



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

IKHLEF Yassine

MOHAMED Mustafa

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : Protection des Cultures.

THÈME

**Effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de
la menthe et le purin de l'ortie *in vivo* sur la mineuse
de tomate *Tuta absoluta***

Soutenue publiquement le .. /06/2017

DEVANT LE JURY

Président	BENOURAD F.	M.C.B. Univ. de Mostaganem
Encadreur	Mme. BOUALEM M.	M.C.B. Univ. de Mostaganem
Examineurs	Mme. SAIHAH F.	M.C.B. Univ. de Mostaganem

Année universitaire 2016/2017

Dédicace:

***C'est avec une profonde gratitude
et sincères reconnaissances***

***Que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à
Mes chers parents ; qui ont sacrifié leur vie pour
Ma réussite et ils m'ont éclairé le chemin par
Leurs conseils judicieux.***

J' espère qu'un jour,

***Je pourrai leurs rendre un peu de ce qu'ils ont
Fait pour moi, que dieu leur prête bonheur et longue vie.***

Je dédie aussi ce travail à mes frères et

Sœur, ma famille et mes amis,

Tous mes professeurs qui nous ont enseigné

Et à tous ceux qui nous sont chers.

Remerciements

*Avant tout nous remercions **ALLAH**, le miséricordieux, le tout puissant et le plus clément qui nous aide et nous donne le courage de tout faire.*

*Tout d'abord, nous tenons à remercier notre directeur de mémoire, **Madame Malika BOUALEM**, pour son inlassable énergie, sa gentillesse, sa disponibilité, son dévouement, ses encouragements indispensables, son aide précieuse et son optimisme à toute épreuve. Nous lui sommes reconnaissantes de m'avoir donné la magnifique opportunité de réaliser ce travail, Merci pour tout Madame.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à **Mme BENOURAD F.** d'avoir accepté de présider ce jury.*

*Nos remerciements chaleureux vont également à **Mme SAIAH Farida** pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant d'examiner ce travail.*

*Nos remerciements chaleureux vont également au chef de département monsieur **Benabdelmoumene Djillali**, pour ses conseils scientifiques judicieux et son aide pour la réalisation des traitements statistiques.*

*Nous remercions vivement **Mr. Azzadine** responsable de l'atelier de nous avoir facilité la tâche. Sans oublier l'équipe de travailleur de l'atelier en citant **M. Maamar et Kaddour**.*

*Un grand Merci à **monsieur Nabil** le technicien du laboratoire de protection des végétaux pour sa disponibilité et sa précieuse aide durant la période de notre stage.*

Nous tenons à exprimer nos très vifs remerciements à tous nos enseignants du département d'Agronomie auxquels nous devons beaucoup pour notre formation et nous exprimons notre profonde gratitude à tous nos collègues de l'université de Mostaganem.

Sommaire

Préambule

Sommaire

Liste de figures

Liste de tableaux

Abréviations

Résumé

Abstract

Introduction générale

Partie bibliographique

*Chapitre I : La tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.*

I.1. Introduction.....	02
I.2. Origine.....	02
I.3. Classification de la tomate.....	02
I.3.1. Classification botanique.....	02
I.3.2. Classification génétique.....	03
I.4. Description botanique de la plante de la tomate.....	03
I.5. Importance économique de la tomate.....	04
I.5.1. Dans le monde.....	04
I.5.2. Dans l'Algérie.....	05
I.5.3. Dans la région de Mostaganem.....	06
I.6. Les exigences édapho-climatiques de la tomate.....	06
I.6.1. Les exigences climatiques.....	06
I.6.1.1. La température.....	07

I.6.1.2. La lumière.....	07
I.6.1.3. L'eau et l'humidité.....	07
I.6.2. Les exigences édaphiques.....	07
I.6.2.1. Le sol.....	07
I.6.2.2. Le pH du sol.....	08
I.6.2.3. La salinité.....	08
I.7. Les ennemis de la tomate.....	08
I.7.1. Les maladies.....	08

CHAPITRE II : La mineuse de tomate (*Tuta absoluta*)

II.1. Introduction.....	15
II.2. Position systématique de l'insecte.....	15
II.3. Caractéristiques de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	15
II.3.1. Cycle biologique.....	16
II.3.2. Dégâts.....	18
II.4. Stratégies de lutte utilisées contre la mineuse de la tomate.....	19
II.4.1. : Mesures prophylactiques.....	19
II.4.2. Lutte chimique.....	20
II.4.3. Lutte biologique.....	21
II.4.4. Lutte biotechnique.....	22

Chapitre III : Le purin de l'ortie (*Urtica dioica*)

III.1. Généralités.....	24
-------------------------	----

III.2. Historique.....	24
III.3. Présentation de la plante étudiée l’ortie.....	25
III.3.1. Description de l’ortie dioïque.....	25
III.3.2. Classification de la plante.....	25
III.3.2. Origine de l’ortie dioïque.....	26
III.3.3. Récolte.....	26
III.3.4.les autres représentants du genre Urtica.....	26
III.3.4.1.Les fausses orties.....	29
III.4. Utilisations de l’ortie.....	29
III.4.1. Usages alimentaires.....	29
III.4.2. Usages médicaux.....	29
III.4.3. Usages industriels.....	30
III.4.4. Usages agricoles.....	30

Chapitre IV : la Menthe verte (Mentha spicata)

IV. Menthe verte.....	33
IV.1. Origine et définition.....	33
IV.2. Classification botanique.....	33
IV.3. Description.....	34
IV.4. Répartition géographique.....	34
IV.5. Huiles essentielles de la Menthe verte.....	34
IV.5.1. Composition chimique.....	34
IV.5.2. Utilisation.....	34

Partie expérimentale

Chapitre I: Matériel et méthode

I.1. Objectif du travail	37
I.2. Structure du travail.....	37
I.3. Le choix de solvant d'extraction.....	38
I.4. Méthode d'extraction Soxhlet.....	38
I.4.1. Le principe de l'extraction Soxhlet.....	39
I.4.2. Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet.....	40
I.5. L'évaporateur rotatif.....	40
I.5.1. Le principe de l'évaporateur rotatif.....	41
I.6. Le rendement d'extraction.....	41
I.7. Protocole de l'extraction.....	42
I.8. Matériel animal.....	43
I.8.1 : Installation de la culture.....	43
I.8.2. Suivi de la culture.....	44
I.8.3. Echantillonnage.....	45
I.9. Etude effectuée dans laboratoire.....	45

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. L'extraction.....	47
II.2. Variation de couleur	47
II.3. Rendement d'extraction.....	47
II.4. Evaluation in « vivo » de l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles de <i>Mentha spicata</i> sur <i>T. absoluta</i>	48

II.4.1. Taux d'infestation de <i>T. absoluta</i> sous l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles de <i>Mentha spicata</i>	48
II.4.2. Taux d'infestation de <i>T. absoluta</i> sous l'effet du purin de l'ortie.....	49
II.4.3. Comparaison entre l'activité insecticide les deux traitements sur la mineuse <i>T. absoluta</i>	50
II.5 : Comparaison entre l'effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de <i>M. spicata</i> et du purin de <i>U. dioica</i> et les témoins.....	52
II.6 : Analyse statistique.....	54
Discussion.....	55
Conclusion.....	56

Références bibliographique

Annexe

Liste des figures

Figure 01. Tomate sous serre Fabiola.....	03
Figure 02. Les différentes parties de la plante de tomate : A. fruits ; B. feuilles C. fleurs.....	04
Figure 03. Production des principaux pays producteurs de la tomate.....	05
Figure 04. Cycle biologique de la mineuse de tomate <i>T. absoluta</i>	17
Figure 05. Les dégâts de <i>T. absoluta</i> sur feuilles de tomate.....	18
Figure 06. Les dégâts de <i>T. absoluta</i> sur fruits de tomate.....	19
Figure 07. Représente l'espèce de l'ortie.....	26
Figure 08. <i>Mentha spicata</i>	33
Figure 09. Matériel végétal utilisé : (A) feuilles de l'ortie (<i>Urtica dioica</i>) ; (B) feuilles d <i>M. spicata</i>	37
Figure 10. Montage de l'extraction Soxhlet.....	39
Figure 11. Le retour du solvant contenant les principes actifs de l'extracteur vers le ballon.....	40
Figure 12. L'évaporateur rotatif BUCHE R-210.....	41
Figure 13. L'extrait obtenu après élimination du solvant pour calculer le rendement d'extraction.....	42
Figure 14. Représentation schématique de la méthode d'extraction.....	43
Figure 15. Plants de tomate après repiquage sur la serre expérimentale.....	44
Figure 16. Insecte-proof dans la serre de tomate.....	44
Figure 17. Traitement par l'extrait de menthe et le purin de l'ortie.....	45
Figure 18. les différents blocs de tomate sous serre.....	45
Figure 19. La variation de couleur durant l'extraction Soxhlet.....	47
Figure 20. Le taux d'infestation de <i>T. absoluta</i> sous l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de <i>Mentha spicata</i>	49
Figure 21. Le taux d'infestation de <i>T. absoluta</i> sous l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de <i>Mentha spicata</i>	50
Figure 22. L'évolution du taux de mortalité cumulée de <i>T. absoluta</i> sous l'effet de l'extrait de <i>M. spicata</i>	51
Figure 23. : L'évolution du taux de mortalité cumulée de <i>T. absoluta</i> sous	

l'effet du purin de l'ortie.....	51
Figure 24 : Larve de <i>T. absoluta</i> morte après traitement lors de l'essai in « vivo ».....	52
Figure 25 : Comparaison entre l'effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de <i>M. spicata</i> et le purin de <i>U. dioica</i>	53

Liste des abréviations

L1, L2, L3, L4 : Larves du 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} stade de la forme aptère.

% : Pourcentage

H : Heure

J : Jour

g : gramme

Kg : Kilogramme

M : Macération

ED : Eau distillée

ppm : partie par millions

°C : Degré Celsius

T : Témoin

R : Rendement

Mext : La masse de l'extrait après l'évaporation du solvant.

Méch : La masse de l'échantillon végétal.

Résumé

La présente étude a pour objectif de proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation des produits naturels « bio insecticide d'origine végétale ». Dans ce contexte, nous avons évalué in vivo l'activité insecticide d'extrait hydro-alcoolique de *Mentha spicata*, et le purin de l'ortie (*Urtica dioica*) sur la mineuse de tomate *T. absoluta*. Pour répondre à cet objectif, une extraction des feuilles de la menthe, et une macération de l'ortie, a été réalisée, afin d'évaluer sa toxicité sur *T. absoluta*. L'extrait hydro-alcoolique de la menthe et le purin de l'ortie montrèrent une activité remarquable par rapport aux lots de témoin. « in vivo ». L'extrait et le purin de l'ortie ont été testés en adoptant la méthode de toxicité par contact direct ou pulvérisation. L'extrait hydro-alcoolique a présenté un effet insecticide remarquable comparativement au purin de l'ortie à l'encontre de la mineuse de la tomate.

Mots clés : bio insecticides, *Mentha spicata*, *Urtica dioica*, *T. absoluta*, hydro-alcoolique, toxicité.

Summary

This study aims at proposing alternative solutions based on the use of natural products "bio insecticide of vegetable origin". In these contexts, we evaluated in vivo the insecticidal activity of *Mentha spicata* hydroalcoholic extract and the nettle manure (*Urtica dioica*) on tomato leafminer *T. absoluta*. To meet this objective, mint leaf mining, and nettle maceration, was performed to assess its toxicity to *T. absoluta*. The hydro-alcoholic extract of mint and the nettle manure gave a remarkable activity by adding to the batches of control. "in vivo". The extract and the nettle manure were tested by adopting the method of toxicity by direct contact or by spraying. The hydroxyl alcohol extract exhibited a remarkable insecticidal effect compared to the nettle manure against the in vivo tomato leafminer.

Key words: bio insecticides, *Mentha spicata*, *Urtica dioica*, *T. absoluta*, hydroalcoholic, toxicity.

Introduction générale

Les produits naturels sont de plus en plus recherchés pour une agriculture durable, l'utilisation sans discernement des pesticides conventionnels de synthèse ayant eu un impact écologique et sanitaire néfaste (résistance des ravageurs, contamination de l'environnement et des écosystèmes, perte de la diversité ...). Le recours au monde végétale et aux molécules qui ont permis aux plantes de se protéger contre les ennemis naturels devient donc indispensables (Regnault-Roger, *et al.*, 2008).

Pour le but de minimiser le risque de produit chimiques sur la planète et de valoriser l'effet bio-insecticides des substances naturelles végétales, nous nous sommes intéressés à choisir deux plantes connue par leur toxicité et leur teneur élevé en principe actifs : la menthe verte (*Mentha spicata*) et l'ortie (*Urtica dioïca*).

Le choix du modèle animal ; *Tuta absoluta* Meyrick, repose essentiellement sur les pertes importantes au niveau de la production agricole connue par ce ravageur, surtout dans les zones tempérées de la planète (Dedryver *et al.*, 2010 et Holman, 2009).

Ce travail regroupe deux grandes parties :

Une partie théorique scindée en quatre chapitres, le premier ayant trait à la généralité sur la plante hôte de l'animal étudié, il s'agit de la culture de tomate, le deuxième chapitre sur le bioagresseur étudié, les troisième et le quatrième chapitres synthétisent les plantes utilisées comme traitement « la menthe et l'ortie ».

Une partie pratique, subdivisée en deux chapitres, le premier présente les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail, le seconde est consacré aux résultats et discussion.

Chapitre 1

La tomate Lycopersicon esculentum Mill.

I.1. Introduction :

La tomate est une espèce de plantes herbacées de la famille des Solanacées. Cette culture est répandue dans le monde entier, 90% de la production mondiale est obtenue dans l'hémisphère nord (Bassin Méditerranéen, Californie et Chine). Il existe plus de 4000 variétés de tomate ; certaines sont résistantes aux maladies et à d'autres facteurs (biotiques et abiotiques), d'autres sont différentes par les caractéristiques de leurs fruits, leur précocité et leur type de croissance (indéterminé ou déterminé) (Celma *et al.*, 2009).

Selon le même auteur, la tomate est une culture à cycle assez court, donne un haut rendement et elle présente de bonnes perspectives économiques. Elle est cultivée aussi bien pour la consommation fraîche que pour la transformation industrielle.

I.2. Origine :

L'origine du genre *Lycopersicon* se situe au Nord-Ouest de l'Amérique du sud, dans une aire allant du sud de Chili, et de la côte pacifique aux contreforts des Andes. Le genre comprend neuf espèces (Rick *et al.*, 1990), huit sont restées dans les limites de leur zone d'origine. Une seule espèce, *L. esculentum* sous sa forme sauvage cerasiforme, a émigré vers le Sud de l'Amérique du Nord. C'est au Mexique que la tomate a été domestiquée. Introduite en Europe au XVI siècle, sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Et, en Afrique et en moyen Orient (Shankara *et al.*, 2005).

I.3. Classification de la tomate :**I.3.1. Classification botanique :**

La tomate a été classée scientifiquement par Linné en 1753 dans le genre *Solanum*, avec comme nom binomial *Solanum lycopersicum* mais en 1768 Miller a reclassé cette espèce dans le genre *Lycopersicon*. Sa dénomination officielle devient alors *Lycopersicon esculentum* Miller (Andrew, 2001).

Sa classification est comme suit :

Règne : Plantae

Sous règne : Trachenobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Asteridae

Ordre : Solonales

Famille : Solanaceae

Genre : *Lycopersicon*

Espèce : *Lycopersicon esculentum* Mill.



Figure 01 : Tomate sous serre *Fabiola Hybride* F1, (Originale, 2017).

I.3.2. Classification génétique

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

I.4. Description botanique de la plante de la tomate :

La racine de la tomate est pivotante pousse jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale produit une haute densité de racines latérales et adventices. La Tige présente un port de croissance entre érigé et prostré, elle pousse jusque à une longueur de 2 à 4 m, elle est pleine, fortement poilue et glandulaire. Les feuilles sont composées et velue. Elle répand une odeur caractéristique, due à la solanine, si on la froisse. Les folioles sont ovées à oblongues, couvertes de poils glandulaires (Shankara *et al.*, 2005). Les fleurs sont de couleur jaunâtre, regroupées en cyme (Anonyme, 1999). Rey et Costes (1965), rappellent que la

formule florale de la fleur est la suivante 5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles. Le fruit est une baie charnue, de forme globulaire ou aplatie avec un diamètre de 2 à 15cm. Lorsqu'il n'est pas encore mûr, le fruit est vert et poilu. La couleur des fruits mûrs varie du jaune au rouge en passant par l'orange. En général les fruits sont ronds et réguliers ou côtelé. Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, de 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement entre 2,5 à 3,5 g (Shankara *et al.*, 2005).



A



B



C

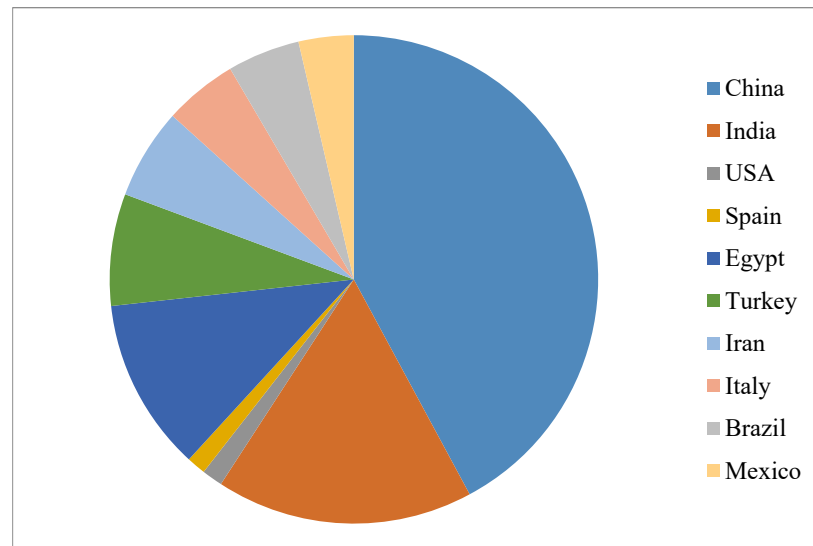
Figure 02 : Les différentes parties de la plante de tomate : A. fruits ; B. feuilles ; C. fleurs (Originale. 2017).

I.5. Importance économique de la tomate :

I.5.1. Dans le monde :

La tomate est cultivée dans presque tous les pays du monde, plus de 34 millions de tonnes sont produites. La production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri.

A l'échelle mondiale, la tomate est classé 2^{ème} culture légumière après la pomme de terre de par son volume de production. En effet, près de cinq millions d'hectares (4,98 million ha) sont réservés annuellement à cette culture avec une production de plus de 34 millions de tonne (FAO STAT, 2015).



**Figure 03 : Production des principaux pays producteurs de la tomate (tonne)
(FAO STAT, 2015)**

I.5.2. Dans l'Algérie :

Tableau 01 : Evolution de la production Tomate en Algérie 2009-2015 (DSA de Ain Defla)

Année	Superficie (ha)	Production qx	Rendement qx/ha
2009	43910	186025	816839
2010	39830	208518	830531
2011	42510	191705	814941
2012	45730	193985	887097
2013	46739	233696	1092273
2014	42354	241640	1023445
2015	31005	256784	796160

D'après le tableau 01, on constate que la production de tomate en Algérie a évolué différemment d'une année à l'autre. En effet, la production la plus importante a été enregistrée

pendant les années 2010, 2012, 2013 et 2014 avec un tonnage respectif de 830 531, 887 097, 109 2273 et 1 023 445. Par contre, cette production a montré une baisse très appréciable durant les années 2011 et 2015. Ceci pourrait être en relation direct avec les superficies consacrées à cette culture par les agriculteurs.

I.5.3. Dans la région de Mostaganem :

Tableau 02 : Production de la tomate dans la willaya de Mostaganem (DSA, 2016)

Année	Superficie (ha)	Rendement (qx/ha)	Production (qx)
2003	2123	239.4	508202
2004	2170	222.3	482330
2005	2340	197.4	462000
2006	2011	212.0	426260
2007	2026	240.7	487650
2008	1680	290.0	487200
2009	1957	258.1	505050
2010	2336	291.2	680143
2011	2298	288.4	662643
2012	2512	310.4	779695
2013	2427	335.1	813313
2014	2541	372.7	946996
2016	1802.82	402.26	725220

Selon les statistiques de la direction des services agricoles (2016) de la Willaya de Mostaganem, la production de la tomate a présenté pendant les années (2003-2005) une certaine stabilité des superficies cultivées de l'ordre de 2 123 à 2 340 ha. D'autre part, cette production a diminué en l'an 2006 ou il a été enregistré 426 260qx pour une superficie de 2011 ha. Pour reprendre son expansion durant les années (2008- 2016).

I.6. Les exigences édapho-climatiques de la tomate.

I.6.1. Les exigences climatiques :

La tomate s'adapte à une grande diversité des conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Naika *et al.*, 2005).

I.6.1.1. La température :

La tomate est une plante des saisons chaudes, elle est exigeante en chaleur pour assurer son cycle végétatif complet. Les températures optimales pour la plupart des variétés sont de 18°C à 25°C. Pendant la nuit la fécondation s'arrête à des températures inférieures à 15°C. En dessous de 10 et au-dessus de 38°C, les végétaux sont endommagés (Naika *et al.*, 2005). La température agit également sur la qualité des fruits (Benton, 1999 et Naika *et al.*, 2005).

I.6.1.2. La lumière :

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité, et sa qualité ; 1 200 heures d'insolation sont nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclairage de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toutefois la photopériode ne doit pas dépasser les 18 heures par jour (Chtiwi, 2000 in Merdaci et Atia, 2006).

I.6.1.3. L'eau et l'humidité :

L'eau doit être apportée en fonction du développement de la culture et au rayonnement solaire global. Les besoins en eau sont 500 litres/100 m²/jour pendant les 40 jours suivant la transplantation et d'environ 1000 litres/100m²/jour pendant la floraison et la maturation (Desvals, 2006). La tomate exige à peu près 3 à 4 litres d'eau par jour. Elle est très sensible à l'hygrométrie, il semble qu'une hygrométrie relativement ambiante de 60 à 65% soit la meilleure, en effet, l'humidité de l'air joue un rôle important dans la fécondation.

Si l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est lié à de fortes humidités accompagnées de la chaleur (Laumonier, 1979). Selon Benchaal (1983), l'humidité atmosphérique doit être de 76% lors de la germination, 75-80% durant l'élevage des plantes et 70-80% lors du développement des fruits.

I.6.2. Les exigences édaphiques :**I.6.2.1. Le sol :**

Laumonier (1979), atteste que la tomate pousse bien sur la plupart des sols, ayant en général une bonne capacité de rétention d'eau aérienne. Elle préfère les terres limoneuses profondes et bien drainées, légères, meubles, riches en humus, s'échauffant rapidement et plus facilement. La couche superficielle du terrain doit être perméable. Une profondeur de sol de 15

à 20cm est favorable à une bonne croissance d'une culture saine (Naika *et al.*, 2005).

I.6.2.2. Le pH du sol :

Selon Chaux et Foury (1994), la tomate est très tolérante en pH. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre 6,0 et 7,0.

I.6.2.3. La salinité :

Il est généralement considéré qu'un excès de vigueur du plant de tomate en début de culture retarde la précocité de la production. La modulation de la concentration saline de la solution nutritive est un des moyens utilisés pour maîtriser le développement du jeune plant (Brun et Montarone, 1987).

I.7. Les ennemis de la tomate :

Les cultures de tomate peuvent être affectées par divers attaques de ravageurs et de maladies cryptogamiques bactériennes ou virales, par la concurrence de mauvaises herbes et par des accidents de végétation ou des agressions abiotiques, dont l'importance varie selon le type de culture et les conditions climatiques (Chaux et Foury, 1994).

I.7.1. Les maladies :

D'après Blancard (1988), les maladies de la tomate sont classées en deux groupes :

- Maladies parasitaires (causées par des champignons, des bactéries, et des virus) ;
- Maladies causés par des ravageurs (insectes).

Les tableaux 03, 04 et 05 représentent les maladies parasitaires de la tomate.

Tableau 06 : représente Les principaux ravageurs de la tomate.

Tableau 03 : Maladies Bactériennes de la tomate (Pyron, 2006)

Maladie	Nom scientifique	Symptômes et dégâts
Chancres bactérien	<i>Clavibacter michiganensis</i> <i>Subsp. michiganensis.</i>	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruits, se forment des taches blanchâtres
Moucheture de la tomate	<i>Pseudomonas syringae</i> Pv. <i>Vesicatoria</i>	Sur feuillages : Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Les folioles se dessèchent et tombent.
Gale bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> Pv. <i>Vesicatoria.</i>	De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles. Sur fruits, de petits chancres pustuleux apparaissent et prennent un aspect liégeux.
Flétrissement Bactérienne Des solanacées	<i>Pseudomonas solanacerum</i>	Flétrissement de type <i>Verticillium</i> ou <i>Fusarium</i> mais suivi de la mort très rapide de la plante.

Tableau 04 : Maladies fongiques de la tomate.

Maladies	Nom scientifique	Symptômes et dégâts
Fontes des semis	<i>Pythium spp et Rhizoctonia solani</i> Kuhn	Manque la levée à pourriture du collet. (Blancard, 1988).
Maladies des racines liégeuses ou* corky-root*	<i>Pyrenocheta lycopersis</i> R. Schneider et Gerlach	De très nombreuses lésions brunes dans les racines dont certaines évoluent en épaissement liégeux. (Blancard, 1988).
Alternariose	<i>Alternaria solani</i> Sorauer	Sur feuilles : Apparition de taches arrondies noirâtres. Des taches chancreuses sur tige. Sur fruit : nécrose sur les sépales, puis sur calices (Pyron, 2006).

oïdium	<i>Leveillula taurica</i> (Lev.)	Tache jaunes sur la face supérieure des feuilles, et d'un duvet blanc sur la face inférieure (Pyron, 2006).
Mildiou de la tomate.	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont) De Bary	Taches jaunâtre qui brunissent rapidement. Sur la face inférieure des feuilles, un duvet blanc, grisâtre, dissémine les sports (Pyron, 2006).
Botrytis (ou pourriture grise)	<i>Botrytis cineria</i> . Pers	Sur feuille et tige : Apparition des taches brunâtres Accompagnées d'un duvet grisâtre, chancre sur tiges. Sur fruit, on observe une pourriture molle grise (Pyron, 2006).
Phytophthora	<i>Phytophthora nicotiana</i> Var. <i>parasitica</i>	Mortalité des jeunes plantes en général dans la quinzaine qui suite le repiquage au champ en conditions méditerranéennes (Blancard, 1988)
Fusariose de la tomate	<i>Fusarium oxysporum</i> F. <i>Sp.lycopersici et foxysporum</i> F.sp. <i>radicis</i> <i>lycopersici</i> =FORL	Jaunissement du feuillage à partir du bas de la plante qui se dessèche ; tissus ligneux colorés brune en brune-rouge (Pyron, 2006).
Verticilliose	<i>Verticillium dahliae</i> Klebahn	Sous serres, sous faible éclaireraient, flétrissements avec ramollissement des feuilles. En plein champ, On observe plutôt des jaunissement et nécroses. Interner vairés faisant sécher les feuilles progressivement de bas en haut de la plante (Blancard, 1988).

Tableau 05 : Maladies virales de la tomate (Pyron, 2006)

Maladie virale	Symptômes et dégâts
<i>Virus de la mosaïque du tabac (TMV)</i>	Transmis par la semence et par voie Mécanique donnant des plages vertes clair et vert foncé sur feuilles jeunes.
<i>Virus de la mosaïque du pépinio (PMV)</i>	Donne des décolorations de feuilles et une stérilisation des inflorescences, également transmis par les semences et par voie mécanique.
<i>Virus Y de la pomme de terre (PVY)</i>	Donne des nécroses sur feuilles avec dessèchement.
<i>Le Tomato chlorosis crinivirus (ToCV) et le Tomato infectious chlorosis crinivirus Tomato potted, wilt virus ou maladie bronzé. Tomato Yellow leaf-cruf (TYLCV).</i>	Virus provoqua la crispation et le jaunissement sur feuille.
<i>Stolbur</i>	Maladie à mycoplasmes, reprise ici dans les Maladies A virus car elle a des caractéristiques similaires : Symptômes de chloroses, prolifération des rameaux, réduction du feuillage, et transmission par les insectes (cicadelles).

Tableau 06 : Les principaux ravageurs de la tomate

Ravageurs	Dégâts	Moyens de lutte
<i>Mineuse de feuille de tomate</i> (<i>Tuta absoluta</i>)	-Mines sur feuille cause par la larve, pouvant évoluer jusqu'à destruction complète du limbe. -Attaque les jeunes fruits verts.	-Installation des filets insecte-proof sur les ouvrants des multi chapelles les bâches plastiques des tunnels. -Détruire les mauvaises herbes, les broussailles. -Utilisation des insectes axillaires.
<i>La mouche blanche</i> (<i>Bemisia tabaci</i>)	Transmission des virus	-Décaler les dates de semis par rapport à la période d'activité de l'insecte. -Arracher les mauvaises herbes qui peuvent héberger insectes et les virus.
<i>Nématodes</i> (<i>Meloïdogyne incognita</i>)	Formation de galles sur Racines et perturbation de l'absorption racinaire	- Désinfecter le sol. - Utiliser des variétés résistantes.

CHAPITRE II

La mineuse de tomate

Tuta absoluta

II.1. Introduction :

Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera : Gelechiidae) communément appelée mineuse de la tomate, est un micro lépidoptère provoquant d'importants dégâts particulièrement en cultures de tomate. Présent également sur aubergine, poivron, pomme de terre et autres solanacées cultivées, il vit également sur les adventices de cette même famille. Ce ravageur a été décrit pour la première fois en 1917 par Meyrick au Pérou, s'est propagé vers les pays méditerranéens en 2006, et a marqué son apparition en Algérie en mars 2008 sur tomate sous abri plastique (Berkani et Badaoui, 2008 et Guenaoui, 2008). Les larves, à tous les stades causent des dégâts important en creusent des mines et des galeries sur les parties aériennes des plants, les fruits verts ainsi que les fruits murs sont touchés (Colomo et Berta, 1995).

II.2. Position systématique de l'insecte :

Il a été décrit pour la première fois par l'entomologiste Meyrick ; il a reçu au début le nom de *Phthorimaea absoluta* (Rojas, 1981).

Cette espèce a eu plusieurs appellations :

Gnorimoschema absoluta, *scrobilpula absoluta*, *Scrobipalpuloides absoluta* avant d'être classé dans le genre *Tuta absoluta*. Elle a été classée selon Vargas (1970) comme suit :

Règne : Animalia ;

Embranchement : Arthropoda ;

Classe : Insecta ;

Ordre : Lepidoptera ;

Sous-ordre : Microlepidoptera ;

Super-famille : Gelechioidea ;

Famille : Gelechiidae ;

Sous-famille : Gelechiinae ;

Genre : *Tuta* ;

Espèce : *Tuta absoluta*.

II.3. Caractéristiques de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*

T. absoluta Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae), ravageur de tomate et autres

Solanacées, est un micro lépidoptère, dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Les papillons mesurent entre 6 et 7mm de long et environ 10mm d'envergure. Ils sont gris argenté avec des tâches noires sur les ailes antérieures. Les antennes sont filiformes ;
- Les œufs sont de petites tailles (0,36mm de long et 0,22mm de large), de forme cylindrique et de couleur crème à jaunâtre ;
- Les chenilles sont au départ de couleur crème (1er stade) puis deviennent verdâtres et rose clair (2ème - 4ème stade). Le stade L3 mesure entre 4,5 et 4,6mm de long et le stade L4 (dernier stade) mesure entre 7,3 et 7,7mm.
- Les chrysalides mâles sont plus légères ($3,04 \pm 0,49\text{mg}$) et plus petites (longueur $4,27 \pm 0,24\text{mm}$ et la largeur $1,23 \pm 0,08\text{ mm}$) que chez les chrysalides femelles ($4,67 \pm 0,23\text{mg}$; $4,67 \pm 0,23\text{mm}$ de long et $1,37 \pm 0,07\text{mm}$ de large) (Fernandez et Montagne, 1990).

II.3.1. Cycle biologique

Chaque femelle peut émettre entre 40 et 200 œufs au cours de sa vie. Son cycle de développement se présente en quatre stades larvaires et un état nymphal qui se fait généralement dans le sol. Le cycle biologique est achevé en 29-38 jours. Selon les conditions environnementales, le développement prend 76,3 jours à 14°C, 39,8 jours à 19,7°C et 23,8 jours à 27,1°C (Barrientos *et al.*, 1998). *T. absoluta* est une espèce polyvoltine. Il peut y avoir de 10 à 12 générations par an (Mahdi *et al.*, 2011).

Tableau 07 : La durée du cycle de développement de *T. absoluta* en fonction de la

température (Caudal *et al.*, 2010)

T (°C)	Œuf (j)	Larve (j)	Chrysalide (j)	Total (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

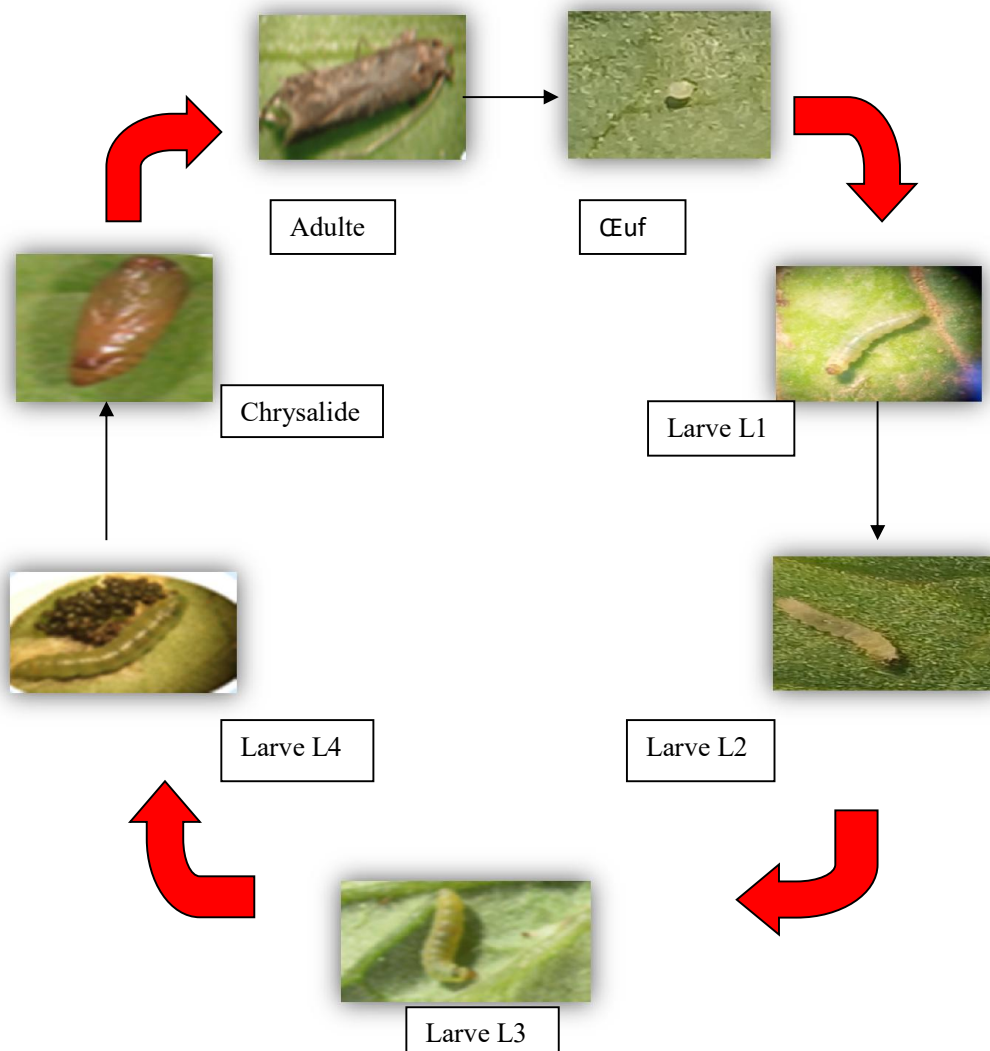


Figure 04 : Cycle biologique de la mineuse de tomate *T. absoluta* (Originale, 2017)

II.3.2. Dégâts :

Sur tomate, après un premier stade baladeur, la larve peut pénétrer dans tous les organes, quel que soit le stade de la plante :

- ✓ Sur feuille, l'attaque se caractérise par la présence de plages décolorées nettement visibles. Les larves dévorent seulement le parenchyme en laissant l'épiderme de la feuille. Par la suite, les folioles attaquées se nécrosent entièrement ;
- ✓ Sur tige ou pédoncule, la nutrition et l'activité de la larve perturbent le développement des plantes ;
- ✓ Sur fruits, les tomates présentent des nécroses sur le calice et des trous de sortie à la surface. Les fruits sont susceptibles d'être attaqués dès leur formation jusqu'à la maturité. Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet (Ramel et Oudard, 2008).



Figure 05 : Les dégâts de *T. absoluta* sur feuilles de tomate (originale, 2017).

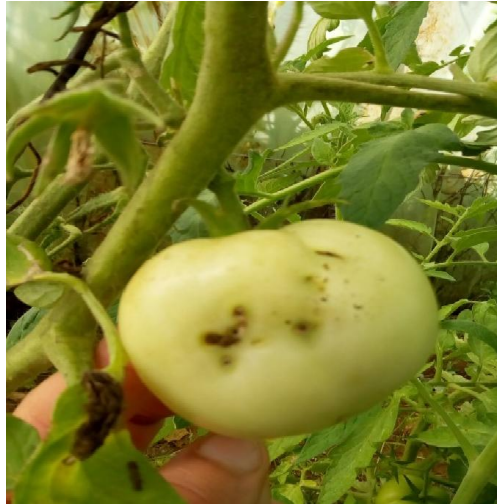


Figure 06 : Les dégâts de *T. absoluta* sur fruits de tomate (originale, 2017).

II.4. Stratégies de lutte utilisées contre la mineuse de la tomate :

La protection devra intégrer tous les moyens permettant un contrôle de cet insecte et une protection de la culture qui respectera aussi bien l'agriculteur, le consommateur et l'environnement par l'emploi raisonné et complémentaire des mesures culturales, prophylactiques, biologiques et phytopharmaceutiques (Anonyme, 2009 in Chenouf, 2011).

II.4.1. : Mesures prophylactiques :

Les techniques culturales sont des pratiques visant à réduire les sources de l'infection par *T. absoluta*. Dès la fin de la culture en place et avant l'entame de la nouvelle saison, des mesures prophylactiques doivent être prises. Ces dernières consistent à :

- ✓ Détruire les résidus de récolte infestés par leur enfouissement ;
- ✓ Désherber l'intérieur et les alentours des serres, les parcelles de pleins champs pour supprimer les plantes refuges ;
- ✓ Avant le repiquage, les plantules de tomate doivent être indemnes de toute trace de *T. absoluta*. En pleine culture l'élimination des feuilles sénescentes contaminées de la partie basale de la plante est une bonne pratique ;
- ✓ L'installation de filet insect-proof sous abri (serre ou tunnel) ;
- ✓ L'assolement en intercalant la culture avec d'autres cultures qui ne sont pas des solanacées.

II.4.2. Lutte chimique

La lutte chimique contre les insectes fait appel aux insecticides dont l'utilisation a connu un essor très importants avec les progrès de la chimie de synthèse. Elle est basée sur l'application de molécules détruisant ou limitant les populations de bio-agresseurs (doré *et al.*, 2006).

Selon l'INPV (2008), en Algérie la lutte chimique est la plus utilisée contre tous les ennemis des cultures. Les productions de tomate ont eu recours en priorité à l'usage agricole dans la lutte contre les bio-agresseurs.

Siqueria *et al.* (2000) ont noté que la résistance de *T. absoluta* à certains insecticides a été rapportée dans plusieurs pays. Afin d'éviter l'apparition rapide d'une telle résistance, il convient de respecter pour chaque produits, le nombre d'application autorisés par an, les doses prescrites et d'alterner les matières actives d'un traitement à l'autre. La lutte chimique a donné des résultats très variables selon les matières actives, tout en restant inefficace pour l'éradication complète du ravageur (Luna *et al.*, 2007). De nombreux insecticides ont été utilisés pour contrôler les populations de *T. absoluta* dans les pays où le ravageur est présent. Malgré leur efficacité l'utilisation de cette spécialité présente plusieurs problèmes :

L'apparition de la toxicité chez l'homme, la pollution de l'environnement, et le plus important du point de vue de la lutte contre les ravageurs, c'est l'apparition de la résistance aux insecticides chez ces ravageurs. Cela a conduit à trouver d'autres alternatives à la lutte chimique dans lesquelles une sélection de produits phytopharmaceutiques efficace pour contrôler les ravageurs, on trouve certaines substances sélectives sur les ennemis naturels. Les substances actives qui donnent les meilleurs résultats et qui répondent à ces deux exigences sont L'indoxacarbe et le Spinosad (Caceres, 2000). Des bioinsecticides à base de la bactérie *Bacillus thuringensis* entomophages peut aider dans la lutte contre ce ravageur (Silva, 2008).

Tableau 08 : Insecticides actifs sur *T. absoluta* (évalués par le laboratoire d'Entomologie du centre Régional de Recherche de la Platina).

Matière Active	Produit commercial	Mode d'action
Teflubenzuran	Nomolt	Inhibiteur de la chitine
Chlorfenapyr	Sunsire	Pro insecticide
Flufenoxuron	Cascade	Inhibiteur de la chitine
Tebufenocide	Mimic	Dirégulateur hormonal
Metoxyfenocide	Intrepid	Dirégulateur hormonal
Triflumuron	Alsystem	Inhibiteur de la chitine
Diflubenzuron	Dimilin	Inhibiteur de la chitine
Lufenuron	Sorba/ Match	Inhibiteur de la chitine
Fenoxycarb	Insgar	Dirégulateur hormonal
Spinosad (4)	Success 48 EC	Contact, ingestion
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Dipel, Agree	Septicémie, Tératogène
Abamectina (5)	Fast, Vertimec	Destruction du système nerveux(GABA)

II.4.3. Lutte biologique

Les auxiliaires autochtones présentent un grand intérêt dans la lutte contre *T. absoluta*. Citons les 3 punaises prédatrices que l'on peut favoriser en laissant aux abords des parcelles cultivées l'Inule visqueuse.

- *Macrolophus* sp. (si la température est comprise entre 15 et 28°C).
- *Nesidiocoris* sp.
- *Dicyphus* sp.

Certaines sociétés (Biotop, Syngenta bioline) proposent l'espèce hyménoptère *Trichogramma achaea*, parasite des œufs de *T. absoluta*. D'après les essais réalisés en 2010,

le Trichogramme apparait comme un bon outil en complément des lâchers de *Macrolophus*. La stratégie reste à préciser (Risso *et al.* 2011).

Tableau 09 : Espèces d'acariens et d'entomopathogènes de *T. absoluta* étudiées dans le monde.

Classe	Ordre	Famille	Espèce	Auteurs
Acariens	Acari	Phytoseiida	<i>Amblyseius swirskii</i> Athias-Henriot	Molla <i>et al.</i> (2008)
			<i>Amblyseius cucumeris</i> (Oudemans)	
Entomopathogènes			<i>Beauveria bassiana</i> (Bals) Vuill.	Pires (2008)
			<i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsh) Sorok	
			<i>Bacillus thuringiensis</i>	

A Mostaganem, l'inventaire réalisé par Boualem *et al.* (2012) a mis en évidence la présence de trois espèces de prédateurs de *T. absoluta* ; dont : *Nesidiocoris tenuis* Reuter, *Macrolophis pygmaeus* « Caliginosus » Wagner et *Dicyphus errans* Wolff ; ainsi que six parasitoïdes : *Necremnu artynes* Walker, *Neochrysocharis* sp., *Sympiesis* sp., *Diglyphus isaea* Walker, un Braconidae et un Ichneumonidae. *Necremnus artynes* a été le parasitoïdes le plus fréquent et le plus bondant.

II.4.4. Lutte biotechnique :

La lutte biotechnique se base sur le piégeage massif des adultes mâles de *T. absoluta* à l'aide des pièges à phéromones sexuelles, à glue, à eau et des pièges lumineux (Idrenmouche, 2011). Un entretien régulier est indispensable (changement des capsules de phéromones, nettoyage du piège, remplacement du liquide). Les pièges sont idéalement repartis de manière homogène au niveau bas des plantes avec un piège/400 m² (Bodendorfer *et al.*, 2011).

CHAPITRE III

L'ortie (*Urtica dioica*).

III.1. Généralités :

Depuis l'antiquité les molécules chimiques végétales sont connues pour leur bio-insecticide, environ 2121 espèces végétales possédant des propriétés de la lutte antiparasitaire, parmi 1005 espèces de plantes présentant des propriétés insecticides 384 avec des propriétés antiparasitaires, 297 ayant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 identifiées comme stimulateur de croissance (Rana, 2000).

Selon (Bernard *et al.* 2009) si une plante n'est pas attaquée par un insecte, c'est en effet qu'elle s'en défend chimiquement, le secret de l'autoprotection des plantes réside dans la subtile chimie de leurs toxines.

Parmi ces composés, de nombreuses molécules qui présentent une action défensive du végétale contre les ravageur ont été identifiées (Mithofer et Bolande, 2012). C'est donc à partir d'observation empirique, constante que certaines plantes se protégeaient mieux que l'autre contre les prédateurs qui importunaient les hommes, que se sont développés les premiers usages phytosanitaires des végétaux. En effet, il a été rapporté par de nombreux auteur que beaucoup de métabolites de défense des plantes sont des mécanismes d'insecticides (Rattan *et al.* 2010).

III.2. Historique :

L'ortie nous plonge au tout début de l'agriculture. Cette plante des premiers campements préhistoriques fut rapidement apprivoisée et elle devint sans aucun doute l'un des premiers légumes. Il est possible qu'il y ait eu des cultures, ou tout au moins des emplacements réservés à l'ortie dès l'âge de pierre, plus tard, elle fut consommée presque partout à la façon de l'épinard (Bernard, 2005)

Durant tout le Moyen-âge, mais aussi durant les siècles suivants, elle fut l'objet de véritables plantations. La destination première de la plante était le fourrage, accessoirement l'industrie pour la fabrication de tissus et de papiers. Son principal atout est de pousser partout et en particulier dans les terrains incultes, inaptes à recevoir d'autres cultures. En Allemagne, sa culture a perduré jusqu'à la seconde guerre mondiale. Jusque dans les années 50, les marchés des villes d'Europe orientale étaient encore abondamment approvisionnés en ortie pour la consommation animale mais aussi humaine (Bernard, 2005).

III.3. Présentation de la plante étudiée l'ortie (*Urtica dioica*) :

L'ortie appartient à la très grande famille des Urticales, sous-groupe de la classe des Angiospermes, et plus particulièrement à l'une des cinq sous-familles : les Urticacées. Cette dernière comprend une cinquantaine de genres et près de 700 espèces réparties à travers le monde. La grande ortie (*Urtica dioica*) encore appelée ortie dioïque ou ortie commune, est une ortie d'origine eurasiatique qui est aujourd'hui présente dans le monde entier. C'est une plante herbacée, vivace, détestée en raison des brûlures qu'elle provoque, privée des charmes de la couleur et du parfum, ce mal-aimé n'est pourtant pas dénué d'intérêts. Outre ses usages alimentaires, agricoles, industriels et médicaux, cette plante aux fleurs unisexuées, portées soit par des pieds différents (diécie) soit par le même pied (monœcie très rare), offre aux chercheurs une occasion unique pour comprendre les mécanismes génétiques de la séparation sexuelle des plantes (Coupin, 1920).

III.3.1. Description de l'ortie dioïque :

L'ortie dioïque est une plante herbacée vivace, haut de 40 cm, à tige dressée quadrangulaire portant des poils urticants et des poils courts, feuilles ovales, acuminées, longues de 4 à 15cm sur 2 à 8cm de large, fortement dentées sur les bords, a grosse dents, ovales triangulaires, pétiole 1 à 2 fois plus court que le limbe, à deux stipules linéaires lancéolées de 4 à 12mm de long, fleur dioïque, parfois monoïque, en grappes rameuses bien plus longue que le pétiole, les fructifères pendant, périanthe pubescent, graine ouverte de 1 à 2mm de long sur 0,75mm de large (Beloued, 2001).

III.3.2. Classification de la plante :

Nom binominal : Ortie royale

Règne : Plante

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Urticales

Famille : Urticacée

Genre : *Urtica*

Type : plante herbacée vivace haute de 40cm à tige dressée quadrangulaire portant des poils urticants et des poils courts période de floraison : Avril-Septembre (Coupin, 1920).



Figure 07 : Représente l'espèce de l'ortie (Originale, 2017).

III.3.2. Origine de l'ortie dioïque :

Originaires d'Eurasie, l'ortie s'est répandue dans toutes les régions tempérées du monde. On la rencontre plus en Europe du Nord qu'en Europe du Sud, en Afrique du nord, en Asie et largement distribuée en Amérique du Nord et du Sud (Bernard, 2002).

III.3.3. Récolte :

La récolte de l'ortie se fait dès le mois d'avril pour la consommation de jeunes pousses, puis de juin à septembre pour la récolte de plantes entières. On récolte les parties aériennes de l'ortie juste avant la floraison ou peu de temps après, les feuilles contiennent une grande concentration de principes actifs, contrairement aux autres parties de la plante (Wicki, 2004).

III.3.4. Les autres représentants du genre *Urtica* :

La petite ortie (*Urtica urens* L. 1753), deuxième ortie la plus rencontrée en France, *Urtica urens* également appelée ortie brûlante est cependant moins fréquente à l'état sauvage que la grande ortie (Bertrand, 2010 ; Tissier 2011 ; Delvaille, 2013).

a. Etymologie : Son nom d'ortie brûlante vient du fait que sa piqûre est plus douloureuse que celle de la grande ortie.

b. Répartition : On la retrouve dans les mêmes zones qu'*Urtica dioica*, excepté le nord de la Scandinavie et l'Amérique du Sud.

c. Ecologie : Rencontrée dans des décombres et lieux cultivés.

d. Caractéristiques : Sur le plan anatomique les 2 plantes sont assez similaires.

- Plante annuelle, mesurant de 20 à 60 cm, d'un vert clair, hérissée de poils urticants et de poils plus courts non urticants ;
- Tige dressée, souvent ramifiée dès la base ;
- Ses feuilles sont plus petites, ovales, arrondies ou atténuées à la base, incisées-dentées, à peine plus longues que larges, régulières et plus fragiles ;
- Pétiole plus court ou aussi long que le limbe, à 2 stipules lancéolées ;
- Fleurs monoïques (mâles et femelles mélangés) : les femelles sont bien plus nombreuses, disposées en grappes subsessiles, souvent géminées, simples, plus courtes que le pétiole ;
- Périanthe peu accrescent et présence de poils moins importante ;
- Racine pivotante ;
- Akène de moins de 1 mm ;
- La floraison s'étale de mars à octobre, pollinisation anémophile. Elle est également utilisée en thérapeutique et est souvent associée à la grande ortie dans des préparations.

L'ortie romaine (*Urtica pilulifera* L. 1753) (Bertrand, 2010; Tissier, 2011; Delvaille, 2013).

a. Etymologie : *Urtica pilulifera* également appelée l'ortie à pilules qui doit son nom à ses fleurs femelles réunies en petites sphères, pompons de piquants qui évoquaient des pilules pour les anciens.

b. Répartition : Europe et Asie occidentales et méridionales, Afrique septentrionale. En France on la rencontre surtout dans le Midi, l'ouest et en Corse.

c. Ecologie : Rencontrée dans les décombres. au pied des murs.

d. Caractéristique :

- Plante annuelle ou bisannuelle, mesurant de 40 cm à 1m, recouverte de poils et de couleur verte sombre ;
- Tige dressée, simple ou ramifiée ;

- Les feuilles sont grandes, ovales, arrondies ou tronquées en cœur à la base, profondément incisées-dentées ;
- Le pétiole est presque aussi long que le limbe et possède 2 stipules ;
- Les fleurs sont monoïque : les males en grappes greles interrompues ramifiées, les femelles en têtes globuleuses de 1cm de diamètre, denses, graines de poils, pédonculées, étalées ou pendantes ;
- Périanthe accrescent, akène de 2mm ;
- Floraison d'avril à octobre, pollinisation anémophile.

L'ortie à membranes (*Urtica membranacea* Poir. 1798) (Bertrand, 2010; Tissier, 2011; Delvaille, 2013).

a. Etymologie : *Urtica membranacea* doit son nom à la forme particulière de ses grappes de fleurs qui ressemblent à un étroit ruban.

b. Répartition : région méditerranéenne, également dans le Finistère.

c. Ecologie : Rencontrée dans les décombres, pieds des murs et régions littorales.

d. Caractéristiques :

- Plante annuelle mesurant de 30 à 80 cm, peu hérissée, dressée, souvent ramifiée ;
- Feuilles assez grandes, ovales, arrondies ou presque en cœur à la base, incisées-dentées ;
- Pétiole à peu près égal au limbe, à une seule stipule ;
- Les fleurs sont monoïques, parfois dioïques, en grappes pédonculées, simples, unisexuées. Les fleurs femelles sont en position inférieure, cylindriques, plus courtes que le pétiole, les fleurs mâles en position supérieure, dépassant le pétiole, à axe dilaté membraneux et florifère seulement au-dessus ;
- Le fruit est un akène ;
- Floraison de mars à août, pollinisation anémophile.

L'ortie de Dodart (*Urtica atrovirens* Req. ex Loisel. 1827) (Bertrand, 2010 ; Tissier, 2011; Delvaille, 2013).

a. Etymologie : *Urtica atrovirens* également appelée l'ortie noirâtre doit son nom à la couleur verte très sombre de ses feuilles.

b. Répartition : En France on la rencontre seulement en Corse.

c. Ecologie : murs et rochers ombragés.

d. Caractéristiques :

- Plante vivace mesurant de 30 cm à 1 m, d'un vert sombre, parsemée de poils renflés à la base, à souche rampante ;
- Tige dressée, simple ;
- Feuilles ovales en cœur, profondément incisées-dentées, à dents lancéolées-aigües ;
- Pétiole à peu près égal au limbe, à 2 stipules lancéolées ;
- Les fleurs sont dioïques, disposées en grappes pédonculées, ramifiées, plus longues que le pétiole, les fructifères étalées ou pendantes ;
- Périanthe faiblement pubescent.

III.3.4.1. Les fausses orties :

Elles appartiennent toutes à la grande famille des labiées. Avant la floraison, la distinction avec *Urtica dioica* peut être difficile, sauf si on s'y frotte, la contre façon la plus réussie est le lamier blanc appelé aussi l'ortie blanche ou l'ortie morte car elle ne pique pas et possède de grandes fleurs blanches (Bernard, 2002).

III.4. Utilisations de l'ortie (*Urtica dioica*) :

L'ortie est une des rares plantes que l'on peut reconnaître les yeux fermés, considérée comme une (mauvaise herbe), elle est en réalité une plante riche en vitamines et minéraux et est pourvue de nombreuses vertus. Son utilisation est multiple, elle est employée en agriculture, en alimentation, en cosmétique, en teinturerie, dans l'industrie du textile et à des fins médicinales (Bertrand et Jeanne, 2008).

III.4.1. Usages alimentaires :

Les feuilles sont comestibles : jeunent elles peuvent être mangées crues (hachées en salade) ou en légumes, dans des gratins, des quiches ou dans la potée aux orties ou en soupe, mais elles sont surtout consommées cuites (à l'instar des épinards) (Beauquesne, *et al.*, 1980).

III.4.2. Usages médicinaux :

Bref historique des utilisations médicinales de l'ortie en occident, depuis l'antiquité, l'ortie est considérée comme un hémostatique puissant. En Grèce, Discorde (1^{er} siècle) prescrivait l'utilisation de feuilles fraîches pour les métrorragies, les blessures infectées et l'application de son jus pour les saignements de nez. Au XVIII^e siècle, Chonel la considérait comme l'un des plus assurant remèdes pour le crachement de sang, et pour les hémorragies.

Elle était reconnue pour ses propriétés astringentes, anti-diarrhéiques, et dépuratives (Cazin, 1997).

Elle fut inscrite au Codex de la pharmacopée française en 1881. Jusqu'au XIXe siècle, on considérait que les flagellations du corps avec une botte d'ortie étaient un moyen efficace de lutter contre les douleurs rhumatismales.

III.4.3. Usages industriels :

Jadis, les fibres d'ortie étaient largement utilisées pour fabriquer des cordages, des fils et des vêtements. En Pologne, le fil d'ortie a été utilisé du XIIe siècle au XVIIe siècle jusqu'à son remplacement par le fil de soie. Durant la première guerre mondiale, les allemands ont utilisé les fibres d'ortie pour fabriquer des tentes, des sacs à dos, des maillots de corps et des chaussettes, 85% de leurs vêtements étaient fait de fibres d'ortie. La couleur naturellement verte de la fibre d'ortie était appréciée de l'armée pour confectionner des vêtements de camouflage. Dans les années 40, pour la production de textile, l'Allemagne et l'Autriche consacraient 500 ha et la Grande Bretagne 70 ha à la culture de l'ortie à fibre (Bruneton, 1991).

III.4.4. Usages agricoles :

Le purin d'ortie (ou extrait fermenté) est la plus connue de ses utilisations, il peut servir tout aussi bien d'engrais Natural et d'antiparasite. Le purin d'ortie, obtenu par macération des feuilles hachées dans de l'eau (purin), est utilisé en lutte biologique pour tuer ou repousser les insectes et comme fertilisants. Riche en azote, fer, potasse et oligo-éléments, le purin d'ortie constitue un bon fortifiant pour les plantes et stimule la croissance et la résistance naturelle contre les ennemis et les maladies, il est utilisé en jardinage biologique pour renforcer l'immunité des végétaux et éviter les traitements et les pesticides, c'est aussi un excellent compost. La teneur en minéraux du purin a été étudiée par (Peterson, 1986).

Tableau 10 : Teneur de l'extrait d'ortie en minéraux(en ppm = partie par million) d'après Peterson (Bertrand, 2010).

élément minéraux	poids en ppm	élément minéraux	poids en ppm
Azote total	595	Potassium	630
Azote nitrique	5	Calcium	730
Azote ammoniacal	240	Magnésium	80
Azote organique	350	Sulfate	50
Phosphate	20	Fer	2,5

Comme il a été dit précédemment le purin d'ortie est riche en azote. Il est également riche en fer, en magnésium et en soufre. Mais il contient peu de phosphates.

Le purin d'ortie agit indirectement en renforçant la combativité des plantes face aux agresseurs potentiels, il peut aussi ralentir ou arrêter la multiplication de certains parasites en modifiant leur environnement immédiat, sur les arbres fruitiers, il permet en association avec la prêle de limiter les attaques d'araignées rouges et de pucerons (Bertrand, 2002).

CHAPITRE IV
La Menthe (*Mentha spicata*).

IV. Menthe verte (*Mentha spicata*)**IV.1. Origine et définition :**

Les menthes appartiennent au genre *Mentha* de la famille des labiées, ce genre comporte une vingtaine d'espèces et un grand nombre de sous-espèces et de variétés qui s'hybrident facilement entre elles, rendant la taxonomie du genre particulièrement difficile (Leung et Foster, 1996).

Ce sont des herbes vivaces stolonifères des régions tempérées (surtout Europe et Afrique du Nord), à tiges quadrangulaires à feuilles opposées ; les inflorescences sont, selon, les espèces, en têtes arrondies, en épis serrées ou en pseudo-verticilles axillaires, quant aux fleurs, elles présentent une corolle subrégulière et quatre étamines presque égales (Paris et Moyses, 1971).

IV.2. Classification botanique :

La classification botanique établie par Perrot (1944) pour cette espèce :

Règne: plantae ;

Embranchement: Spermaphytes ;

Classe : Dicotylédones ;

Sous-classe : Métachlamides ;

Ordre : Tubiflorales ;

Famille : Labiacée Genre : *Mentha* ;

Espèce : *Mentha spicata* L.

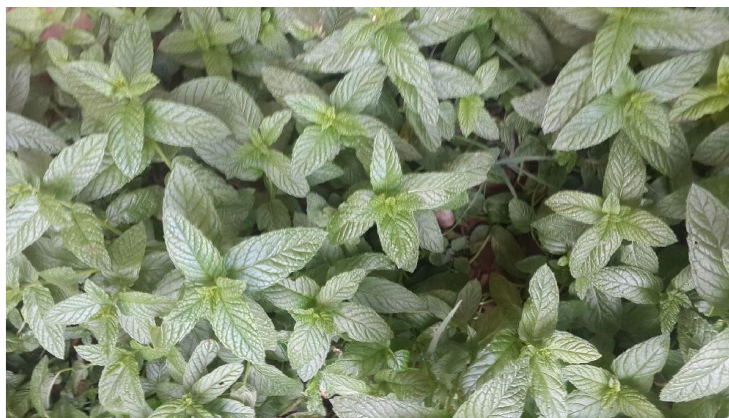


Figure 08 : *Mentha spicata* (Originale, 2017).

IV.3. Description :

On retrouve plusieurs variétés de menthes, cultivées ou spontanées, en Algérie ; les plus connues et utilisées sont : la menthe verte appelée Nanaa, et la menthe pouliot (Baba Aissa, 1999).

La menthe verte est une plante vivace stolonifère, dont le port est voisin de celui de la menthe poivrée. Les feuilles sont d'un vert clair brillant, elles sont sessiles, dentées en scie, ovales-lancéolées, acuminées. Ses inflorescences sont des épis plus allongés que ceux de la menthe poivrée, de couleur blanche ou pourpre (Paris et Moyses, 1965). Par froissement, cette plante développe une odeur aromatique caractéristique de saveur agréable (Paris et Moyses, 1971).

IV.4. Répartition géographique :

Les États-Unis sont les plus gros producteurs de menthe au niveau mondial, mais ils sont produits aussi en Chine, aux Indes, en Australie, dans quelques pays d'Europe (France, Italie) et au Canada (Lachance, 2001). En Afrique du Nord (Algérie, Maroc,...), l'espèce est retrouvée dans beaucoup de jardins et en culture pour des buts culinaires (Perrot, 1928).

IV.5. Huiles essentielles de la Menthe verte :

IV.5.1. Composition chimique :

L'huile essentielle de la menthe verte riche surtout en -L-carvone (teneur entre 40 à 80 %), l'acétate de dihydrocumynyle (10 à 12%, ces deux constituants majeurs étant responsables de l'odeur de la plante) et le limonène (5 à 15%) ; ils sont accompagnés de dihydrocarvone, de dihydrocarvéol, d'acétate de carvyle et de α -caryophyllène. Dans d'autres races chimiques, la carvone est accompagnée de 1,8 cinéol (jusqu'à 20%), de pulégone (jusqu'à 50%) ou de terpinéol-4 (jusqu'à 18%) (Avato *et al.*, 1995).

IV.5.2. Utilisation :

La menthe verte sert généralement à la préparation du thé, mais on retrouve son utilisation en phytothérapie, aromathérapie, parfumerie et cosmétologie (Baba Aissa, 1999). De plus, la menthe a de nombreuses vertus médicinales, elle est préconisée comme antispasmodique, analgésique et aromatisant.

Des études pharmacologiques ont démontré que l'huile essentielle est utilisée surtout pour les

troubles digestifs (spasmes, inflammations, colites, état nauséux), contre certains parasites (acnés, dermite, démangeaisons). Elle présente un effet expectorant en cas de bronchite ou de grippe, elle est à la fois rafraîchissante et analgésique (Leung, 1996).

La menthe entre dans l'aromatisation de certains produits, dont les dentifrices, les chewing-gums, les confiseries en générale et boissons rafraîchissantes ...etc., néanmoins, la menthe présente dans certains cas des effets indésirables : abortive, elle est généralement déconseillée aux femmes enceintes, elle est par contre recommandée en cas de retard menstruel (Cretti, 1981).

CHAPITRE I
Matériel et méthodes

I.1. Objectif du travail :

Le but de ce travail consiste à évaluer le pouvoir insecticides d'extrait hydro-alcooliques de la menthe verte et du purin de l'ortie (Fig. 07) sur *Tuta absoluta* dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales. Les expérimentations sont réalisées en fonction des objectifs suivants :

- Tester l'activité insecticide d'extrait hydro-méthanoïque obtenu par la méthode de Soxhlet et le purin de l'ortie obtenu par la méthode de macération.
- Comparer les résultats obtenus et déterminer l'activité insecticide des deux produits naturels.

I.2. Structure du travail :

La préparation de l'extrait a été réalisée au laboratoire pédagogique (Protection des végétaux du site universitaire II *INES*. Les tests de l'activité insecticides ont été effectués *in vivo* sur plants de tomate sous abris plastique au niveau de l'atelier agricole de Mazagran.



Figure 09 : Matériel végétal utilisé : (A) feuilles de l'ortie (*Urtica dioica*) ; (B) feuilles de *M. spicata* (Originale, 2017)

Le tableau ci-dessous résume la partie utilisée ainsi que les dates et lieu de récolte de la plante en question au cours de l'expérimentation.

Tableau 11 : présentation de plantes utilisées dans l'étude de l'activité insecticides.

	<i>Mentha spicata</i>	Purin de l'ortie
Partie utilisée	Feuille	Feuille
Lieu de récolte	Oran	Mazagran. Mostaganem
Date	01 mars 2017	17 mars 2017
La nature de produit	Extrait hydro-alcoolique	Macération

I.3. Le choix de solvant d'extraction :

L'extraction par solvant reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisées à l'heure actuelle sont le méthanol, l'hexane, le cyclohexane, l'éthanol, le dichlorométhane et l'acétone. Le solvant choisi, en plus d'être autorisé ne devra pas réagir chimiquement avec l'extrait (El Haib, 2011).

Ces solvants ont un pouvoir d'extraction plus élevé que l'eau si bien que les extraits contiennent un nombre important de composés non volatiles tels que des cires, des pigments, des acides gras mais également des composés volatiles et bien d'autres substances (El haib, 2011).

Les résultats obtenus par Osman (2014), indiquent que le rendement d'extraction des feuilles de *Ricinus communis* par le méthanol (35%) est plus élevé que l'éthanol (29%), ces résultats confirment la fiabilité du méthanol, ainsi que leur disponibilité qui nous a poussés à le choisir comme un solvant extracteur dans cette expérimentation.

I.4. Méthode d'extraction Soxhlet :

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

L'extracteur Soxhlet est utilisé dans différents domaines, parmi ces derniers ;

L'extraction d'un composé soluble dans le solvant utilisé, le lavage d'un composé solide par solvant (à condition que ce composé soit totalement insoluble dans ce solvant). Il est utilisé aussi dans l'extraction des huiles végétales. Cette méthode d'extraction exige un pré-traitement pour le mélange obtenu par Soxhlet. En pratique on utilise un évaporateur rotatif pour séparer l'extrait et le solvant d'extraction (Penchev, 2010).



Figure 10: Montage de l'extraction Soxhlet (Originale, 2017).

I.4.1. Le principe de l'extraction Soxhlet :

Les parties aériennes de la plante utilisée (*Mentha spicata*) sont les feuilles fraîches, jeunes et saines ; lavées à l'eau courante et découpées avant son extraction. L'échantillon est traité par le solvant pétrolier d'éther qui permet la délipidation des feuilles, puis le laisser séché pendant 10 min à température ambiante.

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



Figure 11 : Le retour du solvant contenant les principes actifs de l'extracteur vers le ballon (Originale 2017).

I.4.2. Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet :

Le Soxhlet est une méthode classique pour l'extraction solide-liquide. Les avantages du Soxhlet sont les suivants : l'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant, ce qui aide à déplacer l'équilibre de transfert vers le solvant et l'épuisement complet du soluté. Cette méthode est une macération continue à chaud et ne nécessite pas de filtration après extraction. Le Soxhlet est indépendant de la matrice végétale (Grigonis *et al.*, 2005).

Cependant, le Soxhlet possède quelques désavantages comme, par exemple, le temps d'extraction relativement long, la possibilité de dégradation des composés à cause des solvants (Grigonis *et al.*, 2005).

I.5. L'évaporateur rotatif :

L'étape qui suit l'extraction est l'élimination du solvant par l'évaporateur rotatif. Un appareil couramment utilisé pour éliminer le solvant du mélange, appelé souvent « rotavapor ». L'évaporateur rotatif utilisé lors de l'expérimentation est de type Buchi R-210, ses caractéristiques sont représentées dans le tableau ... (Annexe 01).

I.5.1. Le principe de l'évaporateur rotatif :

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

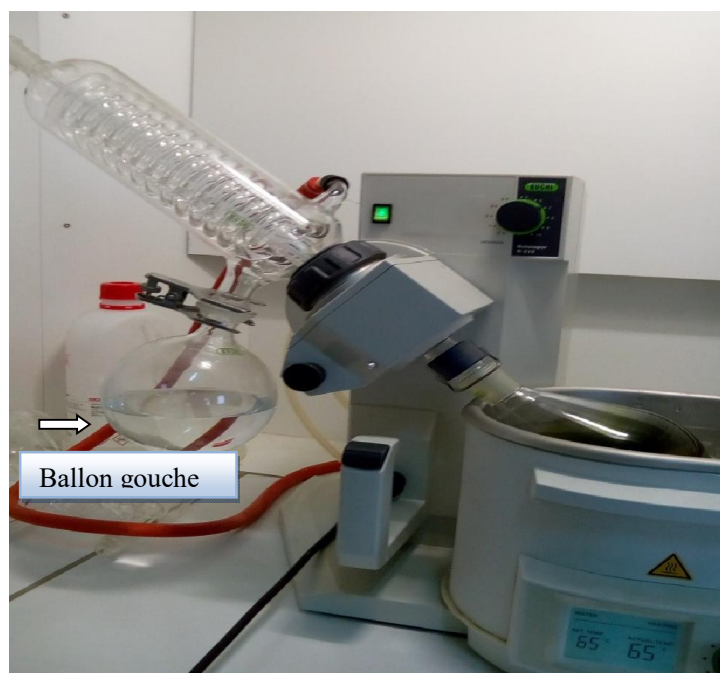


Figure 12 : L'évaporateur rotatif BUCHE R-210 (Originale, 2017).

I.6. Le rendement d'extraction

Selon clémence et Dongmo (2009), le rendement exprimé en pourcentage par rapport au poids du matériel de départ, est déterminé par la relation suivante :

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

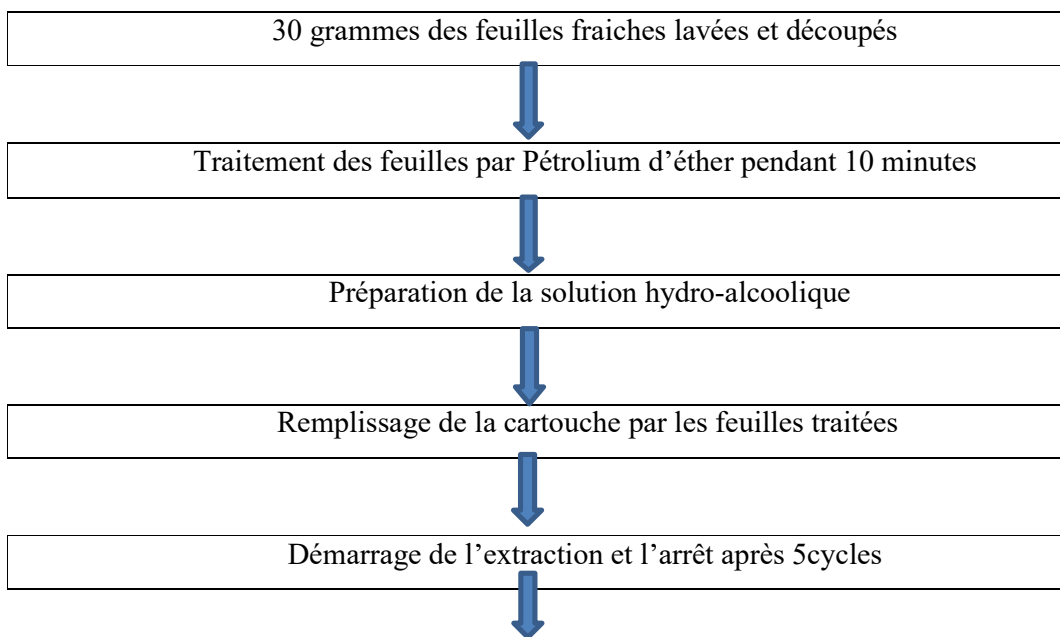
- R : Rendement en (%).
- M_{ext} : est la masse de l'extrait après l'évaporation du solvant en g.

- Méch : est la masse de l'échantillon végétal en g.



Figure 13 : l'extract obtenu après élimination du solvant pour calculer le rendement d'extraction (originale, 2017).

I.7. Protocole de l'extraction :



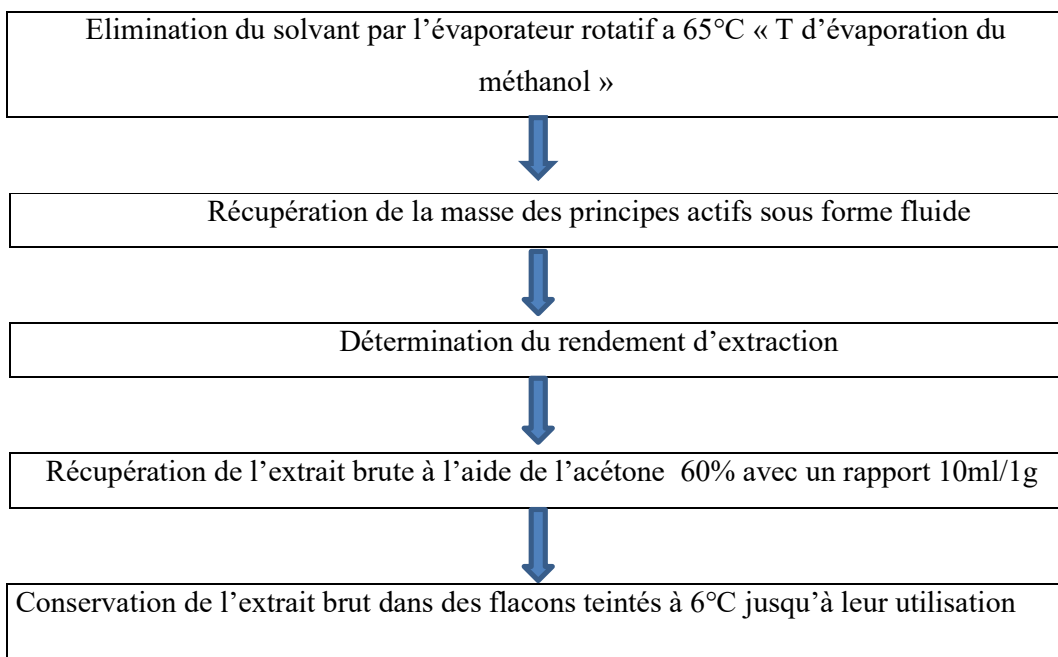


Figure 14 : Représentation schématique de la méthode d'extraction (Originale, 2017).

I.8. Matériel animal :

L'insecte retenu pour cet essai est la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, cet insecte correspond à un ravageur possédant un potentiel de reproduction très élevé pouvant atteindre dix à douze génération par an, il peut causer des pertes énormes sur tomate. Les essais ont été réalisés à la ferme expérimentale de l'université de Mostaganem à Mazagran. L'insecte a été élevé sur plants de tomate sous serre plastique de 25m longueur et de 7m largeur.

I.8.1. Installation de la culture :

Le repiquage des plantules a été réalisé à la date du 01/12/2016. L'écart entre les plants est de 40cm. Le nombre total des plants est de 220 plants répartis sur 10 blocs.



Figure 15 : plants de tomate après repiquage sur la serre expérimentale (originale, 2017).

I.8.2. Suivi de la culture :

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

- ❖ La mise en place d'insecte-proof 01 décembre 2017 ;

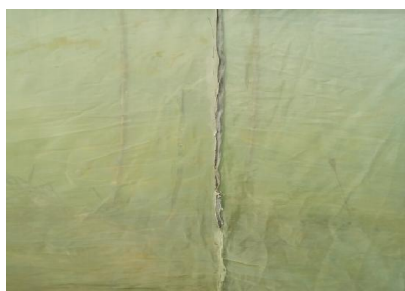


Figure 16 : Insecte-proof dans la serre de tomate (originale,2017).

- ❖ L'installation des pièges a phéromone le 20 janvier 2017..
- ❖ Un traitement fongicide a été appliqué pour la prévention contre le mildiou, à la date du 20 février 2017 ;
- ❖ Des traitements bio-insecticides à base de l'extrait de menthe et le purin de l'ortie ;



Figure 17 : Traitement par l'extrait de menthe et le purin de l'ortie (originale,2017).

- ❖ L'irrigation a eu lieu selon les besoins de la plante par le système goutte à goutte ;
- ❖ L'élimination des mauvaises herbes a été faite par un désherbage manuel.

I.8.3. Echantillonnage :

L'échantillonnage est mené de manière aléatoire pour chaque bloc. La serre est répartie en 10 blocs. De chacun en a choisi au hasard 3 plants pour les produits et 2 comme témoin (positif et négatif). Sur chaque plant 9 folioles sont prélevées à différents niveaux (3 à la base, 3 au milieu et 3 à l'apex), le matériel végétal recueilli est mis dans des sachets en plastique étiquetés. Un total de 425 folioles (225 pour l'extrait et 200 pour le purin de l'ortie) est noté pour chaque échantillonnage, les observations ont duré 15 jours.

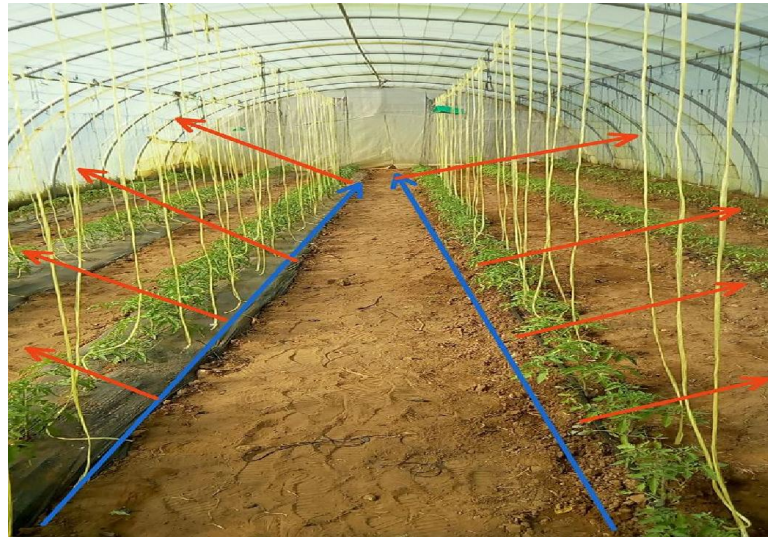


Figure 18 : les différents blocs de tomate sous serre (originale, 2017).

I.9. Etude effectuée dans laboratoire :

Les échantillons pris sur le terrain pour chaque sortie sont observés sous loupe binoculaire au laboratoire, les résultats sont ensuite traités par le logiciel Stat-box.

CHAPITRE II
RESULTATS ET DISCUSSION

II.1 : L'extraction

L'extraction Soxhlet c'est une macération à chaud continue, cette technique permet l'épuisement total des principes actifs dans le solvant d'extraction durant plusieurs cycles. Le premier cycle dure 60 à 90 minutes et les cycles suivant de 30 à 45 minutes. Chaque extraction contenant de 5 à 8 cycles d'une durée de 3 à 5 heures.

II.2 : Variation de couleur

La variation de couleur sombre vers la couleur clair indique que l'extraction se déroule correctement, après chaque cycle la couleur doit être plus claire que le cycle précédent, ce qui montre que les principes actifs contenus dans le solvant sont complètement extraits dans le dernier cycle lorsque le solvant reste jaune.



Figure 19: La variation de couleur durant l'extraction Soxhlet (Originale, 2017)

II.3 : Rendement d'extraction

Dans le cas de l'extraction par solvant organique à l'aide d'un extracteur de type Soxhlet, plusieurs facteurs interviennent tels que : le temps d'extraction ou le nombre de cycle nécessaires, le débit de condensation, le rapport solvant/matière végétale et le taux de remplissage de la cartouche, ainsi que la nature du solvant (Luque *et al.*, 1998). Le tableau suivant représente le rendement d'extraction de la menthe (*Mentha spicata*) (Clémence et Dongmo, 2009).

Espèce	<i>Mentha spicata</i>
Rendement	11,11%

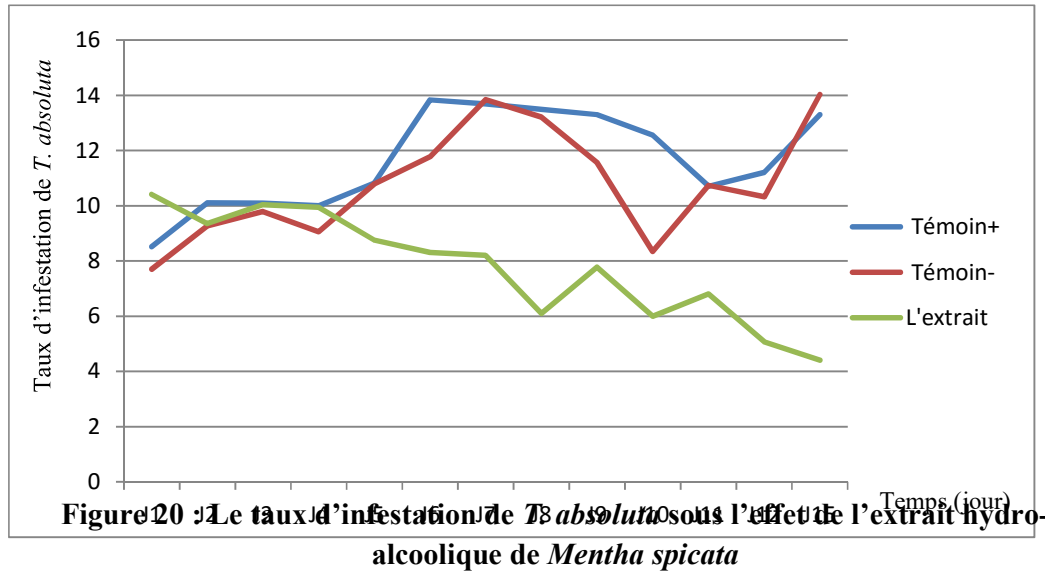
II.4 : Evaluation in « vivo » de l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles de *Mentha spicata* sur *T. absoluta*

II.4.1 : Taux d'infestation de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait méthanoïque des feuilles de *Mentha spicata*

Les résultats du test d'efficacité de l'extrait méthanoïque des feuilles de *Mentha spicata* sur les populations de *T. absoluta* sont représentés en annexe. Ils montrent les variations dans l'évolution de *T. absoluta* en fonction du temps et la dose de l'extrait utilisée comparativement au témoin.

Le taux d'infestation a été évalué sur les blocs traités par l'extrait méthanoïque de *M. spicata* ce qui a révélé des taux assez différents entre les témoins et les blocs traités. En effet, au début de l'expérimentation, 24 heures après le traitement, les taux d'infestation enregistrés sur les témoins étaient plus ou moins bas avec 8.5 et 7.7% respectivement pour le témoin positif et le témoin négatif, tandis que sur les blocs traités un taux de 10.4% a été noté (Fig. 20).

Sept jours après l'application de notre extrait, les taux d'infestation ont évolué de manière assez intéressante. Les taux d'infestations sur les témoins ont montré des taux de 13.7% et de 13.8% respectivement pour les T+ et T-, alors que le taux d'infestation noté sur les blocs était moins important avec une proportion de 8%. Ceci fait ressortir l'effet du produit qui commence à apparaître puisque au quinzième jours le taux d'infestation a baissé jusqu'à très un taux bas de 4.4% sur les blocs traité tandis que les témoins présentaient des taux bien plus élevés avec 13% pour le T+ et 14% sur le T- (Fig. 20).



II.4.2 : Taux d'infestation de *T. absoluta* sous l'effet du purin de l'ortie

Le suivi du taux d'infestation de *T. absoluta* sur les plants de tomate traité par le purin de l'ortie a révélé des données assez similaires entre le témoin et les blocs traités. Les observations ont permis de noter un taux de 6.5% et 6.9% respectivement pour le témoin et les blocs traités à 24 h après l'exposition au purin de l'ortie (Fig. 21). On a constaté qu'à une semaine après le traitement les taux d'infestations ont gardé approximativement le même niveau puisqu'on a enregistré des proportions de 7.3% sur le témoin et 7.8% sur les plants traités. Sauf qu'au 15eme jour, les taux d'infestations ont montré une baisse remarquable au sein des blocs traités où a été relevé un taux faible de 3.3% alors que le taux de contamination était de 7.9% sur le témoin (Fig. 21).



Figure 21 : Le taux d'infestation de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de *Mentha spicata*

II.4.3 : Comparaison entre l'activité insecticide les deux traitements sur la mineuse *T. absoluta* :

La mortalité de *T. absoluta* notifiée après exposition aux deux traitements (extrait hydro-méthanoïque de *M. spicata* et du purin de l'ortie) a permis de faire ressortir des résultats assez intéressants. En effet, une mortalité de l'ordre de 39% a été enregistrée sur les larves de *T. absoluta*, résultante du traitement à l'extrait de menthe. Le purin de l'ortie a été bien plus efficace que l'extrait de menthe puisqu'une mortalité de 45% fut notée sur les larves de *T. absoluta* (Fig. 22 et 23).

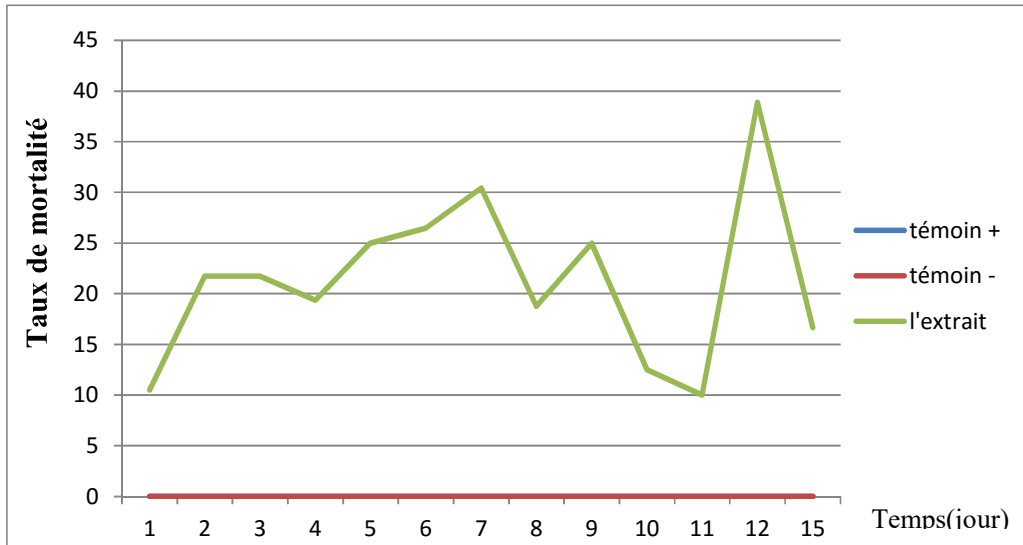


Figure 22 : L'évolution du taux de mortalité cumulée de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait de *M. spicata*

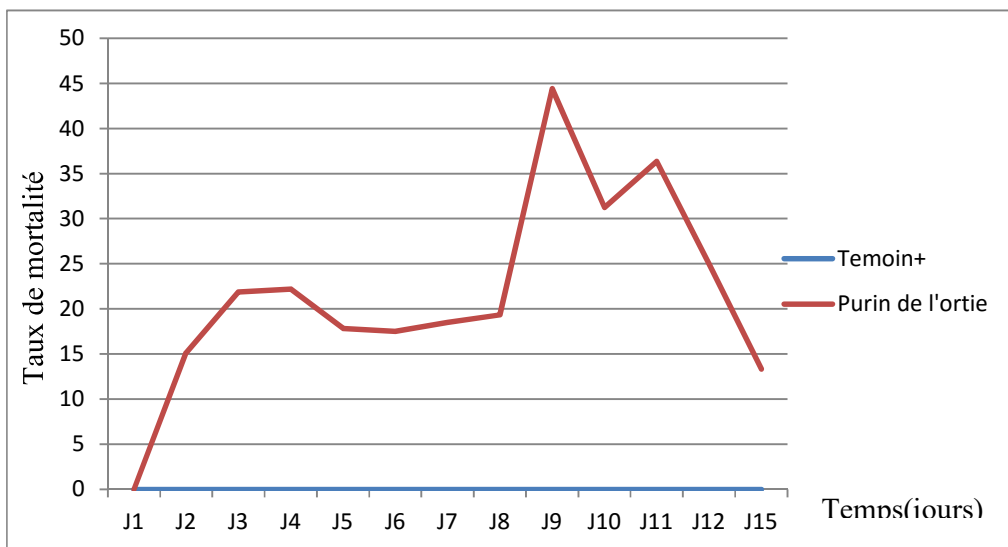


Figure 23: L'évolution du taux de mortalité cumulée de *T. absoluta* sous l'effet du purin de l'ortie



Figure 24 : Larve de *T. absoluta* morte après traitement lors de l'essai in « vivo »

II.5 : Comparaison entre l'effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de *M. spicata* et du purin de *U. dioica* et les témoins

Les résultats ci-dessous expliquent l'effet de l'activité bio-insecticides des deux traitements à base de plante (extrait de menthe et purin de l'ortie) sur les larves de *T. absoluta* (Fig. 25).

La figure (25) représente une étude comparative des résultats obtenus suite aux traitements sur les larves de *T. absoluta* par l'extrait hydro-alcoolique de la menthe « *M. spicata* » et le purin de l'ortie « *U. dioica* » et des témoins. Il ressort de ces résultats que le second stade larvaire de *T. absoluta* fut le plus sensible en contact des deux traitements testés, suivi de près par le troisième stade. Les autres stades ont montré une sensibilité variable.

L'étude comparative entre les deux témoins testés (T^+ = Acétone et T^- = Eau distillée) révèle une similitude dans l'évolution des populations larvaires (Fig. 25). Selon les résultats obtenus lors de cette étude, on observe une évolution importante des individus larvaires de *T. absoluta* sur les deux témoins avec des relevés similaires pour les stades L1, L3, L4 et imago respectivement de 5, 10, 6 et 1 individus par feuille. Alors que pour le second stade une faible différence fut notée entre les deux témoins avec 12 individus pour le T^+ et 9 individus pour le T^- .

Les résultats obtenus sur les deux traitements (Extrait de menthe et Purin d'ortie) ont montré une similarité dans la réaction des larves de *T. absoluta* en fonction du traitement en question. En effet, les larves dominantes et qui ont enregistré les abondances les plus importantes lors des relevés étaient celles du 2eme et 3eme stade suivi par le premier stade, alors que le quatrième stade larvaire ainsi que l'adulte étaient faiblement notifiés, ceci pourrait être expliqué par le fait que ces derniers sont les plus exposés aux extraits et traitements testés contrairement aux autres qui sont protégés par la mine (Fig. 25).

La comparaison des données entre les témoins et les deux traitements révèle une nette différence.

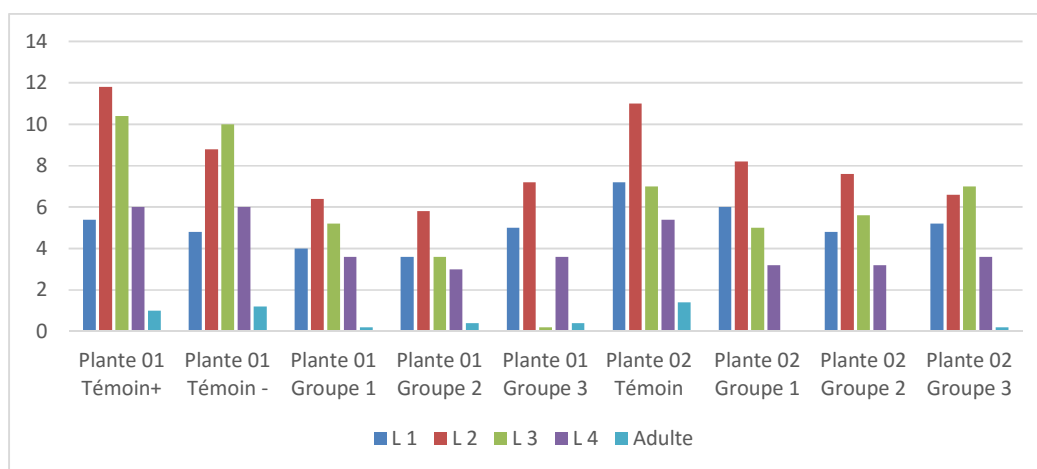


Figure 25 : Comparaison entre l'effet bio-insecticide de l'extrait hydro-alcoolique de *M. spicata* et le purin de *U. dioica*

Dans le cas du traitement avec l'extrait hydroalcoolique, la comparaison des données révèle une différence significative entre les deux témoins et l'extrait. En effet, les stades L2, L3 et L4 ont présentés les abondances les moins importantes sur les plants comparativement aux témoins ; les moyennes de $6,4 \pm 2,7$; $0,2 \pm 1,81$ et $3,6 \pm 1,81$ individus par feuille furent enregistrés sur les stades L2, L3 et L4 respectivement sur les plants traités, tandis que sur les témoins on a relevé des abondances moyennes pour le L2 ; de $11,8 \pm 4,6$ pour le T+ et de $8,8 \pm 4$ pour le T- ; pour le L3 des moyennes de $10,4 \pm 4,5$ sur le T+ et de $10 \pm 9,84$ sur le T- ; des moyennes moins importantes ont été observées pour le L4 avec $6 \pm 3,87$ relevé sur le T+ et de $6 \pm 3,87$ sur le T- (Fig. 25).

A partir de figure(25) et l'observation et l'analyse de ces deux applications par *M. spicata* et le purin de l'ortie (*Urtica dioica*) sur les larves de *T. absoluta*, on peut distinguer le stade le plus sensible aux produits utilisés. Ce sont les stades L3 et L4.

II.6: Analyse statistique

L'analyse de la variance à deux critères de classification indique une différence significative pour le facteur traitement (extrait de *M. spicata*, et le purin de l'ortie) ($F=65.83$ et $P=0$) et une différence significative pour le facteur stade larvaire ($F=7,02$ et $P=0$).

Le test de Newman-Keuls, au seuil de signification 5%, classe les cinq stades dans quatre groupes homogènes. Le groupe A correspond au second stade larvaire L2, le groupe B correspond à larve L3, et le groupe C correspond à la larve L1 et L4, le groupe D correspond à l'adulte.

L'étude statistique a révélé que le facteur traitement par les végétaux, a montré des résultats significatifs au seuil de $p=0.05\%$.

Discussion

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées. En effet, en plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), elles synthétisent et accumulent perpétuellement des métabolites secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente et qui représente une source immense de molécules exploitables par l'homme dans des domaines aussi distincts que la pharmacologie, l'agroalimentaire ou encore en agriculture dans le cadre de la phytoprotection (Arthur, 1996 ; Auger et Thibout, 2002).

L'intérêt pour les biopesticides a augmenté en réponse au problème de l'impact des pesticides chimique à large spectre sur l'environnement, la santé et l'apparition d'une résistance aux pesticides chimique (Regnault, 2006).

Le présent travail, constitue une étude préliminaire sur la recherche de molécules bioactives à intérêt pesticides pouvant limiter le risque des ravageurs. Il consiste à tester l'activité insecticide de l'extrait hydro-alcoolique des feuilles de *M. spicata* sur les larves d'un insecte économiquement important en Algérie en l'occurrence *T. absoluta*, la mineuse de la tomate.

Cet insecte est l'un des ravageurs de tomate les plus important du fait des dégâts importants qu'il provoque ainsi qu'à sa capacité à transmettre des maladies ou des virus à la plante hôte.

Les résultats obtenus montrent un effet significatif de l'extrait à induire des mortalités importantes sur les larves de *T. absoluta*. cet effet toxique pourraient dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilités des insectes (Ndomo et al., 2009).

In vivo, les traitements appliqués sur la tomate ont montré l'efficacité de purin d'ortie comparativement au l'extrait hydro-alcoolique de la menthe sur l'évolution des populations de *T. absoluta*.

Ces tests démontrent l'efficacité de purin d'ortie contre la mineuse de tomate, et sont très encourageants quant à la possibilité d'utiliser ces composés en leur ajoutant certains adjuvants pour mieux les fixer sur l'insecte et la plante et d'en faire un moyen de lutte biologique contre

T. absoluta ; afin d'éviter tout traitement par les insecticides conventionnels à effets néfastes pour l'homme et l'environnement

CONCLUSION

GENERALE

Conclusion

La mineuse de tomate est considérée actuellement parmi les ravageurs les plus redoutables aux plantes. Pourtant, ils sont souvent contrôlés par un grand nombre d'espèces d'ennemis naturels, notamment les parasitoïdes qui participent d'une manière active à la réduction des ravageurs des cultures. Ces derniers sont combattus aussi avec des insecticides de synthèse. En raison de l'effet nocif de ces derniers sur l'environnement et sur le développement des populations de *T. absoluta* qui ont développé des résistances vis-à-vis de ces molécules, il est primordial d'adopter des alternatives de lutte.

Dans ces dernières années et face à une législation de plus en plus restrictive sur l'application des pesticides de synthèse, la recherche des phyto-insecticides s'inscrit dans une stratégie particulièrement adaptée aux exigences du consommateur tout en préservant l'environnement. Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différentes actions chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproducteur, etc.).

Le travail de recherche entrepris dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales dans la lutte contre les ravageurs. Nous nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide d'extrait de la menthe *Mentha spicata* et le purin de l'ortie (*Urtica dioica*), contre la mineuse de la tomate.

Le test de l'activité de l'extrait de la menthe « in vivo » a fait ressortir que l'insecte étudié a présenté une sensibilité importante vis-à-vis de l'extrait et du purin de l'ortie.

A travers cette étude et d'après les résultats obtenus ; on peut conclure que le purin de l'ortie a présenté un effet insecticide remarquable comparativement au l' extrait hydro-alcoolique à l'encontre du mineuse de la tomate.

L'ensemble de ces résultats obtenus ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances de sources naturelle biologiquement actives.

Il serait judicieux de faire des investigations pour déterminer le mode d'action de ces extraits et d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité insecticide

***LES REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES***

Andrew F. (2000): The tomato in America, Early history, culture, and cooking, University of Illinois Press, 2001, (ISBN 0252070097), p. 15.

Anonyme. (2009) : Un nouveau bio-destructeur de la culture de tomate en Algérie, la Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). Green Algérie, ISSN N °1112-5063-N °28, p.p, 28-31

ANONYME. (1999) : Tomate sous serre. Bulletin Mensuel D'information et de Liaison du PNTTA, N°57.4 p.

Baba Aissa F. (1999) : Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb), Librairie moderne, Rouïba, 173 p.

Benton J.J. (1999): Tomato plant culture: in the Field, greenhouse and Home garden: ISBN 0-8493-2025-9. By CRC presse LLC. 183p.

Benzanger – Beauquesne. (1980) : Plantes médicinales des régions tempérées .Paris : Maloine, 439p.

Bernard Bernard. (2005) : Les secrets de l'ortie. Le compagnon végétal-(9^eédition).

Bernard Bernard, Les secrets de l'Ortie.-7^eme édition Editions de Terran. (2002) : 128p.- (Collection Le Compagnon Végétal ; n01)

Bernard P. Simon G., Hugues M. Marie H .Benoit S .Rene S. Patrich T. Anne N. (2009) : La lutte biologique, application aux arthropodes ravageurs et aux adventices, France, corlet, p17p32.

Blancard D. (1988): Maladies de la tomate : Observer, Identifier, Lutter. I. N. R. A Paris 1988, I.S.B.N. 2-7380-0087. 205 pages.

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.

Boualem M., Alloui H., Hmadi R. and Medjahed M. (2012): Biology and complex of naturel enemies of *Tuta absoluta* in mostaganem (Algeria). Bulletin OEPP/ EPPO Bulletin. 42, 268-274.

Brrientos Z.R., Apablaza H.J., Norero S.A. ET Estay P.P. (1998): Threshold temprature and thermal content for development of the southamerica tomato moth, *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae). Departamento de Ciencia Vegetal, Facultad de Agronomia e Ingeniria Forestal, Pontificia Universicard Catolica de Chile. Cienciae Inverstigation Agraria, Vol. 25, N°3, p 133-137.

Bruneton Jean. (1991) : Pharmacognosie : Phytochimie, plantes médicinales.-3^eme édition

Caceres, S. (2000) : la polill del tomate : manejo quimico-cultural. Bella Vista. Estacion Experimental Agropecuaria. Hoja de Divulgacion Nro. 15. 2000.5p.

Celma A.R., Cuadros F., Lopez-Rodriguez F. (2009): Characterization of industrial tomato by-products from infrared drying process. Food bioproducts proc., 87;282-291.

Chaux C. et Foury C.I. (1994) : Cultures légumières et maraichères. Tome III : légumineuses potagères, légumes fruits. Tec et Doc Lavoisier. 226p.

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.

Clémence, R., Dongmo, M. (2009) : linique et pharmacologie Evaluation de l'activité antidermatophytique des extraits au méthanol et fraction d'*Acalyphaman niana*(Euphorbiacées) et *tristem mahirtum* (Mélastomatacées). Université de Dschang-Master en Biochimie.p34.

ColomoM.V. et Berta M.C. (1995) : fluctuation de la poblcion de *Scobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lépidoptera : Gelechiidae) en plantaciones de tomate en el Departamento de Lules. Tucuman. Acta Zool. Lilloana43:165-177p.

Cretti I. (1981) : les plantes aromatiques et médicinales, comment les reconnaître et les utilisées, Ed. Atlas, 128 p.

Dedryver, CA, Le Ralec A, Fabre F. (2010): The conflicting relationships between aphids and men: Areview of aphid damage and control strategies. Comptes Rendus Biologies 333:539-553p.doi: 10.1016/j.crv.2010.03.009.

Delvaille, A. (2013) : Toutes les vertus d'un produit miracle: l'ortie. Artemis. Losange.

Doré C et Varoquaux F. (2006) : Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées ; Publié par Editions Quae, 2006 ; ISBN : 2738012159. 812pages.

El Haib, A. (2011) : Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytiques. Thèse. Université Toulouse.

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

Gallais A., Bannerot H. (1992) : Amélioration des espèces végétales cultivées, objectifs et critères de sélection. Ed. INRA, Paris. 382 p.

Gazin Henri. (1997) : Traité Pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes.-3ème édition

Gerbanda, Wichi. (2004) : La culture des plantes aromatiques et médicinales en bio, Edition de Fraysse, France.

Grigonis, D. venskutonis, P.R. Sivik, B. Sandahl M. and Eskilsson .C.S. (2005): comparison of diffèrent extraction technique for isolation of antioxidants from sweet grass (*Hierochloedorata*). The Journal of Supercritical Fluids, 33(3) (2005) 223-233p.

- Coupin H. (1920)** : Les plantes Médicinale Ed. Costas .paris,
- 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.
- Laumonier. (1979)** : Culture légumineuses et marichaires; Tome III, édition J.B Bablière, Paris, 112 pages.
- Leung A.Y. et Foster S. (1996)**: Encyclopedia of common naturel ingredients used in food, drugs and cosmetics, a Wiley-Interscience Publication. 649p.
- Luna M.G., Sanchez N. E et Pereyra P.c. (2000)**: parasitism of *tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) by pseudapanteles dignus(Hymenopter, Braconiae) under Laboratory Conditions: Entomological society of America Environ. Entomol. 364): 887-893.
- Mithofer, A, Boland, W. (2012)**: Plant defence againse herbivores: chemical aspects, Annu ; Rev, Plant Biol, 63.P 413. 450.
- Molla O.,Monton H., Beitia F et Urbaneja A. (2008)** :La polilla del tomate, una nueva plaga invasora, *Tuta bsoluta* (Meyrick), Eds. AAgrótécnicas, S.L. CIF B 80194590 Terallia, 69:36-4.
- Moutsie. (2002)** : L'ortie: une Amie qui vous veut du bien. Utovie éd.
- Naika S., De Jeude J.V.L., De Gofau M., Hilmi M., Van Dam B., Florijn A. (2005)** : La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation ; Publié par Agromisa Foundation, ISBN 9085730449, 9789085730446, 104pages.
- Osman, B. (2014)** : Etude de l'activité larvicide des extraits hydro-alcoolique de *Nerui moleander L.* et *Ricinuscommunis L* sur *Tuta absoluta* (myrick). Mémoire de fin d'étude en Master II Biologie, Université Abdel Hamid Ibn Badis. Mostaganem.
- Ould Amar, B. (2013)** : Investigation des taux de HAP dans les sols avoisinant les centres de Stockage et/ou de distribution des hydrocarnures. Mémoire de fin d'étude en Master II Chimie Université ABB Tlemcen.
- Paris r.R & Moyse H. (1971)** : Précis de Matière médicale, Ed. Masson et cie, T.III, pp .266 - 276.
- Penchev, P.I. (2010)** : Etude des procéd »s d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de technique séparatives à bases presssion. 19p.
- Perrot E.M. (1928)** : Cultures des plantes médicinales. Ed. Presse universitaires de France, 294 p.
- Peterson R. (1986)** : Le purin d'Ortie face à la science. Les 4 saisons du jardinage, 38.

Pires D.S.L.M. (2008): Effects of the fungi *Metarhizium anisopliae* (Metsch) SOROK. And *Beuveria bassiana* (BALS) VUILL on *tuta absoluta* (Meyrick) and their compatibility with insecticides: Tese apresentada ao programa de pos-graduacao em Entomologia Agricola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como, parte dos requisitos para obtencao do grau de Doutor em Entomologia agricola. Recife- pe e Fevereiro-2008.72p.

Pyron M. (2006) : protection phytosanitaire légumes et petits fruits, Ed. C.T.I.F.L, paris, France, 507p.

Ramel J M., Oudard E. (2008) : *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917) Éléments de reconnaissance L.N.P.V, S.R.P.V. Avignon.2 p.

Rattan, R. S. (2010): Mechanism of insectidal secondary metabolites of plantorigin.Crop Protect.29.P 913.920.

Regnault- Roger, C., Vincent, C., Philogène, B. (2008) : Bio pesticides d'origine végétal: bilan et perspectives. Deuxième Edition. Ed. Tec ET Doc, Paris. 1-24p.

REY Y. et COSTES C. (1965) : La physiologie de la tomate, étude bibliographique. Ed. INRA .111p.

RISSO S., BOUVIER E., LANZA R. (2011) : *Tuta absoluta*.2 p.

Rojas S. (1981) : control de la polilladed tomate: enemigosnaturales y patogenos. IPA La Platina 8 :18-20p.

Satran., Ghanmi, M.,Farah, A., Fougrach, H. (2007) : Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Calauditus mixtu*. Bull. Soc.pharm. Bordeaux, 2007, 146, 85, 96p.

Shankara N., Jeude J. V. L., Goffau M., Hilmi M., Dam B. V. (2005) : La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Ed. Prota, 105 p.

Siqueira H.A.A., Guedes R.N. C., Fragoso D.B et L Magalhaes.C. (2000): Abamectin resistance and synergism in Brzilian of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera : Gelechiidae), International journal of Pest Management. ISSN 0967-0874.47(4) 247-251.

Teuscher, Anton r, Lobstein A. (2005) : Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris, Lavoisier, 522p.

Tissier, Y. (2011) : *Les vertus de l'Ortie*. Tredaniel. Le Courrier du Livre. France

Trottin Caudal Y., Chabriere C., Terrentroy A. (2010) : *Tuta absoluta* Biologie du ravageur et stratégies de protection : Situation actuelle et perspectives. Carquefou, 29 p

Trottin P., Grasselly L., Millot. (1995) : Maitrise de la protection sanitaire – tomate sous serre et abris. Ed. Ctifl. 174

Les annexes

Tableau 1 : la fiche technique de l'évaporateur rotatif BUCHI R-210.

Référence	BUC-23011A000
Affichage	Température, Eau/Huile
Type d'élévateur	Motorisé
Vitesse de rotation	20 -280 Tour/Minute
Puissance consommé	1360 W
Taille du ballon	50 – 4000 MI
Poids maximum du ballon	3 Kg
Dimensions(LxHxP)	550 x 575 x 415 mm
Poids	19 – 21 Kg avec le bain
Volume du bain	4 litres
Gamme de température du bain	20 – 180°C
Précision	+ / -2°C
Dimension du bain chauffant (LxHxP)	285 x 240 x 300
Poids du ballon chauffant	4 Kg
Protection IP	IP 21
Conformité	CE
Alimentation	100 – 240 V / 50 – 60 Hz

Tableau2 : le taux de mortalité d'extrait hydro-alcoolique de *Mentha spicata*.

T (jour)	Plants	Témoin positive	Témoin négative	Extrait de la Menthe
1		0	0	12.5
2		0	0	21.73
3		0	0	21.73
4		0	0	19.35
5		0	0	25

6	0	0	26.47
7	0	0	30.43
8	0	0	18.75
9	0	0	25
10	0	0	12.5
11	0	0	10
12	0	0	38.88
15	0	0	16.66

Tableau3 : le taux de mortalité du purin de l'ortie.

T (jour)	Plants	Témoin	Purin de l'ortie
1		0	0
2		0	15.15
3		0	21.87
4		0	22.22
5		0	17.85
6		0	17.5
7		0	18.51
8		0	19.35
9		0	44.44
10		0	31.25
11		0	36.36
12		0	25
15		0	13.33

Tableau 4 : Le taux d'infestation de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait hydro-alcoolique de *Mentha spicata*.

T (jour)	Plants	Témoin positive	Témoin négative	Extrait de la menthe
1		8.52	7.69	10.41
2		10.11	9.27	9.35
3		10.1	9.79	10.04
4		10	9.06	9.94
5		10.83	10.79	8.75
6		13.83	11.77	8.31
7		13.69	13.84	8.2
8		13.49	13.21	6.1
9		13.3	11.57	7.77
10		12.56	8.34	6
11		10.71	10.74	6.8
12		11.21	10.32	5.07
15		13.3	14.03	4.41

Tableau 5 : Le taux d'infestation de *T. absoluta* sous l'effet du purin de l'ortie.

T (jour)	Plants	Témoin	Purin de l'ortie
1		6.54	6.9
2		6.04	8.2
3		6.31	7.12
4		5.71	6.84
5		5.68	5.75
6		8.75	8.61
7		7.32	7.84
8		7.48	8.87

9	6.98	5.71
10	5.94	4.83
11	7.97	6.72
12	7.73	3
15	7.89	3.3

Tableau 6 : Analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2993,849	224	13,365				
VAR.FACTEUR 1	1480,516	4	370,129	65,833	0		
VAR.FACTEUR 2	315,849	8	39,481	7,022	0		
VAR.INTER F1*2	185,484	32	5,796	1,031	0,43025		
VAR.RESIDUELLE 1	1012	180	5,622			2,371	48,37%

Tableau 7 : la comparaison des moyennes par le test de NEWMAN-KEULS.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0	L2	8,156	A			
3.0	L3	6,533		B		
1.0	L1	5,111			C	
4.0	L4	4,178			C	
5.0	Adulte	0,533				D

Tableau 8 :

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	
			HOMOGENES	
1.0	témoin+	6,92	A	
6.0	ortie tem	6,4	A	
2.0	témoin-	6,16	A	
9.0	ortie3	4,52		B
7.0	ortie1	4,48		B
8.0	ortie2	4,24		B
5.0	menthe3	4,16		B
3.0	menthe1	3,88		B
4.0	menthe2	3,36		B