<b>Figure 54 :</b> Effet comparé de la variation temporelle des populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> sous l'effet d'extrait aqueux du Laurier noble .....	89
<b>Figure 55 :</b> Effet comparatif de la variation temporelle des populations résiduelles de <i>Tuta absoluta</i> sous l'effet des différents traitements .....	90
<b>Figure 56 :</b> Effet des différents traitements testés à base des huiles essentielles et des extraits aqueux sur les stades larvaires de <i>Tuta absoluta</i> .....	91
<b>Figure 57 :</b> Effet des différents traitements testés à base des huiles essentielles et des extraits aqueux sur les chrysalides de <i>Tuta absoluta</i> .....	91

## Conclusion

L'étude de l'entomofaune réalisée dans l'Institut Nationale Spécialisé en Formation professionnelle de Bougara grâce aux pots pièges colorés a permis d'inventorier 1.736 invertébrés répartis entre 3 classes, celles des Arachnida, des Collembola et des Insecta. Au sein de ces classes, c'est celle des Insecta qui domine aussi bien en nombre d'individus qu'en nombre d'espèces. En effet, en termes de richesses, les Insecta sont notés avec 128 espèces (92 %). Il en est de même en terme d'effectif, ils apparaissent les plus nombreux (97,1%; N = 1.598). Les valeurs se situent entre 48 espèces et 97 espèces. Le mois de mai contribue avec une richesse totale de 97 espèces, et un plus grand nombre d'individus soit 891 individus. Pour le mois de mars la richesse totale est de 67 espèces représentée par 307 individus. La richesse totale la plus faible est enregistrée le mois d'avril avec 48 espèces seulement, mais avec un nombre d'individus plus élevé comparé à celui de mars (N = 537). Quant aux richesses moyennes, elles varient entre (24 espèces  $\leq$  Sm  $\leq$  49 espèces). Au sein des Insecta les Diptera sont les mieux représentés avec 44 espèces par un taux de 34 %. Pour ce qui est des abondances relatives (AR %) des espèces d'invertébrés piégées dans les pos colorés, la fréquence la plus élevée est de 39,80 % enregistrée pour *Myzus* sp. (Homoptera ; Aphididae). En dehors des Insectes, les invertébrés échantillonnés qui appartiennent aux 2 autres classes (Arachnida, et des Collembola) correspondent ensemble à peine à 8 % par rapport à l'ensemble des espèces capturés.

Les valeurs de la diversité de Shannon-Weaver se situent entre 4,20 à 4,89 bits montre que la diversité est importante pour le mois de Mai et Mars, et de 2,61 bits pour le mois d'Avril. De même l'équitabilité obtenue est de 0,81 pour le mois de Mars ; 0,63 pour le mois de Mai ; et de 0,47 pour le mois d'Avril, ce qui signifie un déséquilibre entre les effectifs des espèces caractérisé par la présence d'une espèce dominante tels que *Myzus* sp.

L'analyse factorielle des correspondances met en relief une ressemblance entre 4 groupes pour chaque mois, chacun des groupes se place dans un quadrant à part. Pour ce qui est répartition trophique des espèces nous remarquons la présence de 5 groupements. Cette analyse a révélé la présence d'une espèce omniprésente pendant les trois mois de l'études *Scatopse* sp., avec une fréquence occurrence de 100 % et une abondance de 0,35%.

L'effet insecticide des différents extraits des feuilles deux espèces végétales choisis *Laurus nobilis* et du *Schinus molle* récoltées pendant la période hivernale, sur les larves de *Tuta absoluta* dite mineuse de la tomate est estimé à travers la différence entre la disponibilité des individus avant et après traitement. La fluctuation des populations résiduelles est en fonction du



temps qui s'étalée sur une période de 24 heures à 96 heures, des matières actives et des doses d'applications.

La teneur en eau des feuilles ainsi que le rendement en huile essentielle le plus élevé est enregistrée chez *Laurus nobilis* soit de 50% d'eau et un taux de 0,71% en huile essentielle, comparée à celui de *Schinus molle* qui présente 37% d'eau et de 0,63% de l'huile essentielle.

L'analyse effectuée par chromatographie phase gazeuse couplée avec la spectrométrie de masse (CPG/MS) de l'huile essentielle extraite des feuilles des deux plantes a permis d'identifier seulement 05 composés du laurier noble (*Laurus nobilis*) majoritairement composée d'eucalyptol (1,8-cineol), et 11 composés de faux poivrier (*Schinus molle*) relativement plus riche en Carotol (Sesquiterpene) ; soient un taux de  $\pm 76,60\%$  de leurs composition chimique globale.

L'étude comparée de l'efficacité des différents traitements appliqués sur *Tuta absoluta* nous permet de dire que les matières actives présentes dans les espèces végétales choisies présentent un effet de toxicité différent à l'encontre des populations résiduelles. La toxicité la plus élevée est obtenue par les extraits aqueux du *Schinus molle* ( $PR \leq 30\%$ ), suivie des huiles essentielles, et des extraits aqueux du *Laurus nobilis*, ainsi que l'huile essentielle du *Schinus molle* avec une toxicité moyenne ( $PR \leq 60\%$ ).

L'évaluation de l'efficacité des doses appliquées dans les différents traitements, a montré que la dose D2 de l'huile essentielle de *Schinus molle* est la moins efficace. Contrairement à ces extraits aqueux qui ont montré une forte toxicité ( $PR \leq 30\%$ ) sur le ravageur. Cependant, le traitement à base de l'huile essentielle du laurier noble, de la dose D1 du faux poivrier, ainsi que l'extrait aqueux du *Laurus nobilis* restent moyennement toxique vis-à-vis des populations résiduelles de *Tuta absoluta* ( $60\% \geq PR \geq 30\%$ ).

Le taux des populations résiduelles révélé par l'ANOVA et le modèle général linéaire (G.L.M.) révèle que la nature des traitements, les facteurs doses, et les différentes périodes après traitements ont un effet hautement significatif sur la variabilité des taux des populations résiduelles.

En effet à ce stade de l'étude, nous pouvons conclure que les deux bio-insecticides formulés semblent donc manifester par contact avec les larves de *Tuta absoluta* par une toxicité plus importante observée chez les extraits du faux poivrier (*Schinus molle*) par rapport à celle des extraits du laurier noble (*Laurus nobilis*).

## Perspectives

Pour mieux approfondir cette étude, il serait souhaitable de prendre en considération d'autres techniques d'échantillonnages en augmentant la fréquence des prélèvements. On pourrait envisager d'élargir le champ d'action à d'autres régions appartenant à d'autres entités géographiques, phytocénétiques ou simplement bioclimatiques comme les étages humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien. Ce serait intéressant de suivre plusieurs cultures de la même famille des solanacées dans différents biotopes. De même, il serait instructif de se pencher sur les cycles biologiques des espèces et de leurs stades phénologiques. Il faudrait par la suite envisager la recherche d'autres molécules biopesticides d'origine végétale, méritant d'être poursuivie par des études afin de prouver leur activité. Il serait intéressant de tester l'activité de ces extraits sur d'autres agents pathogènes et insectes ravageurs en particulier ceux considérés comme ravageurs de quarantaine qui constituent des organismes très redoutables

## Références bibliographiques :

1. **ABBASSI, K., MERGAOUI, L., ATAY, KADIRI, Z., STAMBOULI, A. ET S. GHAOUT, 2003.** Effets des extraits de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) La correspondance doit être envoyée à Madame Z. Atay-Kadiri, laboratoire de Zoologie et de Biologie générale, Faculté des Sciences –Rabat. B.P: 1014, Chari Ibn Batouta, Agdal, Rabat. ISSN: 1130-4251 (2002-2003), vol. 13/14, 203-217
2. **ABID L., 2008.** Recherche des activités antimicrobiennes et antioxydantes de *Schinus molle* L. et *Pistacia vera* L. de la région de Tlemcen. Thèse Magister. Univ. Tlemcen, 115 p.
3. **ADJOUJJI, O., NGASSOUM, M.-B., ESSIA, NGANG, J.-J., NGAMO, L.S.T. ET NDJOUENKEU, R., 2000.**Activité insecticide des huiles essentielles des fruits de *Piper nigrum* (Piperaceae) et de *Xylopiya aethiopica* (Annonaceae) sur *Sitophilus zeamais* (Curculionidae). Biosciences Proceedings, 7, 511-517.
4. **ALAOUI-BOUKHRIS M., 2009-** Activités larvicides des extraits de plantes sur les larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires Faculté des sciences et techniques Fès - Master sciences et techniques, 59 p.
5. **ALILI F., 2008** Psylle du poirier *Cacopsylla pyri* L.(Homoptéra, Psyllidae) à Birtouta, aux Eucalyptus et à Réghaia :dynamique de populations, ennemis naturels et entomofaune associée, Thèse Magister, Inst. Nati. Agro. El-Harrach, 211p.
6. **AMAZOUZ S., 2008.** gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Lepidoptera : Gelechiidae). Ed. KOPPERT : *Biological systems Maroc*.
7. **AMIOT J., 2005.** *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaire. Thèse de doctorat-Ecole nationale supérieure d'Agronomie de Montpellier.
8. **ANDERSON P., 1992,** Anacardiaceae (cashew family) *Schinus huingan* Mol.,*Schinus molle* L. var. Huingan (Mol.), *Schinus molle* var. areira (L.) DC, Peace Corps, Bolivia.
9. **ANONYME, 1995.** *Schinus molle* L.(1753).ANACARDIACEAE.Publicado en: *Species Plantarum* 1: 388-389. 1753, 27p.
10. **ANONYME, 2005.** Les Fruits. la tomate : une baie. Biologie et multimédia – université Pierre et Marie Curie- UFR des Sciences de la vie, p.6.
11. **ANONYME, 2014.** The Tomato .Statistics p.12.

12. **ANONYME. 2013.** Données statistiques officielles du ministère de l'agriculture et du développement rural algérien. Série B. 3 P.
13. **ANONYME., 2008.** la filière de la tomate industrielle traverse une grave crise. Al khiyar super moderator. *Powered by bultin, vertion 38°C.*
14. **ANONYME., 2010** Evolution de la production de la tomate en Algérie. Ed. Institut de développement des cultures maraichères ,10 p.
15. **AQILI KHORASANI M.S., 1992,** *Collection of drugs. Educational Organization,* Tehran. pp: 624-630.
16. **ARNO J. et GABARRA R., 2011.** Lutte contre *Tuta absoluta*, un nouveau ravageur qui envahit l'Europe. ENDURE, Formation en Lutte Intégrée-No.5, Edition IRTA, Cabrils, Espagne, 8p.
17. **ASMA ENNIGROU1, KARIM HOSNI, HERVE CASABIANCA, EMMANUELLE VULLIET, SAMIRA SMITI,(2011)** , leaf volatile oil constituents of *schinus terebinthifolius* and *schinus molle* from Tunisia.
18. **ATTOUF R., 2008:** La mineuse de la tomate, *Tuta absoluta* une nouvelle menace pour les cultures maraichères. Ed. *Biobest biological system*, 13p.
19. **AUCLAIR. J., Côté. I.,** Extraction d'huiles essentielles de conifères, *Expo-journal, rapport interne*, (2002), 11 p, 3,4.
20. **BABA-AISSA K., 2011;** l'effet comparé de deux biopesticides formulés sur *Tuta absoluta* et sur une gamme de champignons phytopathogènes. Mémoire magister en sciences agronomique. Université de Blida, 90 P.
21. **BADAOUI M.L., 2004.** Etude de certaines caractéristiques biologiques, morphologiques systématiques et biochimiques de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lépidoptères : Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie. Université de Mostaganem. Thèse de Magister, 66p.
22. **BALACHOWSKY, A., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture des coléoptères. TomeI. Ed. *Masson, Paris*, 564 p.
23. **BARBAULT R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements- des théories aux faits. Ed. *Masson, Paris*, 200p.
24. **BARBOUCHE, N., HAJJEM, B., LOGNAY, G., ET AMMAR, M., 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits
25. **BARDEAU. F., 1976.** Les Huiles Essentielles : Découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale. ’’, Fernand Lanore, Paris, 289 p, 33, 34

26. **BARLA A., TOPÇU G., ÖKSÜZ S., TÜMEN G., KINGSTON D.G.I., 2007.** Identification of cytotoxic sesquiterpènes from *Laurus nobilis* L., *Food chemistry* 104: 1487-1484.
27. **BARRIENTOS Z.R., APABLAZA H.J., NORERO S.A., ESTAY P.P., 1998.–** Threshold temperature and thermal constant for development of the South American tomato moth *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Cienciae Investigacion Agraria*, p.p, 133 137
28. **BELATRA O., 2010.** Diversité de l'Arthropodofaune de la pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région de Djelfa. Thèse. Magister. Ecol. Nati. Super. El-Harrach, p.125.
29. **BELLEMASOUD R., 2013.** Mise en valeur les huiles essentielles du faux poivrier. Mém. Mater. Univ. KASDI MERBAH, Ouargla, 28p.
30. **BELLIER L., 1973.** Un exemple d'application de l'analyse factorielle des correspondances : étude de neuf lots de souris blanches. *Cah. Orstom, sér. Biol.*,(18) : 57-60.
31. **BELOUED A., 2005.** Plantes médicinales d'Algérie. *Office des publications universitaires. Alger*. Pp : 124.
32. **BENKHELIL M. L.et DOUMANDJI S., 1992.** Notes écologique sur la composition et structure du peuplement des coléoptères dans le parc national de Babor (Algérie). *Med.Fac.Landbouww.Univ.Gent*,(57/3) : 617-621p.
33. **BERCHICHE S., 2004.** Entomofaune du *Triticum aestivum* et de *Vicia fabae*, étude des fluctuations d'*Aphis fabae* Scopoli (1763) dans la station expérimentale de Oued-Smar. Thèse Magister, Inst. Nati.agro., El-Harrach, 218p.
34. **BERKANI et BADAOU, 2008** : Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae). Ed. INRA Algérie, Alger, 16 p.
35. **BERNARD. T., PERINEAU. F., BRAVO. R., DELMAS. M.,GASETA. A., (1988)** “ Extraction of Essential oils : Chemistry and technology “, *Journal of chemistry informations*, n° 298, , 179-184
36. **BIKSHAL B.K., 2010.** A review on brazilia pepper plant: *Schinus molle*, *journal of atoms and molecules an international online journal*. Issn – 2277 – 1247
37. **BITTNER M. L., CASANUEVA M. E., ARBERT C. C., AGUILERA M. A., HERNÁNDEZ V. J., & BECERRA J. V., 2008.** Effects of essential oils from five plant species against the granary weevils *Sitophilus zeamais* and *Acanthoscelides obtectus*(Coleoptera). *J. Chil. Chem. Soc*, 53 (1), pp: 1455-1459.

38. **BLANCARD D. 1988.** Maladies de la tomate (observer identifier lutter) Ed : INRA. 73 P.
39. **BLANCARD D., 2013.** Ravageurs de la tomate (identifier connaitre maitriser) Ed : INRA .science et impact 120 P
40. **BLONDEL J., 1975.** L'analyse de peuplement des oiseaux, Eléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquentielles progressifs (E.F.P.). *Rev.Ecol (Terre et la vie)*, 29 (04) : 533-589.
41. **BODENDÖRFER J., GUY C, CHRISTOPHE A., FABIENNE E., 2011-** *Tuta absoluta* mineuse de la tomate ; Bilan 2010, perspectives 2011, préconisations. *Civam, Biocorse. Canico, FREDON CORSE*, 2 p.
42. **BONNIER G., 1990.** La grande flore du France en couleurs. Ed. Belin, Paris, pp: 214-215.
43. **BONZI S., 2007.** Efficacité des extraits de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*sorghum bicolor*(L) moench. Cas particulier *Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et van Kesteren. Mémoire DEA, phytopathologie, Burkina Faso, 39 p.
44. **BOUSSAD F. et DOUMANDJI S., 2004a.** Inventaire et dégâts dus aux insectes sur quatre variétés de la fève à l'Institut technique des grandes cultures d'Oued-Smar. 2<sup>ème</sup> Journée protection des végétaux, 15mars 2004, Dép. Zool. agri. for., Inst. Nati. Agro., El-Harrach, p.65.
45. **BOUSSAD F., 2006.** Relations Invertébrés-fève (*Vicia fabae* Linné) \_ comportement d'*Aphis fabae* Scopoli sur quatre variétés de fève dans la banlieue d'El-Harrach. Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 219p.
46. **BOUSSAD F., 2003.** Essai faunistique dans trois stations de légumineuses à Oued- Smar (Mitdja), Tarihant et Timizart-Loghbar (Tizi-Ouzou) – dégats dus aux insectes de la fève à l'institut technique des grandes cultures (Oued Smar). Mémoire Ing., Inst. nati. agro., El-Harrach, 184p.
47. **BRUNETON J., 1999.** Pharmacogonose, phytochimie, plantes médicinales. 3<sup>ème</sup> Ed. Lavoisier, Paris, pp: 370-388.
48. **BURT S. A., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potentiel applications in foods-a review International. *J. Food Microbiol.* 94: 223-253.

49. **CHARPENTIER. B., HAMON-LOREAC'H.F., HARLAY.A., HUARD.A., RIDOUX.L., CHANSELLÉ.S.**, 2008. “ Guide du préparateur en pharmacie. ”, *Elsevier masson, troisième édition*, Paris, , 1343p, 774,1173.
50. **CHAUX C. et FOURY C.** 1994. production légumière T3 Edition tec-doc Lavoisier, paris.545 P.
51. **CHENNOUF R.**, 2011 - *Diversité entomofaunistique associée à la tomate et étude de Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae) dans la région d'Ouargla (Hassi Ben Abdallah)*.Mémoire de Mag. ENSA, El-harrach, 95p.
52. **CHIASSEON H., & BELOIN N.**, 2007. Les huiles essentielles, des biopesticides « nouveau genre ». *Antennae*, 14 (1), pp: 3-6.
53. **CHIBANE A.**, 1999 - *Tomate sous serre*, Bulletin: transfère de technologie en agriculture, n° 57. Ed. P.N.T.T.A. Rabat, 4p.
54. **CHIKHI H;**2011: Effet de sodium combine aux chlorures, aux Sulfates sur la production de plants de tomate (*lycopersicum esculuntum* mill) variete saintpierre Cultivees en hors sol et dans un environnement Salin. These Magister .USDB, Algerie, 108p
55. **CHOUGAR S;**2011. bioécologie de la mineuse *Tuta absoluta* (meyrick, 1917) (lépidopter, gelechidae) sur trois variété de tomates sous serre, thèse, mag, agro, ummto ;tizi ;98p
56. **COLLAVINO M.D. & GIMENEZ R.A.**, 2008. Efficacy of imidacloprid to control the tomato borer (*Tuta absoluta* Meyrick). *Idesia (Chile)* 26(1), p.p 65-72
57. **COLLET L;POSIEUX I.A.G;SCHWEIZ A;GUESBLOTT .Z.G et VAN DEVENTER P ;** 2010 ; *Plant research international*. Ed. Wageningen, Netherlands. Fruits et veg ; tech, vol n2, 13-17.
58. **COPPING L.G.**, 2004. *The Manual of biocontrol Agents*. BCPC.(*British Crop Protection Councel*).Alton, UK.
59. **CORBINEAU F. et CORE A ;** 2006. *Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules* Ed .tec et doc. Lavoisier. 226 p.
60. **CRONQUIST A.**, 1981. *An integrated system of classification of following plants*.Colombia university,1256p.
61. **CROSBY, DG**, 1966. *Natural pest control agents*. In Gould, R.F. (Ed.). *Natural Pest Control Agents. Adv. Chem. Ser.53*, p. 1-16
62. **DAGET J.**, 1979. *Les méthodes mathématiques en écologie*. Ed. Masson, Paris, Coll.8, 172p.

63. **DAGNELIE P., 1975.** Théories et méthodes statistiques. Ed. Presses agronomiques Gembloux, T.II, 463p.
64. **DAGNOKO M., 2009.** Guide pratique d'utilisation de pesticides naturels en culture maraîchère. <http://www.oocities.org/huprdc/ppi/naturel/guide.htm>
65. **DAUNAY MC, LATERROT H, JANICK J (2008a)** Iconography and history of *Solanaceae*: Antiquity to the XVIIth century. *Horticultural Reviews* 34:1-111 (+ 118 plates)
66. **DEMIR V., GUHAN T., YAGCIOGLU A.K., DDEGIRMENCIOGLU A., 2004.** Mathematical modeling and the Determination of some Quality Paramaters of Air-dried Bay leaves. *Biosystems Engineering*. 88(3) : 325-335.
67. **DEMO A., PETRAKIS C., KEFALAS P., BOSLIOU D., 1998,** Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plans leaves. *Food Research international*. 31 (5) : 351-354.
68. **DESNEUX N., WADJNBERG E., WHYCKHUYS K.A.G., BURGIO G., ARPAIA S., NARVAEZ-YASQUEZ C.A., LEZ-CABRERA J.G., RUESCAS D.C., TABONE E., FRANDON J., PIZZOL J., PONCET C., CABELLOT T., URBANJA A., 2010.** Biological invasion of european tomato crops by *Tuta absoluta* : Ecology, geographic and prospects for biological control. *J. Pest-Sci*, 83, 197-215.
69. **DESOUZA, AP., VENDRAMIM, JD. ,2000.** Efeito de axtratos aquosos de Meliaceas sobre Bemisia tabaci biotipo B em tomateiro. *Bragantia* 59 (2), p. 173–179
70. **DIKSHIT A, NAQVI AA, HUSAIN A (1986).** *Schinus molle*: a new source of natural fungitoxicant. *Appl. Environ. Microbiol.*, 51(5): 1085 – 88.
71. **DOMINIQUE B, LATERROT H, MARCHOUX G, CANDRESSE T, 2009** : les maladies de la tomate : identifier, connaître, maîtriser. Edition Quae, 690p.
72. **DORMAN H.J.D., DEANS S.G., 2000.** “Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. ”, *Journal of Applied Microbiology*, V.88, n°2, (February 2000), 308–316.
73. **DUVIGNEAUD P., 1982.** la synthèse écologique. Ed. Doin, Paris, 380p.
74. écotoxicologie : principes et définitions. *In* LAGADIC L., CAQUET T., AMIARD
75. **EI ABCI A., 2009.** Alerte à la mineuse de tomate. Ed. le quotidien d’Oran, 24p.
76. **EPPO ,2008.** reporting services and disease. *Pests and diseases*: 5 P
77. **EPPO, 2007.** European and Mediterranean Plant Protection Organization. Distribution Maps of quarantine Pests for Europe : [Http://www.appo.org / quarantine /Insects /Tuta\\_absoluta/DSGNORAB\\_Map.ht](Http://www.appo.org / quarantine /Insects /Tuta_absoluta/DSGNORAB_Map.ht): 1-2.



78. **ERLER F., ULUG I., YALANKAYA B., 2006** Repellent activity of five essential oils against *Cubx pipiens*. *Fitoterapia*. 77 : 491-494
79. **ESTAY P., 2000**: Polilla del tomate *Tuta absoluta*. (Meyrick). Ed. Informativo La Platina 9:1-4.
80. **ESTAY P., 2001**. Primer curso “Manejo integrado de plagas y enfermedades en Tomate” Santiago. Ed. INIA La Platina, 122p.
81. **ESTAY P., 2002**. Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Informativo, *Rev. la Patina* n°9, pp1-4.
82. **ESTEBAM S., 2008**. Numéro special: nouveau ravageur tomate. Ed. Koppert Biological systems, 3p.
83. **FAO STAT, 2009**. Site des statistiques agricole de la F.A.O.
84. **FERNANDEZ S., MONTAGNE A., 1990**. Biología del minador del tomate, *Scrobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Bol Entomol Venez* 5:89-99
85. **FERREIRA A., PROENÇA C., SERRALHEIRO M.L.M., ARAÚJO M.E.M., 2006**. The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *J. Ethnopharmacology*. 108: 31-37.
86. **FERRERO M., 2009**- Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat. Montpellier SupAgro., 228 p.
87. **FIORINI C., DAVID B., FOURASTÉT I., VERCAUTEREN J. (1998)** Acylated Kaempferol glycosides from *Laurus nobilis* leaves, *J. Photochemistry*. 47(5) :821-824.
88. fondamentaux, Masson, Paris, pp 1-9.
89. **FRANCIS F., 2002**. Production intégrée en culture maraichère : évaluation et utilisation de l'entomofaune, unité de Zoologie générale et appliquée. Faculté Universitaire de science agronomique (FUSAGX), Gembloux, 6p.
90. **FRANCIS F., FADEUR G. et HAUBRUGE E., 2005**. Effet des tournières enherbées sur les populations de syrpe en grandes cultures. Notes faunistiques de Gembloux, 56p. : 7-10
91. **FRAVAL A., 2009**- La Mineuse sud-américaine de la tomate. *INSCYES 12*. N°154, 1 p.
92. **FRAVEL, D. R., 2005**- Commercialization and implementation of biocontrol. *Annu. Rev. Phytopathol.* 43 :337-359.
93. **FREDON, 2009**- Fiche technique : La mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), Ed. FREDON Corse, France, 3p

94. **GAKURU, S., ET FOUA, BK., 1996.** Effects of plant extracts on the cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus* Fab.) and the rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.). *Cah. Agric.* 5 (1), p. 39–42.
95. **GALLAIS A., BANNEROT H., 1992 -** *Amélioration des espèces végétales cultivées, objectifs et critères de sélection.* Ed. INRA, Paris. 382 p.
96. **GARZIA G.T., BERNARDO U., LODICE L, RAFFAELE S., 2009 -** Pomodoroe *Tuta absoluta*. Ed. Istituto per la Protezione delle Piante-Consiglio Nazionale delle Ricerche, Sezione di Portici, pp : 13-14
97. **GAUSSEN H., LEFOY J., OZENDA P., 1982-** *Précis de Botanique.* 2ème Ed. Masson, Paris. 1972 p.
98. Gelechiidae). Mininy solanaceae. *Acta universalis agriculturae*, p.p, 23, 379-393.
99. **GERDING M. et FRANCE A., 2003.** Formulacion de biopesticidas con hongos.
100. **GERDING M., 1999.** Agentes de control Biologico de Plagas. Ed. INIA Quilamapu, 2p.
101. **GOMEZ, P., CUBILLO D., MORA, GA., HILJE, L., 1997.** Evaluacion de posibles repelentes de *Bemisia tabaci*. II. Extractos vegetales. *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 29, p. 17–25.
102. **GÓMEZ-CORONADO D.J.M., IBAÑEZ E., RUPÈREZ F.J., BARBAS C. (2004)** Tocopherol measurement in edible products of vegetable origin, *Journal chromatography*. 1054: 227-233. Miller P (1754) *The gardeners dictionary abridged*. 4th ed
103. **GOTTLIEB, O. R., BORIN, M. R. et BRITO, N. R., 2002.** Integration of ethnobotany and phytochemistry: dream or reality?. *Phytochemistry* 60:145-152
104. **GRALL J. et HILY C., 2003.** Traitement des données situationnelles (Faune), Fiche technique, 10p.
105. **GUENAOUI Y., 2008.** Nouveau ravageurs de la tomate en Algérie. Première observation de *T. absoluta* mineuse de la tomate, invasive, dans la région de Mostaganem. *Phytoma la défense du végétale*. Pp 16-19
106. **HAMICHE A., 2005.** Entomofaune dans deux oliverais de Boudjima et de Maatka (Tizi-Ouzou) ; bioécologie de la mouche de l'olive *Bactrocera oleae* Gmelin et Rossi, 1788 (Diptera- Tephritidae). Thèse Magister, Inst. Nati. agro., El-Harrach, 199p.
107. **HAUTIER L., PATINY S., THOMAS-ODJO A. et GASPARD C., 2003.** Evaluation de la biodiversité de l'entomofaune circulante au sein d'association culturales au Nord Bénin, *Notes faunistiques de Gembloux*, n° 52 (2003) : 39-51.

108. **HINTZ W., 2001**; Working group Report of Biological Canadian Weed science society.
109. **IDRENMOUCHE S., 2011** - *Biologie et écologie de la mineuse de la tomate Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (*Lepidoptera : Gelechiidae*) dans la région de Boumerdes. Mémoire de Mag. ENSA, El Harrach Algérie, 103 p.
110. **IDRISSI HASSANI, L.M., 2000**. Contribution à l'étude phytochimique du harmel *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) et étude de ses effets sur la reproduction et le développement du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. Thèse Doctorat d'Etat. Université Ibn Zohr, Agadir, 214 pp.
111. **ISERIN P. (2001)** Encyclopédie des plantes médicinales. 2<sup>ème</sup> Ed. Larousse. Londres pp : 143 et 225-226.
112. **ISMAN M. B., 2000**. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Prot, 19, pp: 603-608.
113. **ISMAN MB., 2005**. Botanical insecticides deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated World. Annu. Rev. Entomol. 50 : 45-66.
114. J.C. ET RAMADE F., eds, Biomarqueurs en écotoxicologie, aspects
115. **JONES, C.G., WHITMAN, W., CONWTON, S.J., SILK, P.J. ET BLUM, M.S., 1989** Reduction in diet breadth results in sequestration of plant chemicals and increases efficacy of chemical defense in a generalist grasshopper. *J. Chem. Ecol.*, 15, 1811-1812..
116. **Kestali, T., 2011** Contribution à l'étude de la production et la protection intégrée (PPI) Lacordaire. A-I et Feuvrier, E., "Tomate, traquer. *Tuta absoluta*. Suivi de 6 exploitations de production de tomate, pour savoir ou comment chercher pour trouver *Tuta absoluta* et tester un prédateur", Phytoma, Défense des Végétaux, n° 632 , (Mars 2011),
117. **KHALIL M.A., 1984**. Impact de quelques groups d'insectes sur la biologie de l'alfa *Stipa tenacissima* L. dans la région steppique de Tlemcen (Algérie). Institut National d'enseignement supérieur de biologie Tlemcen, *Ann. Inst. Nat. agro. El-Harrach, Vol.12, no special, 1988* pp. 220-234.
118. **KIM S., ROH J., KIM D., LEE H., & AHN Y., 2003**. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *J. Stored Prod. Res.*, 39, pp: 293-303.

119. **KIVÇAK B., MERT T. (2002)** Preliminary evaluation of cytotoxic properties of *Laurus nobilis* leaf extracts. *Fitoterapia*.73: 242-243.
120. **KLEEBOEG H., 2006.** Demands for plants protection products –Risk assessment botanicals and semiochemicals. REBECA Workshop, Brussels, 13-14 June 2006.
121. **KOÏTA K., NEYA F.B., NANA A.T., SANKARA P., 2012.** Activité antifongique d'extraits de plantes locales du Burkina Faso contre *Puccinia arachidis* Speg., agent pathogène de la rouille de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) *J. Appl. Biosci.* 57: 4142– 4150.
122. **KOLEV N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie. Tome 1. légumes fruits. Ed. Ministre de l'agriculture et des réformes agricoles. 52p
123. **KRID K. et MESSATI S., 2013.** Efficacité de la résistance de six variétés de la tomate à *Tuta absoluta* sous abris plastique à l'ITDAS de Hassi Ben Abdellah (Ouargla). Mém. Master UNiv. KASDI MERBAH OUARGLA, p.67.
124. **KUMSCHNABEL, G. ET LACKNER, R ., 1993.** Imdash; Stress responses *in* rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* alevins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 104 A: 777-784.
125. **LAGADIC, L., CAQUET, T. ET AMIARD, J.C. 1997.** Biomarqueurs en
126. **LAHLOU M ; (2004)** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of the essential oils- *Phytotherapy research*; Vol.18; pp 435-448.
127. **LAMOTTE M.L. et BOURLIERE F., 1969.** Problème d'écologie, l'échantillonnage d'un peuplement animal des milieux terrestres, Ed ; Masson et C<sup>ie</sup> , Paris, pp :8-37.
128. **LAREW, HG., LOCKE, JC. , 1990.** Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* 25 (11), p. 1406–1407.
129. **LARSON R.O., (1989).** The commercialization of neem, In; Jacobson M. Focus on Phytochemical pesticides. Vol.1. The neem tree. CRC Press, Boca Raton, FL, 155-168.
130. **LATIGUI A., 1984.** Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse magister. INA El-Harrach.
131. **LAUMMONIER R., 1979.** Cultures légumières et maraichères. Tome III Ed. Baillière, Paris. 279p. L'ONTARIO, Canada. Pp 5-18.
132. **LEBEAU A., 2010.** Résistance de la tomate, l'aubergine et le piment à *Ralstonia solanacearum* : interactions entre les gènes de résistance et la diversité bactérienne,

- caractérisation et cartographie des facteurs génétiques impliqués chez l'aubergine. Thèse doctorat. E.D.I. n°0445. université de la Réunion
133. **LEBOUF J.M., CUPPELS D., 2005.** Agriculture et Agralimentaire, tomate solution, Ron Pitbldo, Collège de Rdgtown, Steve Loewen, Canada. Pp25
134. **LEBRETON, P., 1982.** Tanins ou alcaloïdes deux tactiques phytochimiques de dissuasion des herbivores. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)*, 36: 539-572.
135. **LINDEN G., LORIENT D. (1994)** Biochimie agro-indusrielle. *Ed. Masson*, Paris. 360 p.
136. **M.GUNDIDZA1, N. GWERU1, M. L. MAGWA,AND V. MMBENGWA AND A.SAMIE,** The chemical composition and biological activities of essential oil from the fresh leaves of *Schinus terebinthifolius* from Zimbabwe . *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (24), pp. 7164-7169, 15 December, 2009
137. **MAHDI K., DOUMANDJI-MITICHE B., ABABSIA A., et DOUMANDJI S., 2011-** Les ennemis naturels de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) en Algérie : perspectives de lutte biologique. *Conférence, AFPP, ENSA.INPV. El HARRACH* Algérie.7p.
138. **MARCHOUX G. LECLANT F. et LECOQ H., 1984.** Rôle des aphides dans l'épidémiologie des maladies à virus des cultures maraichères. *Bull. Soc. Entomol. France, Vol. 89 :716- 730.*
139. **Margarida M., 2008-** Mineira do tonateiro (*Tuta absoluta*) Uma nova ameaça à produção de tomate. Instituto Nacional de Recursos Biológicos,5 p.
140. **MASSOT C., 2010.** Analyse des variations de la teneur en vitamine C dans le fruit de tomate et rôle de l'environnement lumineux. Thèse Doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, p.197
141. **MAYER, F.L., VERSTEEG, D.J., MAC KEE, M.J., FOLMAR,L.C., GRANEY, R.L., MAC CUME, D.C. ET RATTNER, B.A. 1992.** Physiological and nonspecific biomarkers. In Huggett R.J., Kimerle R.A., Mehrle P.M. et Bergman H.L., eds, *Biomarkers: biochemical, physiological, and histological markers of anthropogenic stress*, Lewis Publishers, Chelsea, pp 5-86.
142. **MEYRICK E., 1927.** A Revised Handbook of British Lepidoptera. Watkins and Doncaster, London, UK, pp: 1–914.
143. **Moussa M.S.Z. 2010.** *Tuta absoluta* ou le « désastre absolu » : perspectives d'évolution à l'échelle géographique et stratégies de lutte.

144. **MOUSSA S., 2005.** Inventaire de l'entomofaune sur cultures maraichères sous serres à l'institut technique des cultures maraichères et industrielles (I.T.C.M.I.) de Staouéli. Mém. Ing. Agro., inst. Nat. Agro., El-Harrach, 114p.
145. **MÜLLER Y., 1985.** L'avifaune foristère nicheuse des Vosges du Nord, Place dans le contexte medio eurropeén. Thèse Doctorat Sci., Univ., Dijon, 318p.
146. **N'DOYE M., 1975.** Répartition altitudinale d'une faune entomologique au-dessus d'une prairie. *Cah. Organisation recherche scientifique Outremer (O.R.S.T.O.M.), sér. Biol., Vol. X, (1) :35-39.*
147. **NAIKA S., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., 2005.** La culture de tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p
148. **NAS, 1969;** *insect pest managment and control.* National Academy of science. Publ, 1695. Washington DC.
149. **NIBER, B A., 1994.** The ability of powders and slurries from ten plantspecies toprotect sored grain from attack by *Prostephanus truncatus* (Horn)(Coleoptera :Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera:Curculionidae).J. StoredProd. Res. 30: 297-301.
150. **NKOUKA, N. ,1995.** Les plantes pesticides dans la lutte intégrée contre les nuisibles In. Intégration de la résistance des plantes et de la lutte biologique. Actes du Séminaire CTA/IAR/IILB, Addis Abeba (Ethiopia), 9-14 Oct. 1997. CTA (ed.) pg 10-11.
151. **OBENG-OFORI D., REICHMUTH C.H., BEKELE J. & HASSANALI A., 1997.** Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles, *Journal of Applied Entomology*, 121, pp: 237-243
152. **OLAFSSON K., JAROSZEWSKI J. W., SMITT U. W., NYMAN U., 1997.**Isolation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibiting triterpenes from *Schinusmolle*. *Planta Med*, 63, pp: 352-355.
153. **ONU, I., ALIYU, M., 1995.** Evaluation of powdered fruits of four peppers (*Capsicum* spp.) for the control of *Callosobruchus maculatus* (F.) on stored cowpea seed. *Int. J. Pest Manag.* 41 (3), p. 143–145.
154. **PAPACHRISTOS D. P., & STAMOPOULOS D. C., 2002.** Repellent, toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research*, 38(2), pp: 117-128.

155. **PAVLOV B. et THERENTIEV A., 1967.** Chimie organique. Ed. MIR. 1<sup>er</sup> Rijski péréoulouk, 2, Moscou, 278.
156. **PERRIER, P. (1927).** La faune de la France illustrée- Coléoptères (première partie). Tome I. Ed. *Del agrave*, Paris, 192 p.
157. **PERRIER, P. (1932).** La faune de la France illustrée- Coléoptères (2 Eme partie). Tome II. Ed. *Del agrave*, Paris, 229 p.
158. **POLESE J.M., 2007.** La culture de la tomate. Ed. Artémis.95p
159. **POLOVNY D., 1975 -** On three neotropical species of Gnorimoschemini (Lepidoptera;
160. **PRICE. S., PRICE. L., PÉNOËL. D. (1999),** “Aromatherapy for health professionals.”, Elsevier Health Sciences, Second édition, London, 391 p, 10, 11, 12.
161. **PUBLISHERS B., 2004.** Ressources végétales de l’Afrique tropicale. Tome 2 : légumes. Ed. Dunod.736p.
162. quatre espèces végétales spontanées. Thèse mgs. Agro. Université de Blida, 164p.
163. **QUEZEL P. et SANTA S. (1962)** Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridionales *Ed C.N.R.S.* Tome I. 565 p.
164. **QUEZEL P., et SANTA S., 1963.** Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méridoniales, Tome II, Ed. CNRS, Paris.
165. **QUIROGA E. N., SAMPIETRO A. R., VATTUONE M. A., 2001.** Screening antifungal activities of selected medicinal plants, *J. Ethnopharmacol*, 74, pp: 89-96.
166. **RAEMAEEKERS R., 2001.** Agriculture en Afrique tropicale. Direction Générale de la Coopération Internationale (D-2001/02/0218/1).
167. **RAHERILALAO M. J., 2001.** Effets de la fragmentation de la forêt sur les oiseaux autour du parc national Ranomafana ( Madagascar). *Rev. Ecol(Terre et la vie)*, 56 : 389-406.
168. **RAHIM N., 2012.** Effet biocide de thym (*Thymus fontanesii*) et de thymol sur *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). Mém. Master. Univ. SAAD DAHLEB, Blida, p. 113.
169. **RAMADE F., 2009.** Elément d’écologie – écologie fondamentale.Ed. Dunod, Paris, p.689.
170. **RAMEL J M., OUDARD E., 2008 -** *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) Éléments de reconnaissance L.N.P.V, S.R.P.V. *Avignon.2* p.2005 Renault Roger, G., Fabres, G et Philogène, B. JR., "Enjeux phytosanitaires pour l’agriculture et l’environnement", Tec et Doc, Lavoisier, (2005), 1013p.

171. **RANC N., 2010** Analyse du polymorphisme moléculaire de gènes de composantes de la qualité des fruits dans les ressources génétiques sauvages et cultivées de tomate ; recherche d'associations gènes/QTL. Thèse doctorat. Ecol. Nati. Super. Agro. MONTPELLIER, p.261.
172. **REEVES, A.F. (1973)**. An observation on natural outcrossing in the tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) in Northwest Arkansas. Arkansas Academy of Science Proceedings XXVII.
173. **REGNAULT-ROGER C., 1999**. Diversification des stratégies de protection des plantes : intérêt de monoterpènes, Acta. Bot. Gallica, 146 : 35-43.
174. **REGNAULT-ROGER C., 2005a**. Molécules allélochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leurs utilisation au XX siècle, In : Regnault-Roger C. (coord). Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier. Paris, 625-650.
175. **REGNAULT-ROGER C., et HAMRAOUI A., 1995**. Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Stored Prod. Res*, 31, pp: 291-299.
176. **REGNAULT-ROGER C., PHILOGÈNE B. J. R., VINCENT C., 2008**. Biopesticides d'origine végétale. 2èmeEd, Lavoisier, 546p.).
177. **REMINI L., 2007**. Etude faunistique, en particulier l'entomofaune du parc zoologique de Ben Aknoun, Thèse Magister, Inst. Nati. agro. El-Harrach, 220p.
178. **RENE REVUZ. J.E. (2009)**, “ Traité EMC : Cosmétologie et dermatologie esthétique.”, elsevier masson, section E, paris, 500 p, 2,3.
179. **RHOUMA A, BEN DAOUD H, GHANMI S, BEN SALAH H, ROMDHANE M, DEMAK M(2009)**. Antimicrobial activity of leaf extracts of *Pistacia* and *Schinus* species against some plant pathogenic fungi and bacteria. *J. Of Plant Pathol.*, 91(2): 339 – 345.
180. **RICK , C. M. (1986)**. Tomato *Lycopersicon esculentum* (Solanaceae). Evolution of Crop Plants. N. W. Simmonds, Longman: 268-273.
181. **ROTH M., 1972**. Les pièges à eau colorés, utilises comme pots de Berber. Zool. Agri. Pathol. Vég. : 79-83.
182. **ROZMAN V., KALINOVIC I., KORUNIC K., 2007**. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects, Journal of Stored products Research 43: 349-355.



183. **SAYYAH M., VALIZADEH J., KAMALINEJAD M. (2002)** Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* against pentylenetetrazole. *Phytomedicine*. 9: 212-216.
184. **SHAAYA E., RAVID U., PASTER N., JUVEN B., LISMAN U., PISSAREV V., 1991.** Fumigant toxicity of essential oils against for majors stored-products insects. *J. Chem. Ecol*, 173: 499-504.
185. **SHANKARA N, JOEP V, MARJA G, MARTIN H, BARBARA V. 2005.** La culture de la tomate (production, transformation et commercialisation). Ed: Agrodok17. 105P. SIMIC et al., 2003
186. **SIMIC M., KUNDAKOVIC T., KOVACEVIC N. (2003)** Preliminary assay on the antioxidant activity of *Laurus nobilis* extracts. *Fitoterapia*. 74: 613-616.
187. **SIQUIERA H.A.A., GUEDES R.N.C. et PICANCO M.C., 2000.** Insecticid resistance in populations of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) *Agricultural and Forest Entomology*, 2, 147-153.
188. Site web: [http://www.cwss-scm.ca/biological\\_control.htm](http://www.cwss-scm.ca/biological_control.htm).
189. **SNOUSSI S.A. 2010.** Etude de base sur la Tomate en Algérie. Ed FAO.6 P.
190. **SOTO-MENDIVIL. E.A., MORENO-RODRIGUEZ. J.F., ESTARRON-ESPINOSA.M., GARCIA- FAJARDO. J.A, OBLEDO-VASQUEZ. N.O.,** “Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. ”, *Rvue of science and technology e-Gnosis*, V. 4, Article: 16, (Novembre 2006), 7 p.
191. **TAFIFET, L., 2010.** Effet bactericide, fongicide et nematicide *in vitro* de
192. **TAYLOR L., 2002.** Brazilian Peppertree, from *Herbal Secrets of the Rainforest*, Published and copyrighted by Sage Press, Preprinted 2nd edition © 2002-2003.
193. **TAYLOR L., 2005.**The healing power of rainforest herbs, a guide to understanding and using herbal medicinal. Ed. Square One Publishers, New York.
194. **TCHAKER F.Z., 2011,** évaluation des effets des extraits aqueux d'*inula viscosa* en combinaison avec un bio-adjuvant sur la qualite phytochimique, la densite des sexupares de *chaitophorus leucomelas* (homoptera: aphididae) et sur la reprise biocenotique. Mém. Magister. USDB, p.241.
195. **TETEREL M., 2009.** Bulletin de santé du vegetal Normondie. Ed. Fredon, 2p.
196. **TILMAN, D. (1997).** The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science*. 277: 1300- 1302.

197. **TIMBRELL, J.A, DRAPER, R., ET WATERFIELD, C.J., 1994.** Biomarkers in toxicology: new uses for some old molecules? *Toxicology and Ecotoxicology News*,1(1), 4-14.
198. **TREMATERRA, P., SCIARRETTA, A., 2002.**Activity of chilli, *Capsicum annuum* L. var. *acuminatum*, on stored product insects *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *IOBC/wprs Bull.* 25 (3), p. 177–182.
199. **TROTTIN CAUDAL Y., CHABRIERE C., TERRENTROY A., 2010-** *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives Carquefou, 29 p.
200. **URBANEJA, A., VERCHER, R., NAVARRO, V., GARCIA MARI, F ET PORCUNA, JL.,** "La polilla de la tomate, *Tuta absoluta*", *Phytoma*, Espana, n° 194, (Décembre 2007) ,16-23.
201. **UVAH, I.I.I. ET COAKER, T.H., 1984.** Effect of mixed cropping on some insect pests of carrots and onions. *Entomol. Exp. appl.*, 36, 159-167.
202. **VALLARDIE, P. (1962).** Encyclopédie du monde animal. Tome II, 159- 463.
203. **VEROLET J-F., 2001 :** Tomate : Fiche technique en agriculture biologique. Ed. A.D.A.B, 9p.
204. **VIERA DA SILVA J., 1979.** Introduction à la théorie écologique. Ed. Masson, Paris, *coll. d'écologie*, 14, 112p.
205. **VINCENT, C.et CODERRE, D., 1992.** La lutte biologique. Éd. Gaëtan Morin éditeur, Québec, canada, p.646.
206. **WARE GW., 1991.** *Fundamentals of pesticides. A. self-instruction guide.* 3ème Ed. Thomson Publ. Fresno, CA.
207. **Warnock, S. J., 1988** A Review of Taxonomy and Phylogeny of the Genus *Lycopersicon*. *Hortscience* **23**: 669 673.
208. **WEINZEIRL R., 1998.** Botanicals insecticides, soaps and oils. *In*: Reegcigl JE and Rechcigl NA (eds.). *Biological, biotechnological control of insect pests*. Lewis Publ., Boca Raton, FL, 101-121.
209. **Willem. J. P., (2004)** “ Les huiles essentielles, médecine d’avenir.”, Dauphin, Troisième édition, Paris, 318 P.
210. **YAKHLEF G., 2010.** Etude de l’activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris*L. ET *Laurus nobilis*L.Mém. Magister. Univ. El-Hadj Lakhdar. BATNA, p.78.

211. **ZAHRADNIK, J. (1984).** Guide des insectes. Hâtier, France, 318 p.
212. **ZAID A., 2010-** Inventaire des ennemis naturels de *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) (Lepidoptera, Gelechiidae) et effet de son parasite *Diglyphus isaea* (Hymenoptera, Eulophidae) sur deux variétés de tomate dans les régions de Staoueli et Chéraga Thèse. Ing. Agro., USDB., Blida, 74 p.
213. **ZIMMER, E. (1989).** Guide de la faune. Traduction et adaptation Denis Amand, Arthaud. 218- 282.

### **Autres références :**

1. **ANONYME 1, 2014.** "<http://Johnmcdonald.info/online/food>"
2. **ANONYME 2, 2014.** : <http://raf.dessins.free.fr/wordpress/?paged=67>
3. **ANONYME3, 2014** "<http://Education.environnement.ecoles.over-blog.com/315-categorie-11560739.html>"

**Annexe 1 : Matériels utilisée sur terrain pour l'installation de la culture (Originale, 2014).**

Plantoir

Thermomètre numérique  
(Mutichapelle, INSFP  
Bougara)

Charrue à bisocs



Charrue à herse



Charrue à soc

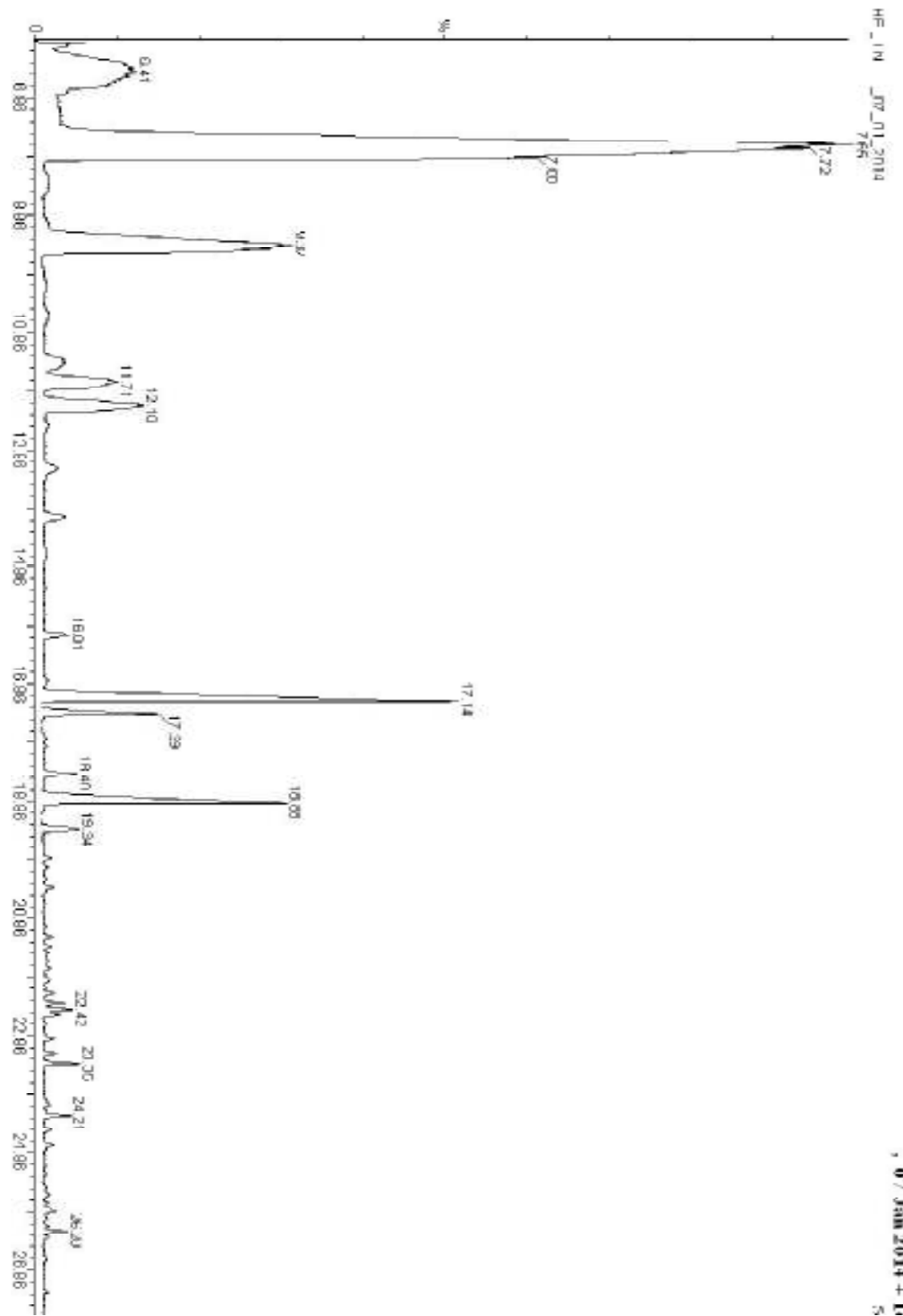


Rotavateur

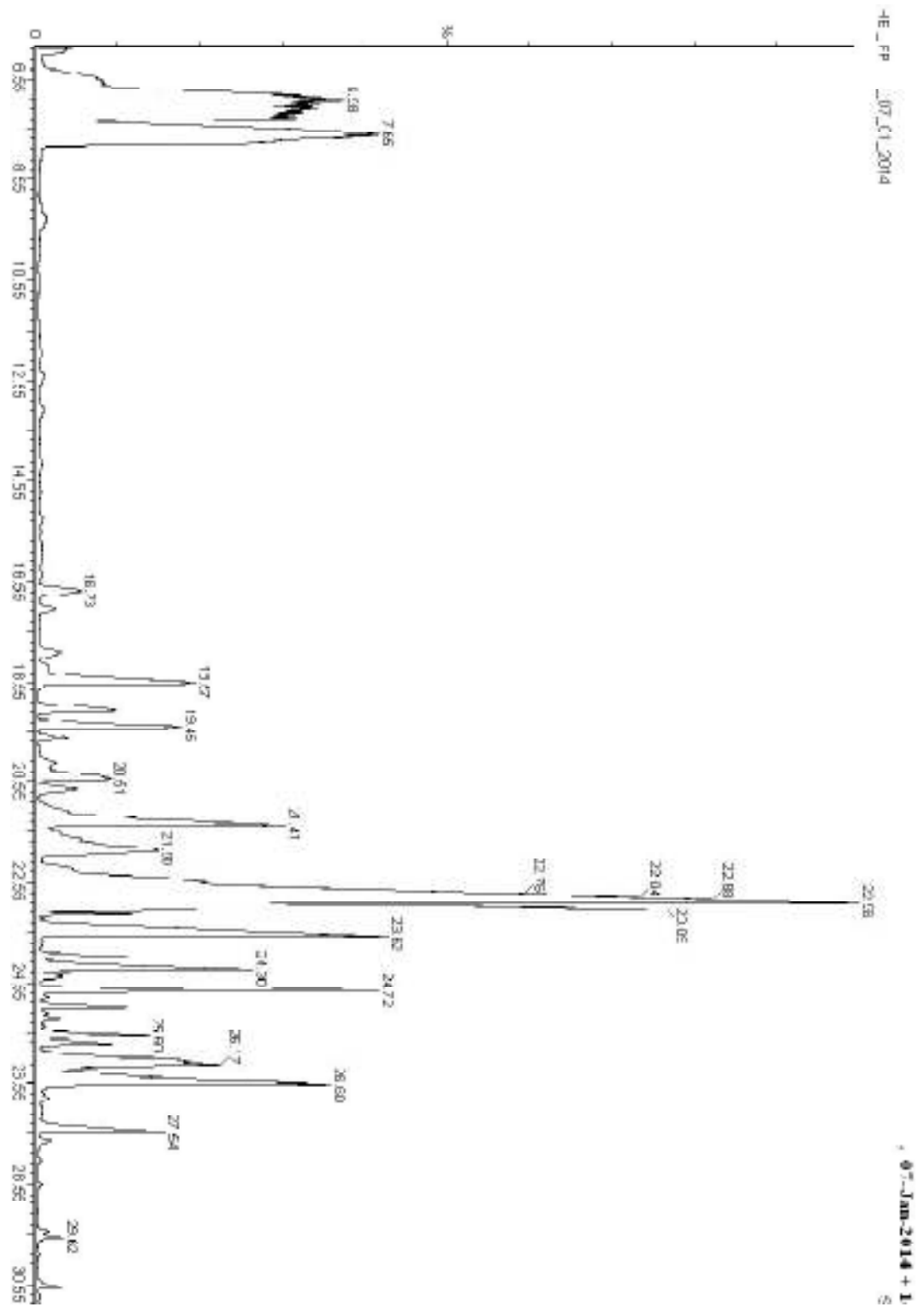
**Annexe 2** : les températures enregistrées dans la serre multichapelle durant les trois mois d'étude

Mois	décade	T° moyenne				
		Horaires			/ 10 jours	Par mois
		8 H	13 H	16 H		
Mars	01	17,5	23,02	20,77	20,43	21,67
	02	18,5	23,13	20,93	20,85	
	03	21,78	24,18	25,2	23,72	
Avril	04	22,15	25,15	28,33	25,31	23,33
	05	24,38	26,9	23,63	24,93	
	06	18,45	21,25	19,85	19,85	
Mai	07	23,14	29,98	28,04	27,05	25,49
	08	22,61	25,5	23,24	23,78	
	09	25,92	26,06	24,95	25,64	

**Annexe 3** : résultats d'analyse de chromatographie phase gazeuz couplée par spectrométrie de masse de Huile essentielle du Laurier noble (*Laurus nobilis* L.)



**Annexe 4:** résultats d'analyse de chromatographie phase gazeux couplée par spectrométrie de masse de l'huile essentielle du Faux poivier (*Schinus molle* L.)



**Annexe 5** : site de prélèvement des feuilles infesté par la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*



**Annexe 5:** serre multichapelle de l'ITCMI à Staoueli (Originale, 2014).



## Annexe 6 : présence/ absence des espèces capturé par les pots colorés dans les trois mois d'étude

Mois d'échantillonnage			Mars			Avril			Mai		
Couleurs de pièges			PJ	PV	PR	PJ	PV	PR	PJ	PV	PR
Ordre	Familles	Espèces									
Aranea	Linyphiidae	Linyphiidae sp. indé.	1	1	0	0	1	0	1	0	0
		<i>Tapinopa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Lycosidae	Lycosidae sp. indé.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Salticidae	Salticidae sp. indé.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Amaurobiidae	Amaurobiidae sp. indé.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gnaphocidae	Gnaphocidae sp1. indé.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		Gnaphocidae sp2. indé.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Thomicidae	Thomicidae sp. indé.	0	0	0	0	0	0	0	0	+
Acari	Tetranychidae	Tetranychidae sp. indé.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Gamasidae	Gamasidae sp. indé.	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Collembola	Isotomidae	Isotomidae sp. indé.	1	1	1	1	1	0	0	1	1
	Poduridae	Poduridae sp. indé.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Orthoptera	Gryllidae	<i>Gyllulus domesticus</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	Acrididae	<i>Pezottetix giornae</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Tysanoptera	Thripidae	<i>Thrips</i> sp.1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
		<i>Thrips</i> sp.2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Thrips</i> sp.3	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Thrips</i> sp.4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aeolothripidae	Aeolothripidae sp. indé.	1	0	1	0	0	0	0	0	1
Psocoptera	Psocidae	Psocidae sp. indé.	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis fabae</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	1
		<i>Myzus</i> sp.	1	1	0	1	1	1	1	1	1
		<i>Macrosiphum</i> sp.	0	0	0	1	0	1	0	0	1
		Aphididae sp. indé.1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Aphididae sp. indé.2	0	0	0	1	0	0	1	1	1
	Fulgoridae	<i>Delphax</i> sp.	1	1	1	1	0	0	0	1	0
		Delphacinae sp. indé.	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		Fulgoridae sp. indé.	0	0	0	0	0	0	1	1	0
		Chermesinae sp. indé.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Cicadellidae	Stegelytrinae sp. indé.	1	0	1	0	0	0	0	1	0
		<i>Agallia</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Psyllidae	<i>Psylla mali</i>	1	0	1	0	0	1	1	0	0
		Psyllidae sp. indé.	1	0	1	0	0	0	0	0	1
	Daphniidae	Daphniidae sp. indé.	0	0	0	1	0	0	0	0	0

	Issidae	<i>Issus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Cixiidae	<i>Cixus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Aleurodidae	<i>Aleurodes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Hemiptera	Rhopalidae	<i>Brachycarenum</i> sp.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
		<i>Liorhysus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
		<i>Stictopleurus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Anthocoridae	<i>Anthocoris</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Lygaeidae	<i>Nysius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Scymnus interruptus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
		<i>Adonia variegata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
		Coccinellidae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		<i>Chilocorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Elateridae	Elateridae sp.indét.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Staphylinidae	<i>Platystethus nodifrons</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	
		<i>Aleochara</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
		<i>Atheta</i> sp.	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
		<i>Xantolinus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		<i>Trachystroglodytes</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
		<i>Lathrobium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
		<i>Scopaeus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		<i>Trechus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
		<i>Anotylus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Buprestidae	<i>Buprestis octoguttata</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
	Cetoniidae	<i>Tropinata</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
		<i>Squalida</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Scarabeeidae	<i>Pleurophorus caesus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Chrysomilidae	Halticinae sp.indét.	0	0	0	1	0	0	1	0	1	
		<i>Psylloides</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		<i>Asiolestia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Cantharidae	<i>Cantaris rufa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Carabidae	<i>Calathus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	0	
	Oedemeridae	<i>Oedemera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Mordellidae	<i>Mordella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Cleridae	<i>Trichodes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Curculionidae	<i>Sitona</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Hymenoptera	Fourmicidae	<i>Cataglyphis viatica</i>	1	0	1	1	0	1	1	1	0
			<i>Tapinoma nigerrimum</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1
			<i>Tetramorium semilaeva</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Lasius</i> sp.			0	0	0	0	0	0	0	0	1	

	Proctotrypidae	<i>Ooctonus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
		<i>Limaenon</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Mymarinae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Lygocerus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Diapriinae sp.indét.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Teleosiniens sp.indét.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Aspicerinae sp.indét.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hypoponera</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Lonostigmus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	Ichneumonidae	Ichneumonidae sp.indét.	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
	Halictidae	<i>Lasioglossum</i> sp.1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0
		<i>Lasioglossum</i> sp.2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Halictus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1
	Cynipidae	Cynipinae sp.indét.	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	Pompilidae	Pompilidae sp.indét.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chalcidae	<i>Dibrachis</i> sp.	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Podagrion</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Chalcidae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Eupelminae sp.indét.	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Euminidae	Euminidae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Braconidae	Braconidae sp.indét.	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	
	<i>Aphidius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Vespidae	<i>Pollistes gallicus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Bethylidae	Bethylidae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Anthophoridae	<i>Eucera</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
0Diptera	Ceratopogonidae	<i>Leptoconops</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	Sciaridae	<i>Bradyzia</i> sp.	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	Ephydriidae	<i>Callinapaea</i> sp.	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1
	Cecidomyiidae	<i>Micromya</i> sp.	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0
	Chironomidae	<i>Metrocremus</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Chironomus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Crictopus annulator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Scatopocidae	<i>Scatopse</i> sp.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		<i>Scatopse</i> sp.2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Phoridae	<i>Aphiochaeta</i> sp.	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
	Sphaeroceridae	<i>Leptocera</i> sp.	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
		<i>Muscna stabulens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Fanniidae	<i>Fannia scalaris</i>	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0

		<i>Fannia canicularis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pipunculidae	Pipunculidae sp.indét.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Muscidae	<i>Musca</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	<i>Empis</i> sp.1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
		Tachydromiids sp.indét.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hebotinae sp.indét.	1	0	0	0	0	0	1	0	0
		Limonoiidae sp. indét.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Dolicopodidae	<i>Hercotomus crysoz</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Hercotomus cupreus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Helophilus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Gymnopternus</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	1	1
	Syrphidae	<i>Eumerus</i> sp.	1	0	0	1	1	1	0	0	0
		<i>Neoasia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Agromyzidae	<i>Agromyza</i> sp.	1	0	0	1	1	1	1	1	1
		<i>Liriomyza</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Stratiomyiidae	Stratiomyiidae sp.indét.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calliphoridae	<i>Calliphora</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	1	0
		<i>Calliphora erythrocephala</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0
	Culicidae	<i>Culex</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0
	Mycetophilidae	Mycetophilidae sp.indét.	0	1	1	0	1	0	0	1	0
	Drosophilidae	<i>Drosophila</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Psychodidae	<i>Pharaenoides</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	1
		<i>Psychoda</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Tipulidae	Tipulidae sp.indét.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Rhagiolidae	<i>Rhagio</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Sarcophagidae	<i>Sarcophaga</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Opomyzidae	<i>Anamalochaeta</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Tachinidae	<i>Dexia rustica</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Chloropidae	Chloropidae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Anthomyiidae	<i>Delia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Sepsidae	<i>Sepsis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lepidoptera	Momphidae	Momphidae sp.indét.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Pieridae	<i>Peris brassicae</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Pterophoridae	<i>Platyptilia</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0