

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mr. BOUMHIRIZ Rachid

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES

Spécialité: PROTECTION DES CULTURES

THÈME

Etude «*in vitro*» de l'efficacité de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge *Cucurbita pepo*, et de l'extrait hydro-méthanolique des feuilles de la menthe *Mentha spicata* sur les larves de *T. absoluta*

Soutenue publiquement le 10/09/2017.

DEVANT LES JURYS

Président	Mr BOUZOUINA Mohamed	M.C.A U. Mostaganem
Examinatrice	Mme SAIAH Farida	M.C.B U. Mostaganem
Encadreur	Mme BOUALEM Malika	M.C.B U. Mostaganem

Table de matière

Liste de figures	
Liste de tableaux	
Abréviations	
Résumé	
Abstract	
Introduction générale.....	1
01 : Partie bibliographique :.....	2
<i>Chapitre I : La tomate (Lycopersicon esculentum Mill.)</i>	
I.1. Origine.....	2
I.2. Nomenclature et classification Botanique.....	3
I.3. Caractéristiques morphologique de la tomate.....	3
I.3.1. L'appareil végétatif.....	3
I.3.1.1 Racines.....	3
I.3.1.2 Tiges.....	4
I.3.1.3 Feuilles.....	4
I.3.2. L'appareil reproducteur.....	4
I.3.2.1. Fleurs.....	4
I.3.3.2. Les fruits.....	5
I.3.3.3. Les graines.....	6
I.4. Caractéristiques physiologiques de la tomate.....	6
I.4.1. Les exigences climatiques.....	6
I.4.1.1. La température.....	6
I.4.1.2. La lumière.....	7
I.4.1.3. L'eau et l'humidité.....	7
I.4.2. Les exigences édaphiques.....	8
I.4.2.1. Le sol.....	8
I.4.2.1.1. La température du sol.....	8
I.4.2.1.2. Le pH du sol.....	8
I.4.2.1.3. La salinité du sol.....	8
I.4.3. Le cycle biologique de la tomate.....	8
I.4.3.1. La germination.....	9

I.4.3.2.La croissance.....	9
I.4.3.3.La floraison.....	9
I.4.3.4.La pollinisation.....	9
I.4.3.5. La fructification et la maturité des fruits.....	9
I.5.Importance économique de la tomate.....	10
I.5.1.Importance dans le monde.....	10
I.5.2. Superficies et production de la tomate en Algérie.....	11
I.5.3.L'importance économique de la tomate dans la wilaya de Mostaganem.....	11
I.6.Les bioagresseurs de la tomate.....	11
I.6.1.Maladies et ravageurs.....	12
I.6.2.Les agents pathogènes fongiques.....	14
I.6.3.Maladies bactériennes de la tomate.....	14
I.6.4.Principaux virus rencontrés sur culture de la tomate.....	15
I.6.5.Les principales maladies physiologiques de la tomate.....	15
 <i>Chapitre II : La mineuse de tomate (Tuta absoluta)</i>	
II.1. Origine et répartition géographique.....	16
II.2. La classification taxonomique de <i>T. absoluta</i>	17
II.3.Plantes hôtes.....	17
II.4.Description et cycle biologique.....	17
II.4.1. L'adulte.....	18
II.4.2. Les œufs.....	19
II.4.3. Les larves.....	19
II.4.4. La chrysalide.....	19
II.5. Symptômes et dégâts.....	19
II.6.Les méthodes de lutte contre <i>Tuta absoluta</i>	21
II.6.1. La lutte biotechnique.....	21
II.6.2. Confusion sexuelle.....	21
II.6.3. Les mesures culturales.....	22
II.6.4. La lutte biologique.....	22
II.6.5. La lutte chimique.....	22
 <i>Chapitre III : La culture de la courge C. pepo</i>	
III.1.Origine.....	24

III.2. systématique de la plante.....	24
III.3. Description de la plante.....	24
III.4.1. Morphologie et développement de la plante.....	25
III.4.2. Stades phénologiques.....	25
III.4.3. Morphologie au moment de la récolte.....	28
III.4.4. Conditions de développement.....	28
III.5. cycle de culture.....	28
III.6. Composition de la courge.....	29
III.7. Utilisation de la plante.....	29

Chapitre IV : la Menthe (Mentha spicata L.)

IV.1. Origine.....	30
IV.2. Systématique de la plante.....	30
IV.3. Description de la plante.....	30
IV.4. Conditions de développement.....	31
IV.5. Composition de la plante.....	31
IV.6. Utilisation de la plante.....	31

02 : Partie expérimentale :

Chapitre I : Matériels et méthodes

I.1. Objectif.....	32
I.2. Présentation de la zone des cultures.....	32
I.3. Matériels et méthodes.....	33
I.3.1. Matériels végétales.....	33
I.3.2. Matériels animales.....	33
I.3.3. Installation de la culture de la courge <i>C. pepo</i>	33
I.3.4. Préparation des échantillons.....	34
I.3.5. Méthodes d'extraction.....	34
I.3.5.1. Extraction par sonication.....	35
I.3.5.2. Extraction Soxhlet.....	36
I.3.6. Préparation des extraits.....	37
I.3.7. Conservation des extraits.....	38
I.3.8. Préparation des délusions des extraits.....	39
I.3.9. Préparation des boîtes de Pétri et le milieu gélosé.....	40
I.3.10. Préparation des boîtes Pétri.....	41

I.3.11. Bio-essais « <i>in vitro</i> ».....	42
<i>Chapitre II : Résultats et discussions</i>	
II.1. Teneur en Humidité des échantillons de la courge.....	43
II.2. Rendement de l'extraction.....	44
II.3. Sensibilité des larves de <i>Tuta absoluta</i> vis-à-vis les extraits.....	45
II.3.1. Evaluation in « <i>vitro</i> » de l'effet de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge <i>Cucurbita pepo</i> sur les larves de <i>T. absoluta</i>	45
II.3.1.1. Contrôle de la mortalité	45
II.3.1.2. Taux de mortalité	45
II.3.1.3. Correction de la mortalité	46
II.3.2. Evaluation in « <i>vitro</i> » de l'effet de l'extrait hydro-méthanolique de la menthe <i>M. spicata</i> sur les larves de <i>T. absoluta</i>	49
II.3.2.1. Contrôle de la mortalité	49
II.3.2.2. Taux de mortalité	50
II.3.2.3. Correction de la mortalité	50
II.3.4. Détermination de la DL50	52
Conclusion	
Références bibliographiques	

Résumé

Les extraits des plantes présentent un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles biologiquement actives. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui porte sur la valorisation des extraits botaniques d'origines diverses dans le domaine de la protection des cultures. Pour cela nous avons choisi une plante médicinale la menthe (*Mentha spicata*), et une plante comestible la courge (*Cucurbita pepo*). L'extraction des principes actifs s'effectue par deux méthodes différentes, la première par méthode Soxhlet pour la menthe et l'autre par sonication pour la courge. Les résultats des bio-essais «*in vitro*» des extraits appliqués sur les larves de *Tuta absoluta* montrent une efficacité remarquable, pour la dose 20 % de la menthe notre résultats «*in vitro*» confirment les résultats positifs réalisés «*in vivo*», et pour les extraits de la courge les résultats variés selon les doses appliquées.

Le présent travail apporte des données encourageantes sur l'application des extraits d'origines végétales comme solutions alternatives remplaçant les pesticides chimiques...

Abstract

Plant extracts have a very promising interest as a potential source of biologically active natural molecules. It is in this context that our study focuses on the valorisation of botanical extracts of various origins in the field of crop protection. For this we chose a medicinal plant mint (*Mentha spicata*), and an edible plant squash (*Cucurbita pepo*).

The extraction of the active principles is carried out by two different methods, the first by the Soxhlet method for mint and the other by sonication for the squash. The results of the «*in vitro*» bioassays of the extracts applied to the *Tuta absoluta* larvae show remarkable efficacy for the 20% dose of mint our «*in vitro*» results confirm the positive results achieved «*in vivo*» and for the extracts of the squash the results varied according to the doses applied.

This work provides encouraging data on the application of vegetable extracts as alternatives to chemical pesticides ...

Introduction

Dans le monde entier, la tomate occupe la deuxième place après la pomme de terre, que ce soit dans la production ou la consommation (Trichapoulou et Lagio, 1997 ; Lemoines, 1999). La plante est cultivée sous serre et en plein champ sur une superficie d'environ 03 million d'hectare, ce qui présente près d'1/3 des surfaces mondiales consacrés aux légumes (Anonyme, 2010).

Cependant, cette culture est attaqué par plusieurs maladies et ravageurs. Selon Trottin-Caudal (2011), les principaux insectes ravageurs sous serre sont les aleurodes, les pucerons, les acariens, les thrips, les pucerons, les noctuelles, les punaises et les mineuses.

Parmi les ravageurs, il y a la mineuse de la tomate (*Tuta absoluta*), un ravageur qui cause des dégâts importants sur les cultures de solanacées, dans le cadre de la lutte contre ce ravageur différentes techniques sont préconisées dont la lutte biologique à base de substances naturelles d'origine végétales.

Un grand nombre de plantes aromatiques, médicinales et autres possèdent des propriétés biologiques très intéressantes qui trouvent leurs applications dans divers domaines à savoir en médecines, pharmacies et phytopharmacie, cosmétologie et en agriculture.

A travers l'histoire, l'humanité a été toujours intéressée par les composés naturels pour différents buts, beaucoup de produits naturels tels que les hormones des végétaux qui ont un rôle de régulation, lorsque d'autres fonctionnent comme défenseurs chimiques contre les bioagresseurs.

Dans ce contexte, notre travail porte comme objectif le test de l'activité insecticide « *in vitro* » des extraits naturels de la courge et de la menthe.

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 quatrième chapitres synthétisent les plantes utilisées comme traitement bioinsecticides « *Mentha spicata* et *Cucurbita pepo* ».

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

I. La tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

I.1. Origine :

Originellement au Nord-Ouest de l'Amérique du sud se situe le genre *Lycopersicon*, la tomate (*Lycopersicon esculentum*) fut domestiquée au Mexique. Son introduction en Espagne et en Italie, puis dans les autres pays européens, remonte à la première moitié du XVIe siècle. À l'origine elle était cultivée par les Aztèques ; son nom provient de «*tomatl*» qui, dans la langue nahuatl parlée dans la région de Mexico, correspond à *Physalis philadelphica* - *La tomatille*- ; la tomate proprement dite *Lycopersicon esculentum*, était appelée «*jitomalt*» (Blancard, 2009).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (*Tomateros*), qui l'ont introduite en raison des conditions climatiques qui sont propices pour sa culture. Quant à sa consommation, elle a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'est étendue vers le centre, notamment au littoral algérois (Latigui, 1984).

La première évocation de la tomate dans le vieux monde est celle du botaniste italien Pietro Andreas Mattioli en 1544. La tomate reçoit divers noms, dont celui de «*Mala aurea*», l'équivalent latin du nom italien «*Pomodoro*». Le nom de «*pomme d'amour*» en français avec les équivalents «*love apple*» en anglais, et «*liebesapfel*» en allemand, font allusion à l'effet aphrodisiaque alors attribué à ce fruit (Blancard, 2009).

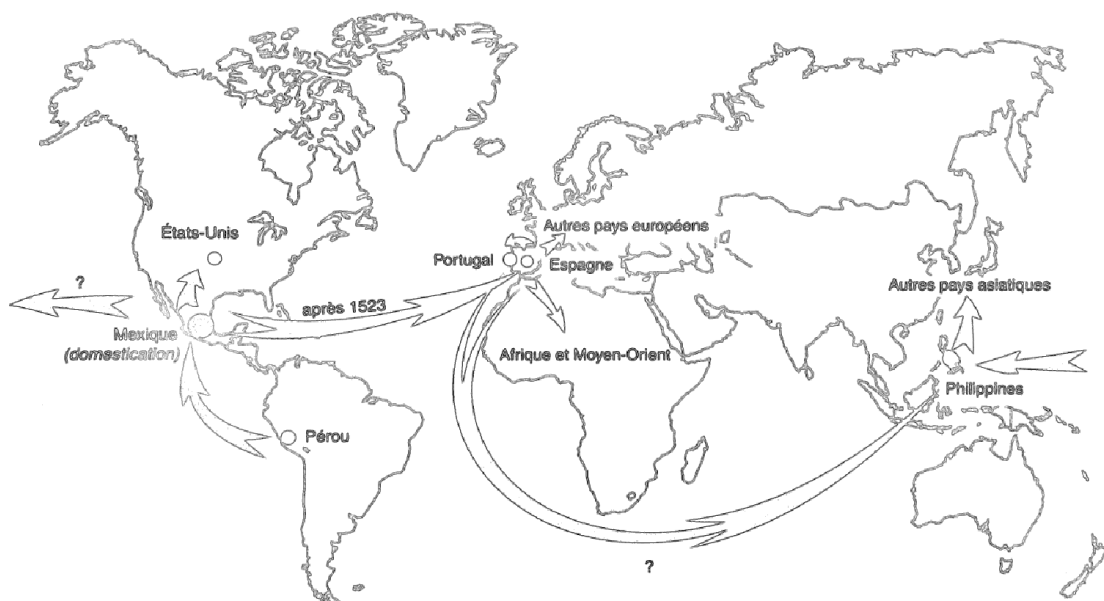


Figure 01 : Carte de l'hypothétique extension de la tomate dans le monde (Blancard, 2009)

I.2. Nomenclature et classification Botanique :

Dans les confusions de la nomination de la tomate, pas mal de savants ont participé dans ce processus, la tomate appartient à la famille des Solanacées. En 1753, le botaniste Suédois Linnaeus l'a nommée *Solanum lycopersicum*, mais 15 ans plus tard Philippe Miller a remplacé le nom donné par Linnaeus, par *Lycopersicon esculentum* (Taylor, 1986).

Le nom du genre *Lycopersicon* est un composite gréco-latin, il signifie «pêche de loup». Le nom *esculentum* vient du latin, il signifie «comestible». Cette comestible ne concerne ni le feuillage, ni les jeunes fruits verts, qui contiennent des alcaloïdes toxiques (tomatine, solanine). Ces alcaloïdes disparaissent des fruits au cours de leur développement (Pitrat et Foury, 2004).

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

Règne..... Plantae
Sous règne..... Tracheobionta
Division..... Magnoliophyta
Classe..... Magnoliopsida
Sous classe..... Asteridae
Ordre..... Solonales
Famille..... Solanaceae
Genre..... *Solanum* ou *Lycopersicon*
Espèce..... *Lycopersicon esculentum* Mill.

I.3. Caractéristiques morphologique de la tomate :

La tomate est une plante herbacée annuelle, appartenant au groupe des légumes-fruits (Baba Aissa, 1999).

I.3.1. L'appareil végétatif :

I.3.1.1 Racines :

Selon Shankara (2005), les plantes de la tomate possèdent un système racinaire fort et pivotant se développe jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus. La racine principale est très dense, ramifiée et très active sur les 30 à 40 premiers centimètres (Chaux et Foury, 1994).



Figure 02 : Système racinaire de la tomate (Chaux et Foury, 1994)

I.3.1.2 Tiges :

Le port de croissance varie entre érigé et prostré un peu ligneux en vieillissant. La tige est anguleuse fortement poilue, au début pousse d'une façon monopodiale et devient sympodiale après 4 ou 5 feuilles, il peut atteindre une longueur de 02m ou plus (Shankara *et al.*, 2005).

I.3.1.3 Feuilles :

Les feuilles sont composées, imparipennées et disposées en spirale, comprennent 5 à 7 folioles aux lobes très découpés. Le bord du limbe est denté, elles mesurent 10 à 25 cm de long. Elles portent des poils glanduleux, ces derniers contenant une huile essentielle qui donne son odeur caractéristique à la plante (Anonyme, 1999).



Figure 03 : Feuille de tomate (Originale, 2017).

I.3.2. L'appareil reproducteur :

I.3.2.1. Fleurs :

Les fleurs sont petites, jaunes en forme d'étoiles, groupées sur un même pédoncule en bouquet lâche de 3 à 8 fleurs, bisexuées, régulières et entre 1,5 et 2 cm de diamètre. Le tube du calice est court et velu, les sépales sont persistants.

Pour les pièces florales en général il y a 6 pétales de 1 cm de longueur, qui sont jaunes et courbées lorsqu'elles sont mûres. Il y a 6 étamines et les anthères ont une couleur jaune vif et entourent le style qui a une extrémité stérile allongée. L'ovaire est supère avec entre 2 et 9 carpelles. En générale la plante est autogame, mais la fécondation croisée peut avoir lieu (Shankara, 2005 et Polese, 2007).



Figure 04 : Fleurs de la tomate (Originale, 2017).

I.3.3.2. Les fruits :

Les fruits chez la tomate sont des baies, charnus et tendres, leur poids associé à leur tailles qui sont variées de quelques dizaines de grammes pour un diamètre de 1,5 cm et dite « cerise », à plus d'un kilogramme pour plus de 10 cm de diamètre, de couleur vert plus ou moins foncé avant maturité (Chaux et Foury, 1994 ; Blancard 2009), passant par l'orange, sa couleur à maturité varie du jaune au rouge (Papadopoulos, 1991 ; Naika *et al.*, 2005), renferment des graines appelées pépins, ces derniers sont entourés d'une sorte de mucilage provenant de l'enveloppe de la graine (Polese 2007).



Figure 05 : Fruit de la tomate (Originale, 2017).

I.3.3.3. Les graines :

En forme de rein ou de poire beiges, de 3 à 5 mm de long et de 2 à 4 mm de large.

L'embryon est enroulé dans l'albumen. Un nombre variable de graines renfermé dans une baie de tomate moyennement de 50 à 100 graines, généralement le poids de mille graines est en moyenne de 3 g (Philouze et Laterrot, 1992 ; Shankara, 2005).

Comme pour les céréales, la longévité des graines de tomate est de 5 à 10 ans (Camefort et Boué, 1969). Ces graines sont chargées de réserves qui assure une bonne faculté germinative, permettent à l'embryon de s'alimenter en attendant que la jeune plantule puisse subvenir à elle-même (Heller, 1990).



Figure 06 : Des graines bien visibles dans une coupe transversale d'un fruit mature de la tomate (Originale, 2017).

I.4. Caractéristiques physiologiques de la tomate :

I.4.1. Les exigences climatiques :

Relativement frais et sec est le climat que la tomate exige pour fournir une récolte de quantité et de qualité.

I.4.1.1. La température :

La plante de la tomate est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Shankara, 2005). La plupart des variétés exige une température optimale comprise entre 18 et 26°C (Messiaen *et al.*, 1993 et Benton, 1999). Et pour une bonne croissance et nouaison de la tomate, un équilibre entre la température

diurne et nocturne de 10°C est nécessaire, cependant si les périodes de froid ou de chaleur intentent durant tout au long de la floraison, la production est altérée à cause de la diminution du pollen, ces périodes de température défavorable perturbent la photosynthèse et affectent la germination des graines, la croissance des semis, la floraison, la mise à fruits et ainsi que la qualité des fruits (Messiaen *et al.*, 1993 ; Naika *et al.*, 2005 ; Shankara, 2005). Donc toute variation brutale de la température pendant le cycle de croissance provoquent une réaction chez la tomate (Tab. 03) (Benton, 1999 et Naika *et al.*, 2005).

Tableau 01 : Températures requises pour les différentes phases de développement d'un pied de tomate (Shankara *et al.* 2005).

Phases	Température (°C).		
	Min.	Intervalle optimal	Max.
Germination des graines	11	16-29	34
Croissance des semis	18	21-24	32
Mise à fruits	18	20-24	30
Développement de la couleur rouge	10	20-24	30

I.4.1.2. La lumière :

La croissance et le niveau de production des plantes de la tomate dépendent grandement de la quantité de soleil, est fortement influencé par la quantité totale d'énergie que la plante reçoit quotidiennement (Shankara, 2005 et Kinet, 1985). Benton (1999) a constaté qu'il y avait un rapport positif significatif entre l'exposition radiante quotidienne en moyenne de 400 à 700nm et le nombre de fleurs atteignant l'anthere dans la première inflorescence.

Un faible rayonnement lumineux, et un éclairage insuffisant provoque un étiolement des plantes, une perte de précocité, réduction de nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation ce qui cause une baisse de rendement (Cirad et Gret 2002 ; et Ray et Costes, 1965).

En outre, la photopériode ne doit pas dépasser les 18 heures par jour (Chtiwi, 2000 in Merdaci et Atia, 2006), par ce que l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la couleur et la mise à fruits (Shankara *et al.*, 2005). La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la plante (Cirad et Gret, 2002).

I.4.1.3. L'eau et l'humidité :

La sensibilité de la plantes à l'hygrométrie est très élevée, elle ne tolère ni les sols engorgés ni fortement humide, pour le processus de fécondation une meilleure hygrométrie relativement ambiante est de 60% à 65%. Si l'humidité est très élevée (plus de 80%), les pollens sont difficilement libérer. Par ailleurs, le développement des maladies cryptogamiques est lié à de fortes humidités accompagné de la chaleur (Laumonier, 1979). Les temps nuageux ralentissent le

mûrissage des tomates, par contre, le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides font tomber les bourgeons et les fleurs et provoquent le fendillement des fruits. Donc, il est essentiel de prévoir un apport d'eau suffisant pour la croissance et le développement de la plante (Munro et Small, 1998). L'eau doit être apportée en fonction du développement de la culture et au rayonnement solaire global. Les besoins en eau sont 500 litres/100m²/jour pendant les 40 jours suivant la transplantation et d'environ 1000 litres/100m²/jour pendant la floraison et la maturation (Desvals, 2006).

I.4.2. Les exigences édaphiques :

I.4.2.1. Le sol :

La tomate pousse bien sur la plupart des sols, avec une bonne aération et capacité de rétention d'eau, les plus préférés sont les sols limoneux profonds bien drainés, légère, meuble, riche en humus, s'échauffant rapidement et facilement (Laumonier, 1979). La perméabilité de la couche superficielle avec une profondeur de 15 à 20 cm est favorable à une bonne croissance d'une culture saine (Shankara *et al.*, 2005). Khorsi (1993) a montré que la production de tomate peut être augmentée de près de 50% en passant des sols sableux légers, à des sols limoneux plus lourds.

I.4.2.1.1. La température du sol :

Le pourcentage de levée et la vitesse de germination dépendent fondamentalement à la température du sol (tourbe utile). Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (Rey et Costes, 1965). Kolev (1976) rappelle qu'à des basses températures (au-dessous de 12°C) la végétation est très faible et les inflorescences sont anormales et portent peu de fleurs.

I.4.2.1.2. Le pH du sol

La tomate supporte modérément un large intervalle de valeurs du potentiel d'hydrogène, mais pousse mieux dans les sols où la valeur du pH varie entre 5,5 et 6,8 (Shankara, 2005).

I.4.2.1.3. La salinité du sol

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. pendant la germination et au début du développement la plante est plus sensible à la salinité (Bentvelsen, 1980). C'est pour cette raison que la concentration saline de la solution nutritive est utile pour maîtriser le développement des jeunes plants (Brun et Montarone, 1987).

Selon Dore et Varoquaux (2006), certaines plantes ont le pouvoir de croître sur des sols riches en sels. De plus, ces plantes transgéniques régénérées accumulent le sel dans les feuilles et non dans les fruits, qui restent donc comestibles.

I.4.3. Le cycle biologique de la tomate :

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

I.4.3.1.La germination :

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

I.4.3.2.La croissance :

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

- En pépinière : De la levée jusqu'au stade 6 feuilles, on remarque l'apparition des racines et des prés feuilles ;
- En plein champ : Après l'apparition des feuilles à photosynthèse intense et des racines, les plantes continuent leur croissance. La tige s'épaissit et augmente son nombre de feuille.

I.4.3.3. La floraison :

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

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

I.4.3.4. La pollinisation :

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

I.4.3.5. La fructification et la maturité des fruits :

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

La lumière intense permet la synthèse active qui affecte la mise et la couleur des fruits, pour cela une température de 18 °C la nuit et 27°C le jour est favorable (Ray et Costes, 1965 ; Shankara, 2005).

I.5.Importance économique de la tomate :

I.5.1.Importance dans le monde :

La tomate a une valeur économique élevée (Shankara, 2005), elle est presque cultivée dans tous les pays du monde, plus de 140 million de tonnes sont produites chaque année. La production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri.

À 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).

La tomate fraîche est présente presque toute l'année dans le commerce, grâce aux systèmes de culture protégés (Polese, 2007).

Tableau 02 : Les dix Principaux pays producteurs de la tomate dans le monde.
(FAO Stat, 2014).

Pays	Production (qx)
Chine	33 911 935

Inde	1 3 718 573
USA	10 965 452
Espagne	10 313 529
Égypte	9 204 602
Turku	5 976 732
Iran	4 826 851
Italie	3 922 179
Brasil	3 867 630
Mexique	2 936 347

Selon (FAO Stat, 2014), les deux premiers pays producteurs mondiaux sont la Chine avec 33,9 millions de tonnes suivie de l'Inde avec 13,7 millions de tonnes. Les États Unis occupent le troisième rang mondial avec plus de 10,9 millions de tonnes de tomate produite chaque année. De nombreux pays, tels que l'Espagne, l'Égypte, la Turquie, l'Iran, le Brésil, l'Italie et le Mexique produisent également chaque année plus de 30 million de tonnes de tomates.

I.5.2. Superficies et production de la tomate en Algérie :

La culture de la tomate occupe une place prépondérante dans l'économie agricole algérienne et près de 33 000 ha sont consacrés annuellement à sa culture, donnant une production moyenne de 01 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311qx/ha (Anonyme, 2009). Après la pomme de terre, la tomate est le second produit maraîcher de par la place qu'elle occupe dans les habitudes alimentaires en Algérie (Baci, 1995 in Guelamallah, 2006).

I.5.3.L'importance économique de la tomate dans la wilaya de Mostaganem :

Selon les statistiques de la direction du service agricole (2014) de la wilaya de Mostaganem, la production de la tomate a présenté pendant les années (2003-2005) une certaine stabilité des superficies cultivées de l'ordre de 2123 à 2340 ha. D'autre part cette production a diminué durant l'an 2006 ou il a enregistré 426260 qx pour une superficie de 2011 ha, pour reprendre en expansion durant les années (2008-2014) (Tab. 02).

Tableau 03 : Production de tomate dans la wilaya de Mostaganem (DSA, 2016).

Année	Superficie (ha)	Rendement (qx/ha)	Production (qx)
2003	2123	239,4	508 202
2004	2170	222,3	482 330
2005	2340	197,4	462 000
2006	2011	212	426 260
2007	2026	240,7	487 650
2008	1680	290	487 200
2009	1957	258,1	505 050
2010	2336	291,2	680 143
2011	2298	288,4	662 643
2012	2512	310,4	779 695
2013	2427	335,1	813 313
2014	2541	372,7	946 996
2016	1802,82	402,26	725220

I.6. Les bioagresseurs de la tomate :

Très élevé est le nombre des ravageurs et d'agents pathogènes qui affectent le développement de la tomate. Pour ce qui est du bassin méditerranéen, ce sont près de 200 maladies déjà dénombrées (Gallais et Bannerot, 1992).

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

II.1. Origine et répartition géographique :

La première déclaration de la mineuse de la tomate fut en 1962 au Japon, puis en 1964 elle a été déclarée encore en Argentine, s'ensuit sa propagation vers d'autres pays

de l'Amérique Latine, la mineuse de la tomate est un ravageur d'origine d'Amérique du Sud, signalé au Brésil, Chili, Bolivie, Paraguay et la Colombie... (Urbaneja *et al.*, 2007).

Après un premier signalement en 2006 en Espagne, en 2008 la culture de la tomate a été attaquée par cette espèce d'insecte en Algérie, Maroc et la France (Fraval, 2009).

En Algérie, la mineuse de la tomate a été signalée au printemps 2008 près de Mostaganem (Guenauoui, 2008 ; Berkani et Badaoui, 2008). En 2009, 16 wilayas productrices de tomate sont touchées par ce ravageur (Mostaganem, Chlef, El Taref, Oran, Ain Defla, Boumerdès, Alger, Bouira, Tizi-Ouzou, Béjaïa, Jijel, Skikda, Mila, Tlemcen, M'Sila et Biskra) et actuellement ce ravageur est présent dans toutes les wilayas productrices de tomate (Snoussi, 2010). Plus récemment, il a été identifié par Kiliç (2010) qui a fait la première reconnaissance de l'espèce dans la Province d'Izmir en Turquie.

Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae) était à l'origine décrit en 1917 par Meyrick comme *Phthorimaea absoluta*. Plus tard, l'organisme nuisible a été signalé comme *Gnorimoschema absoluta* (Clarke, 1962), *Scrobipalpula absoluta* Povolny, ou *Scrobipalpuloides absoluta* Povolny, mais a finalement été décrit sous le genre *Tuta* comme *T. absoluta* par Povolny en 1994 (Barrientos *et al.*, 1998).



Figure 07: Carte de distribution de la mineuse « *T. absoluta* » dans les régions méditerranéennes

II.2. La classification taxonomique de *T. absoluta* :

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Classe :	Insecta

Ordre :	Lepidoptera
Sous-ordre :	Microlepidoptera
Superfamille :	Gelechioidea
Famille :	Gelechiidae
Sous famille :	Gelechiinae
Genre :	<i>Tuta</i>
Espèce :	<i>Tuta absoluta</i> (Polovny, 1975)

II.3.Plantes hôtes :

Selon Amazouz (2008), *T. absoluta* attaque essentiellement la famille des solanacées. Aujourd'hui, il est présent dans toutes les régions de production de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), la plante hôte préférée pour *T. absoluta*, ces larves peuvent être développées sur d'autres cultures comme *Solanum tuberosum* L., *Solanum melongena* L., *Solanum muricatum*, *Nicotiana tabacum* L., *Phaseolus vulgaris* L. et ainsi que les adventices tels que morelle noire (*Solanum nigrum*)...(Desneux *et al.*, 2010 ; Trottin-Caudal, 2011).

II.4.Description et cycle biologique :

Le cycle de développement de *T. absoluta* comporte quatre stades évolutifs : un stade œuf, un stade larvaire lui-même divisé en 4 phases (L1, L2, L3 et L4), un stade chrysalide et un stade adulte. Selon Fredon (2011), le cycle biologique de *T. absoluta* dure 76.3 jours (à 14°C) et 23.8 jours (à 27.1°C). Il peut y avoir jusqu'à 10 ou 12 générations par an. Chaque femelle peut pondre isolément, de 40 à plus de 200 œufs de préférence à la face inférieure des feuilles ou au niveau des jeunes tiges tendres et des sépales des fruits immatures. Après l'éclosion, les jeunes larves pénètrent dans les feuilles, les tiges ou les fruits quel que soit le stade de développement du plant de tomate. Les chenilles creusent des galeries dans lesquelles elles se développent. Une fois le développement larvaire achevé (4 stades successifs : L1, L2, L3 et L4), les chenilles se transforment en chrysalides dans les galeries, à la surface des plantes hôtes ou bien dans le sol. Cet insecte passe l'hiver au stade œuf, chrysalide ou adulte. Les adultes mâles vivent 6-7 jours et les femelles 10-15 jours.

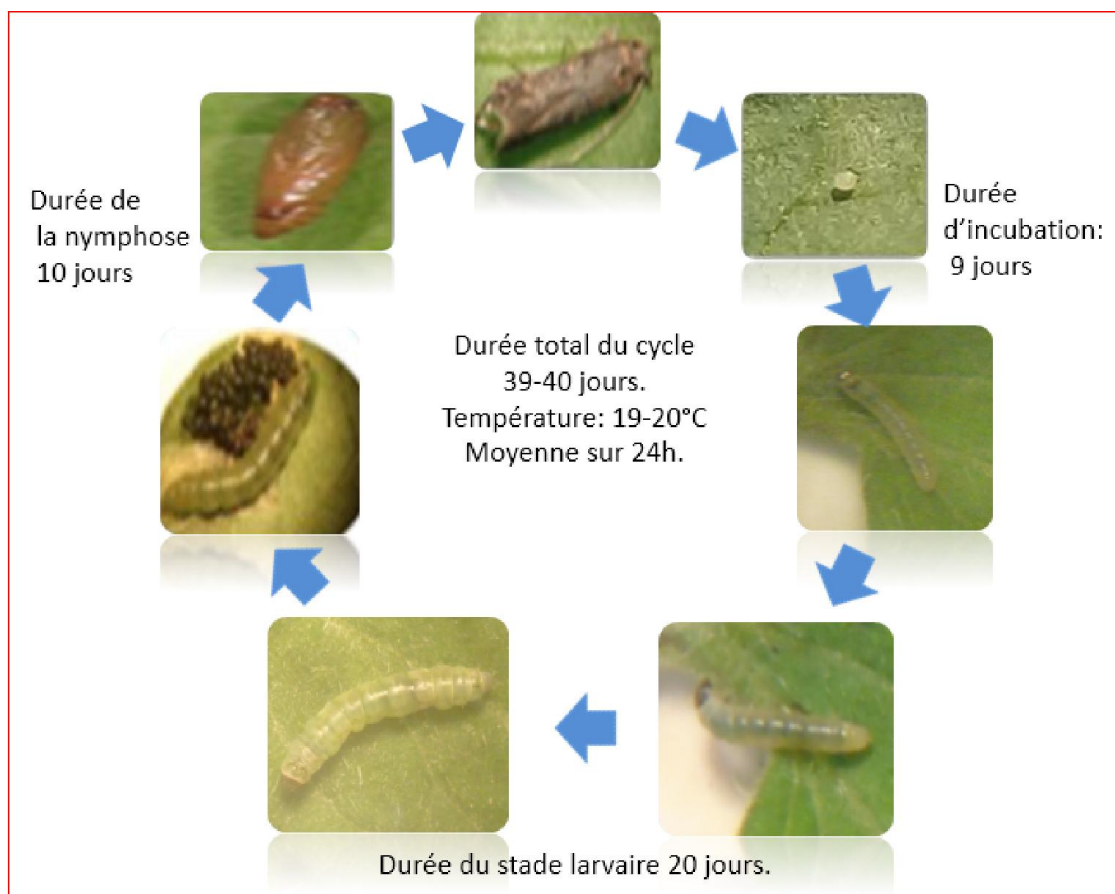


Figure 08: Différents stades de développement de *T. absoluta* (Originale, 2017).

Le cycle biologique de ce bio-agresseur dépend de la température, les degrés basses sont un facteur limitant de sa survie, mais *T. absoluta* peut passer l'hiver sous forme d'œufs, pupes ou adultes, selon les conditions environnementales.

T. absoluta Meyrick (Lepidoptera, Gelechiidae), ravageur de tomate et autres Solanacées, est un micro lépidoptère, dont les caractéristiques sont les suivantes :

II.4.1. L'adulte :

Petit papillon de nuit mesurant entre 6 et 7mm de long, et environ 10 mm d'envergure, il est de couleur grise et ses ailes sont couvertes de taches brunes, possède des munis d'antennes filiformes presque aussi longues que son corps. Le mâle est plus petit et moins volumineux que la femelle. L'essentiel des activités (principalement la ponte) est crépusculaire à nocturne et même matinale. Au cours de la journée l'insecte est au repos (Uchoa *et al.*, 1995).

II.4.2. Les œufs :

Les œufs sont de forme ovoïde, de couleur blanc crème et ont environ 0,4 mm de long. Ils sont pondus le plus souvent isolés, plutôt sur la face inférieure des feuilles et la face supérieure mais aussi sur les jeunes fruits zones des sépales, les pétioles et les tiges. Ils ne sont pas observés facilement en culture (Anonyme, 2011).

II.4.3. Les larves :

Les larves sont au départ de couleur crème (L1) puis deviennent verdâtres et rose clair (2ème - 4ème stade). Le stade L3 mesure entre 4,5 et 4,6 mm de long et le stade L4 mesure entre 7,3 et 7,7 mm. Leur longévité moyenne est de 10 à 15 jours pour les femelles et de 6 à 7 jours pour les mâles (Anonyme, 2011).

II.4.4. La chrysalide :

C'est une phase de transformation, est de forme cylindrique plus large à l'extrémité antérieure ; de couleur verte au début, elle vire au brun à l'approche de l'émergence (Estay, 2000). Elle est couvée par un cocon de soie blanc (Arnó *et al.*, 2010). Selon Fernandez et Montagne (1990), les mâles sont plus légères ($3,04 \pm 0,49$ mg) et plus petites (longueur : $4,27 \pm 0,24$ mm ; largeur : $1,23 \pm 0,08$ mm) que chez les chrysalides femelles ($4,67 \pm 0,23$ mg ; $4,67 \pm 0,23$ mm de long et $1,37 \pm 0,07$ mm de large).

II.5. Symptômes et dégâts :

La mineuse de la tomate s'attaque aux feuilles, aux tiges et également aux fruits en formation ou murs...Au début d'attaque, on observe souvent des galeries sur feuilles, plutôt dans la moitié inférieure des plantes. Quand les populations et/ou la température devient favorable, les attaques se développent aussi dans la partie supérieure, sur les apex et les fruits, les bouquets et les tiges (Ramel et Oudard, 2008 ; Monserrat Delgado, 2009).

Les larves se nourrissent de tissus mésophiles et mènent irrégulièrement les feuilles produisant des galeries d'aspect blanchâtre, elles sont très mobiles et peuvent creuser plusieurs galeries au cours de leur développement, ce qui perturbe le

développement des plantes et augmente les dégâts, les fruits présentent des nécroses sur le calice et des trous à la surface (Monserrat Delgado, 2009).



Figure 09 : Symptômes de *T. absoluta* sur le feuillage de la tomate (Originale, 2017)

Une larve peut provoquer des dégâts sur plusieurs fruits d'un même bouquet. Provoquant des pertes substantielles de production de tomate qui peuvent atteindre de 50 à 100% de perte (OEPP, 2005 ; Ramel et Oudard, 2008 ; Monserrat Delgado, 2009).



Figure 10: Symptômes de *T. absoluta* sur les fruits de la tomate (Originale, 2017).



Figure 11 : Dégâts de *T. absoluta* sur la culture de la tomate (Originale, 2017).

II.6. Les méthodes de lutte contre *Tuta absoluta* :

II.6.1. La lutte biotechnique :

Selon Wang *et al.* (1998), les moyens de lutte biotechniques sont comme suit :

- La surveillance est indispensable à la détection des adultes, si l'on veut en éviter la multiplication;
- La surveillance la plus efficace consiste en une inspection hebdomadaire des pièges à phéromones, que l'on place au centre de la serre pendant toute la saison de la végétation, pour détecter les adultes mâles. Les pièges doivent se trouver au même niveau que le sommet des plants ; Rappelons que les leurres à la base de phéromone, dont on garantit les pièges doivent être renouvelées régulièrement.

II.6.2. Confusion sexuelle :

Il est possible de désorienter les mâles de la mineuse de la tomate, qui sont à la recherche des femelles, en diffusant lentement dans l'atmosphère la phéromone sexuelle de la mineuse. On empêche ainsi l'accouplement. La technique de confusion sexuelle est efficace pour empêcher leur prolifération (Idrenmouche, 2011)

II.6.3. Les mesures culturales :

Selon Wang *et al.* (1998), les techniques culturales sont comme suit :

- **L'hygiène** : l'enlèvement complet d'une culture infectée par la mineuse de la tomate est la condition essentielle pour éviter ou du moins réduire au minimum les risques de réinfestation, d'une récolte à l'autre. Il faut veiller à ce que tous les débris de culture soient parfaitement détruits par incinération ou enfouissement profond. Lorsque les pupes se trouvent enfouies sous au moins 7 à 9 cm de terre, la sortie des adultes sera difficile. Ramassage de la mineuse à la main en inspectant régulièrement la culture dès le début et en détruisant les feuilles infestées. On peut ainsi limiter l'importance des populations.
- **Désinfection des caisses** : veiller à ce que les caisses ou les boîtes qui ont servi à une opération soient soigneusement désinfectées, avant d'être réutilisées pour l'opération suivante. Les adultes, les feuilles infestées ou les fruits laissés dans les caisses peuvent être source d'infestation.

II.6.4. La lutte biologique :

Les résultats d'étude menées au centre de recherche sur la culture abutée et industrielle, donnent à espérer que certains espèces de *Trichogramma* peuvent être de bons auxiliaires de lutte biologique contre la mineuse de tomate, à condition d'appuyer leur action, par d'autres mesures de lutte (Wang *et al.*, 1998).

Selon Torres *et al.* (2002), en Espagne et en France pour faire face à l'attaque de *T. absoluta*, on a déployé des prédateurs de la mineuse de la tomate qui sont du genre *Machrolophus*, une punaise qui se nourrit abondamment des œufs du papillon. La punaise fait merveille, mais son temps d'installation est de trois mois. Alors pour compléter le dispositif les professionnels ont utilisé un parasitoïde. Une mini guêpe dont la particularité est de pondre ses œufs à l'intérieur de l'œuf de *T. absoluta*.

II.6.5. La lutte chimique :

Les ravageurs similaires à *T. absoluta* avec une capacité élevée et des générations plus courtes, représentent un risque majeur de développement de la résistance ; il serait facile de générer une population résistante à partir de quelques individus résistants. En plus les insecticides efficaces sont peu nombreux ce qui amplifie la fréquence de leur utilisation et donc, l'augmentation de la pression de la sélection et le risque de l'apparition de la résistance.

C'est ainsi que les populations de *T. absoluta* résistantes à divers insecticides se sont développées dans les autres régions du monde. Pour prévenir l'apparition de résistance à la mineuse, il est nécessaire d'utiliser des insecticides disponibles d'une manière raisonnable. En plus, il est nécessaire d'intégrer à l'usage des insecticides toutes les méthodes de lutte de *T. absoluta* disponibles tout en les combinant en une stratégie de lutte intégrée. On doit utiliser donc tous les moyens disponibles pour qu'ils soient efficaces pendant plusieurs années (Guenaoui, 2008). Parmi les matières actives utilisées nous pouvons citer : metaflumizone, chlorantraniliprole, cyromazine (Anonyme, 2015).

III. La courge *Cucurbita pepo* L. (1873) :

III.1.Origine :

Cucurbita pepo est indigène des régions chaudes et tempérées de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Nord et y est cultivé. Il existe également en forme sauvage en Europe et en Asie. L'origine est incertaine. L'ancêtre commun de toutes les variétés actuelles de *Cucurbita pepo* provient probablement du Mexique, comme le confirment les résultats archéologiques (Andres, 2003). Leur plus ancienne présence dans l'alimentation humaine est décelée 7000 ans avant notre ère au Mexique (Chaux et Foury, 1994 ; Renaud, 2003).

III.2.systematique de la plante :

Cucurbita pepo L. (courgette) appartient à la famille de melon Cucurbitaceae qui comprend environ 95 genres et 950-980 espèces (Schaefer et Renner, 2011).

La culture de *C. pepo* est scientifiquement classée selon Feller *et al.* (1995) comme suit :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Violales

Famille : Cucurbitaceae

Genre : *Cucurbita* L. (1753)

Espèce : *Cucurbita pepo* L. (1753)

III.3.Description de la plante :

Les variétés *Cucurbita pepo*, utilisées pour la production de la courgette sont le plus souvent des hybrides F1 (Chaux et Foury, 1994).

Le fruit est une baie charnue, uniloculaire, sans cavité centrale, cylindrique, parfois en massue, généralement de couleur verte. Les fruits naissent à partir des axillaires foliaires, attachés par un pédoncule épais et court. Ils sont récoltés avant maturité complète avant qu'ils durcissent. En conditions printanières précoces, les premiers fruits sont récoltés entre 70 et 85 jours après le semis. De couleur, uniforme ou rayée, tachetée, son intensité est un facteur variétal (Erard, 2002).

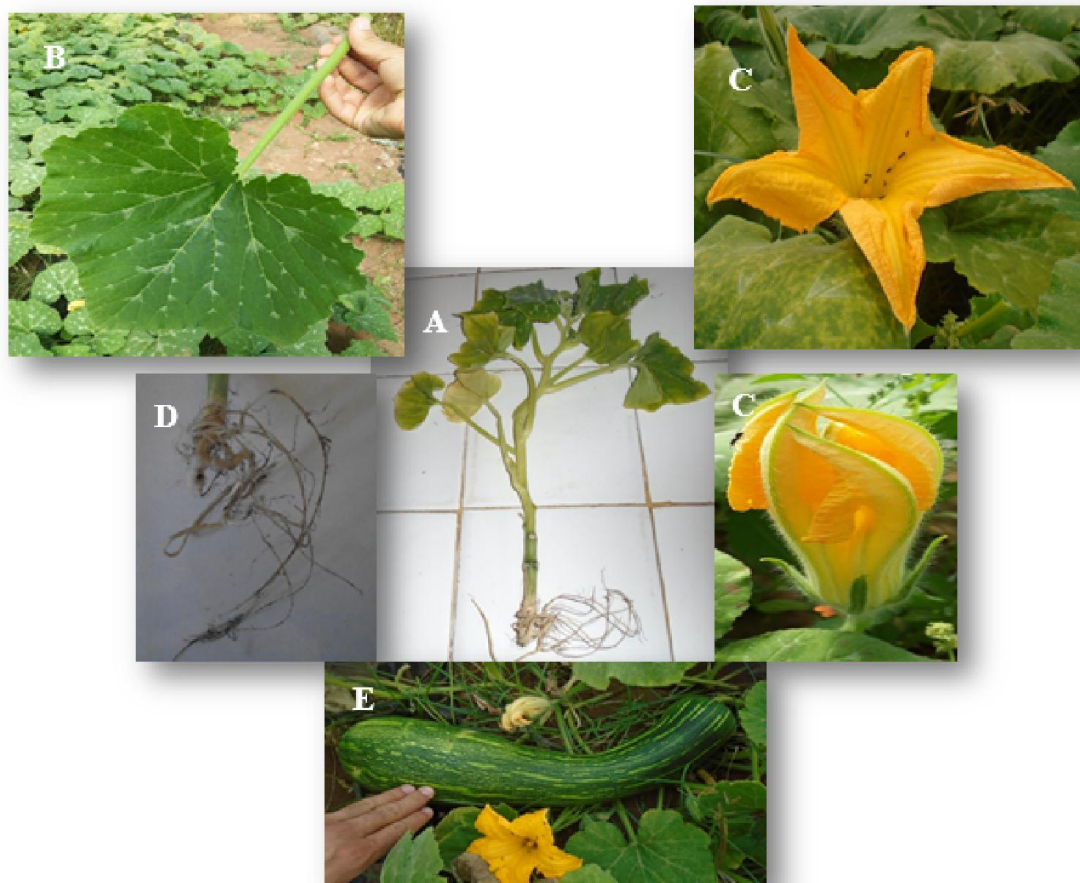


Figure 12 : Les différents stades phénologiques de la courge (Originale, 2017)

A : plante jeune, B : feuille, C : fleur, D : système racinaire, E : fruit au core de la formation

III.4.1. Morphologie et développement de la plante :

D'après (Erard, 2002), La courgette est une plante annuelle, à végétation ramassée et à croissance indéterminée. La tige principale de la courgette possède des bourgeons secondaires atrophiés, avec des entrenœuds courts portent des feuilles, fruits et fleurs jaunes unisexuées (Larousse agricole, 2005).

III.4.2. Stades phénologiques :

Échelle des stades phénologiques des légumes dans la famille des courges. Selon Feller et *al.* (1995):

- Stade principal 0: **germination** ; de semence sèche à la levée: les cotylédons percent la surface du sol ;
- Stade principal 1: **développement des feuilles** ; de l'étalement des cotylédons de 9-19 feuilles étalées sur la tige principale ;

- Stade principal 2: **formation de pousses latérales** ; de la 1^{ère} à la 9^{ème} pousse latérale primaire est visible ;
- Stade principal 3: **apparition de l'inflorescence** ; La première ébauche d'une fleur est visible sur la tige principale, l'ovaire est allongé- la première ébauche florale est visible sur la pousse latérale tertiaire ;
- Stade principal 6: **la floraison** ; La première fleur est ouverte sur la tige principale- première fleur ouverte sur la pousse latérale tertiaire ;
- Stade principal 7: **développement du fruit** ; Le premier fruit de la tige principale a atteint sa taille et forme typiques- le premier fruit de la 3^{ème} pousse latérale atteint sa taille et forme typiques ;
- Stade principal 8: **maturation du fruit et des graines** ; 10% des fruits ont la coloration typique du fruit à maturité-maturation complète: les fruits ont atteint leur couleur typique de pleine maturité ;
- Stade principal 9: **sénescence** ; La plante est morte.



Figure 13 : Les principaux stades phénologiques des courges (Feller *et al.*, 1995)

- A** : Les cotylédons sont étalés.
- B** : La première vraie feuille sur la tige principale est étalée.
- C** : 05 feuilles étalées sur la tige principale.
- D** : 9 ou davantage de feuilles étalées.
- E** : 02 pousses latérales primaires sont visibles et ainsi de suite ...
- F** : La première fleur est ouverte sur la tige principale.
- G** : Le premier fruit de la tige principale a atteint sa taille et forme typiques.
- H** : Le premier fruit de la 2ème pousse latérale atteint sa taille et forme typiques.
- I** : 10% des fruits ont la coloration typique du fruit à maturité.

III.4. 3. Morphologie au moment de la récolte :

Le fruit est une baie charnue, uniloculaire, sans cavité centrale, cylindrique, parfois en massue, généralement de couleur verte. Les fruits naissent à partir des axillaires foliaires, attachés par un pédoncule épais et court. Ils sont récoltés avant maturité complète avant qu'ils durcissent. En conditions printanières précoces, les premiers fruits sont récoltés entre 70 et 85 jours après le semis. De couleur, uniforme ou rayée, tachetée, son intensité est un facteur variétal (Erard, 2002).

III.4.4. Conditions de développement :

La levée, a lieu, quand la température du sol est supérieure à 20°C, les courges demandent de la chaleur, beaucoup d'eau et un sol riche en matières organiques, elles sont sensibles au gel (Clement, 1981).

III.5. Cycle de culture :

La courge a besoin pour son développement de 120 à 150 jours de semis à la récolte pour un long cycle et de 80 à 100 jours de semis à la récolte pour un cycle court.

	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Plantation		—						
Semis direct			—					
Récolte						—		
Stockage							— (...)	

La durée des cycles de culture est variable en fonction des types de courges et des conditions de culture. En culture précoce, plantation de fin avril, les cultures devront être recouvertes d'une protection temporaire contre le vent et le froid (Hallouin, 2012).

III.6. Composition de la courge :

Les graines de courge contiennent 30 à 50% d'huile grasse, elle-même composée d'acide linoléique polyinsaturé (50 à 64%), d'acide oléique monoinsaturé (35%), d'acide palmitique (env. 10%) et d'acide stéarique (env. 5%). Les autres composants sont les protéines (25 à 40%), les glucides (6 à 10%), les fibres brutes (fibres alimentaires, 4 à 6%), les minéraux tels que le potassium, le calcium, le magnésium et les oligoéléments dont le zinc, le manganèse, le cuivre et le sélénium (0,03%). S'ajoutent des phytostérols – substances similaires au cholestérol ayant des propriétés semblables à celles des hormones – des isoflavones, des vitamines C et E, et du caroténoïde, principale responsable de la couleur rouge brun de l'huile de pépin de courge. Attention: les cucurbitacées contiennent des substances amères (cucurbitacine) très toxiques. Ne pas consommer le légume (courge, concombre...) s'il a un goût très amer (Lendenmann, 2013 ; Wolf et Miller, 2008).

III.7. Utilisation de la plante :

La courge dans la médecine douce, de par ses multiples vertus et son utilisation aussi bien en médecine douce et alternative qu'en médecine traditionnelle, la courge potagère a été élue plante médicinale de l'année 2005 par le cercle d'études interdisciplinaires sur l'histoire et l'évolution des plantes médicinales de l'Institut d'histoire de la médecine de l'Université de Würzburg. Les peuples natifs d'Amérique utilisaient déjà les graines de courge contre la fièvre et les intoxications, mais aussi comme vermifuge ou pour le traitement des infections urinaires. Aujourd'hui encore, dans divers pays d'Afrique, on l'utilise contre le ver solitaire et l'ascaris, le principe actif étant la cucurbitine. La médecine populaire y a recours contre l'incontinence nocturne et diurne chez l'enfant, comme diurétique ou encore en traitement externe des plaies (Lendenmann, 2013).

IV. la menthe (*Mentha spicata* L.) :

IV.1. Origine :

Les menthes appartiennent au genre *Mentha* de la famille des labiées, 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 Moyse, 1971).

IV.2. systématique de la plante selon Perrot (1944) :

Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	<i>Mentha</i> L.
Espèce :	<i>Mentha spicata</i> L.

IV.3. description de la plante :

Elle a plusieurs noms: menthe crépue, douce, verte... La menthe est une plante vivace, à inflorescence spicatée; ses épis de fleurs plus étroits plus allongées et aigus; les feuilles opposées légèrement piquantes. Cette espèce est obtenue par de multiples croisements de plusieurs espèces de menthes. Il existe des formes stériles et d'autres fertiles (FAO, 2010).

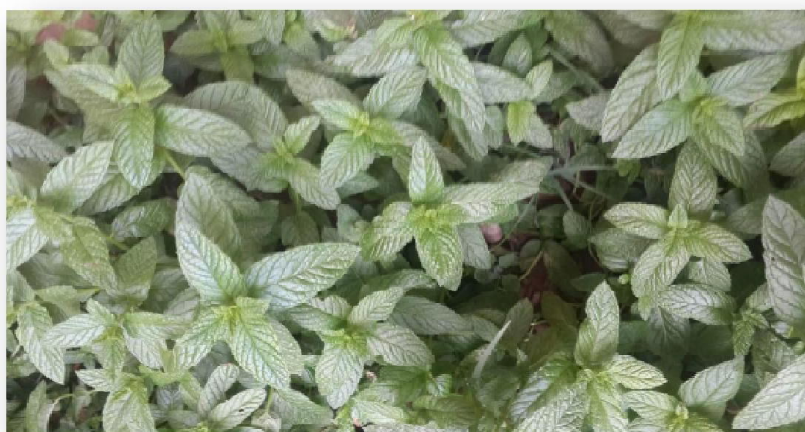


Figure 14 : *Mentha spicata* (Originale, 2017)

IV.4. Conditions de développement de la menthe :

- La croissance végétative de la menthe est fortement diminuée en période froide (Tanji, 2010) ;
- La menthe peut être cultivée dans tous les sols sauf dans les terres trop argileuses, humides et froides en hiver (FAO, 2010) ;
- La menthe peut être cultivée en climat montagnard, tempéré, humide jusqu'à 900-1000 m d'altitude et en climat méditerranéen (FAO, 2010).

IV.5. Composition de la plante :

L'huile essentielle de la menthe verte riche surtout en -L-carvone (teneur entre 40 à 80 %),

l'acétate de dihydrocuminyne (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.6. Utilisation de la plante :

La menthe est utilisée comme traitement pour différents problèmes sanitaires chez l'être humain comme :

- Traitement du mal d'estomac et les douleurs de coffre (Doymaz, 2006; Park *et al.*, 2002) ;
- La lutte contre l'anxiété, les nausées et les vomissements (Grosjean, 2007) ;
- Les huiles essentielles de la menthe sont utilisées pour contrôler les parasites Trypanosoma et Leishmania (Brian, 2007) ;
- Les HE de la menthe présentent ainsi des propriétés antivirales (Zhiri *et al.*, 2005) qui ont été prouvé *in vivo* et *in vitro* contre le Virus Y de la pomme de terre (PVY) (Ismail, 1994 ; Inouye *et al.*, 2001) ;
- Des propriétés inhibitrices sur le plan de la formation des micromycètes de *Penicillium chrysogenum*, *Fusarium solanum* et *Mucor ramassissimus* (Motiejunaite et Peciulyte, 2001).

I.1.Objectif

En Algérie, depuis 2008, la culture de la tomate a été menacée par les attaques de *Tuta absoluta*. Cette dernière devenant résistante contre les produits insecticides, habituellement utilisés, a incité les chercheurs d'apporter des solutions efficaces, moins coûteuses et protectrices de l'environnement.

L'objectif de cette étude est de suivre l'effet insecticide des extraits naturels préparés à partir de la partie aérienne de *Cucurbita pepo* (la courge) et *Mentha spicata* (la menthe), sur ce ravageur.

I.2.Présentation de la zone des cultures

Parmi les espèces végétales utilisées dans cette étude, la tomate et la courge ont été cultivées dans deux serres installées à la ferme expérimentale du département des sciences agronomiques, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem (Fig. 01). Celle-ci est située dans la commune de Mazagran à 04 Km au sud du chef-lieu de la wilaya de Mostaganem (longitude 0° 4' 44''E, latitude 35° 53' 35''N, altitude 147m).



Figure 15: Vue aérienne de la station expérimentale de l'Université de Mostaganem (Google Earth, 2017).

I.3. Matériels et méthodes

I.3.1. Matériel végétal

L'étude a été réalisée tout en utilisant des extraits hydro-acétoniques et hydro-éthanoliques issus des fleurs et feuilles jeunes et matures de *Cucurbita pepo*, ainsi qu'un extrait méthanolique de *Mentha spicata*. La tomate, *Lycopersicon esculentum*, a servi comme une plante hôte de la mineuse *T. absoluta*.

I.3.2. Matériel animal

Il s'agit des larves du bio-agresseur *T. absoluta*, communément nommé la mineuse de la tomate. Il est considéré comme l'un des principaux ravageurs de la culture de la tomate.

I.3.3. Installation de la culture de la courge *C. pepo*

Le repiquage des plantules a été réalisé le 21/02/2016. L'écart entre les plants est de 1m. Le nombre total des plants est de 50 plants.

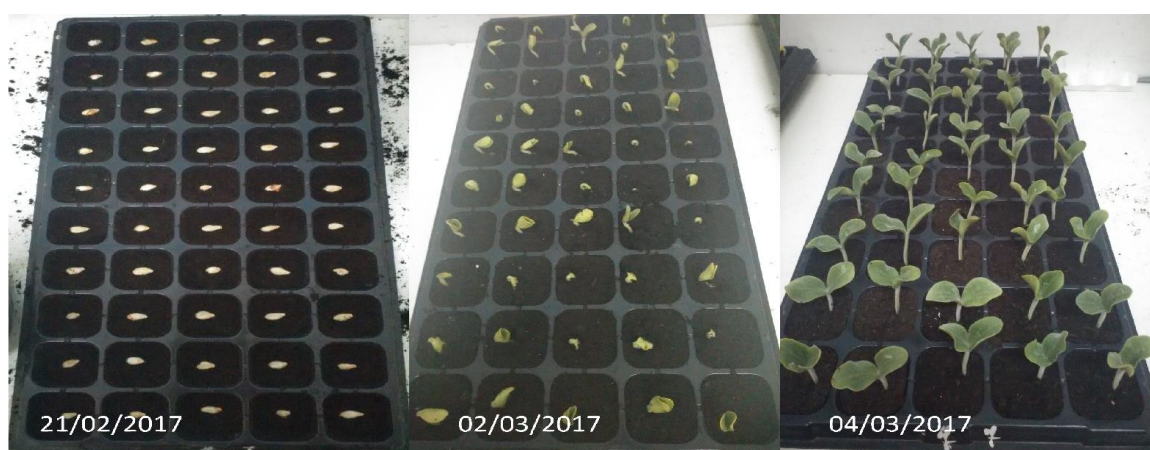


Figure 16 : Préparation des plantules de la courge dans une plaque d'alvéole
(Originale 2017)



Figure 17 : La mise en culture et entretien de la courge (Originale, 2017)

I.3.4. Préparation des échantillons

Les parties végétales fraîches (feuilles et fleurs), dont la teneur en humidité est importante rend le broyage difficile. Pour ceci, un séchage a été adopté : laisser sécher dans une étuve à une température $\leq 40^{\circ}$ C, jusqu'à la stabilisation du poids. Retirer de l'étuve, le matériel végétal a été immédiatement broyé et conservé dans des bocaux hermétiquement fermés, pour son utilisation ultérieure.



Figure 18 : (01) Séchage des fleurs par étuvage, (02) pesée des feuilles de la courge avec une balance de précision (Originale 2017)



Figure 19 : Broyage des échantillons secs l'aide des mortiers en porcelaine.

I.3.5. Méthodes d'extraction

Il existe plusieurs techniques d'extraction des produits et matières de plantes. Pour la présente, il a été choisi deux méthodes : par Soxhlet (extrait méthanolique de *Mentha spicata*), et par sonication (extraits hydro-éthanolique et hydro-acétonique de *Cucurbita pepo*).

I.3.5.1.Extraction par sonication

Principe :

La technique est basée principalement sur la sonication de suspension qui contient le solvant et le broyé végétal par un sonicateur, qui applique une vague continue des ultrasons sur la matière végétale, pour faire éclater les cellules, sortir ces contenues et faciliter le rôle des solvants, pendant 30 min à la température de laboratoire. (**Fig.20** : Les étapes 01, 02, 03, 04-05).



Figure 20 : Les étapes d'extraction par sonication : **01** : Broyé, **02** : Suspension (broyé + solvant), **03** : Sonication, **04-05** : Filtration, **06**: Evaporation (évaporateur rotatif), **07** : Lyophilisation.

I.3.5.2. Extraction par Soxhlet

Principe :

Le Soxhlet (Fig. 21) est un dispositif en verre constitué d'un ballon, d'une pièce Soxhlet permettant le contact entre le solvant et l'échantillon dans une cartouche en papier filtre épais, un siphon qui permet l'évacuation de la solution vers le ballon, un réfrigérant qui permet la condensation des vapeurs.

L'échantillon est en contact avec le solvant pur en permanence grâce au remplissage régulier de la cartouche, ce qui favorise une meilleure solubilisation des composés à extraire (Benabdallah, 2016).

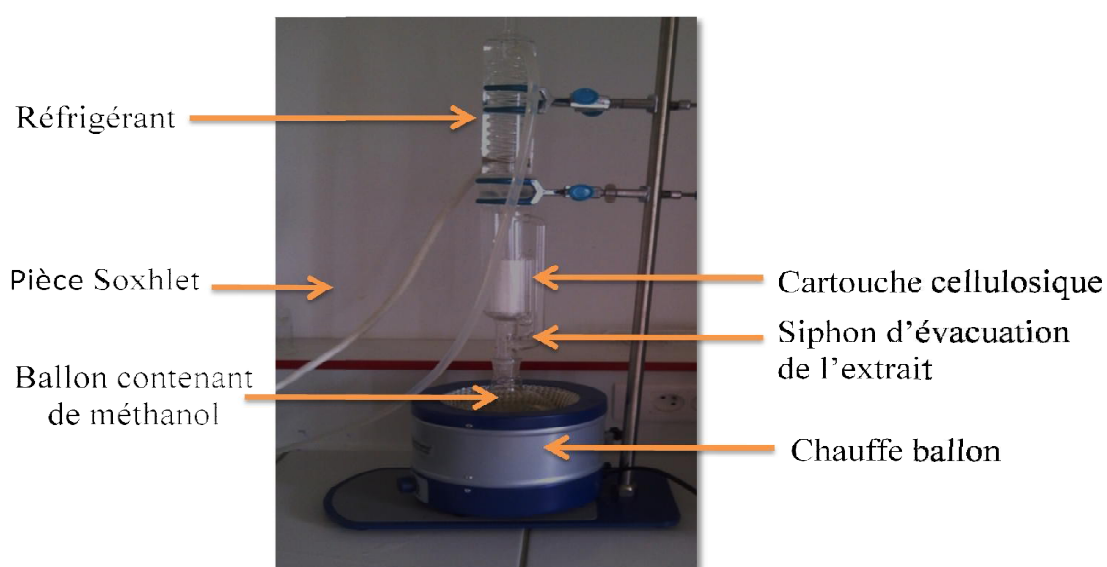


Figure 21 : dispositif Soxhlet. (Originale 2017)



Figure 22 : Evaporation rotatif de l'extrait hydro-méthanolique de la menthe (Originale 2017)

I.3.6.Préparation des extraits :

Les extraits obtenus par la méthode de sonication ont été préparées à raison de 01g de broyé (feuilles et fleurs de la courge), pour 10ml de solvant à 50% (acétone ou éthanol). L'extraction a été réalisée dans un bain de sonication à la température de laboratoire, pendant 30 min, puis filtrée à l'aide d'un papier filtre en microfibres de verre de Wattman #1. L'opération a été répétée 03 fois afin de récupérer le maximum du contenu (**Fig. 23**).

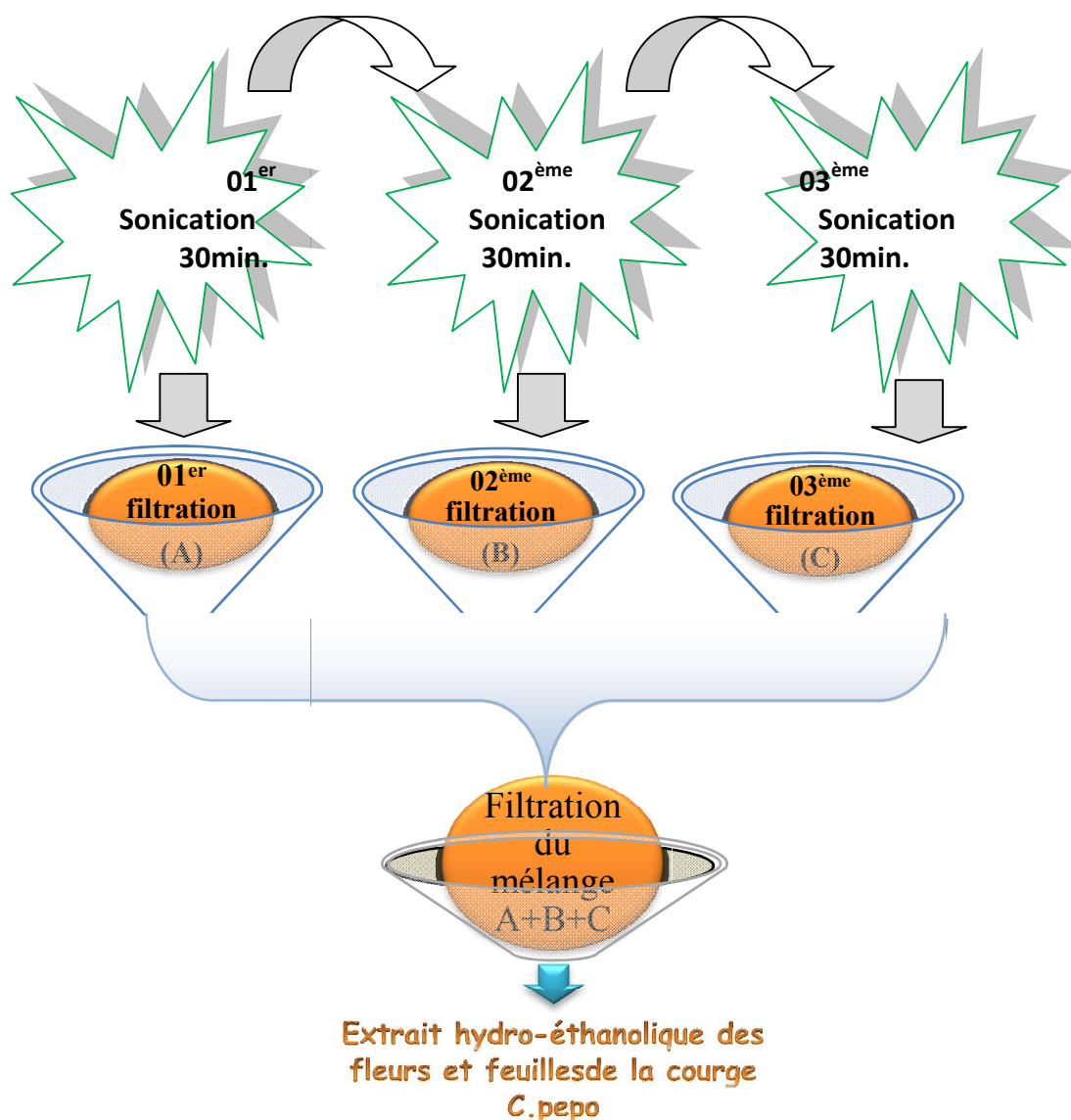


Figure 23 : Etapes d'extraction par sonication (appliquées pour l'extraction des fleurs et feuilles de la courge). (Originale 2017)

Après avoir été mélangés, les extraits **A**, **B**, **C** ont été concentrés par évaporation sous vide à une température de 40° C à l'aide d'un évaporateur rotatif de type Büchi. Enfin, la matière active sèche (Lyophilisat) a été récupérée par lyophilisation.

Les mêmes étapes ont été suivies pour les restes des extraits, à l'exception de la température, qui était de l'ordre 44° C pour l'acétone.

Les six extraits sont :

- **1**-Extraits acétonique et éthanolique des fleurs de *C. pepo*.
- **2**-Deux extraits hydro-éthanolique de la courge, *C. pepo* : l'un pour les feuilles des plantes jeunes, l'autre pour les feuilles des plantes matures.
- **3**-Deux extraits hydro-acétonique des feuilles, *C. pepo* : l'un pour les feuilles des plantes jeunes, l'autre pour les feuilles des plantes matures.

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 suivants de 30 à 45 minutes. Chaque extraction contenant de 5 à 8 cycles d'une durée de 3 à 5 heures.

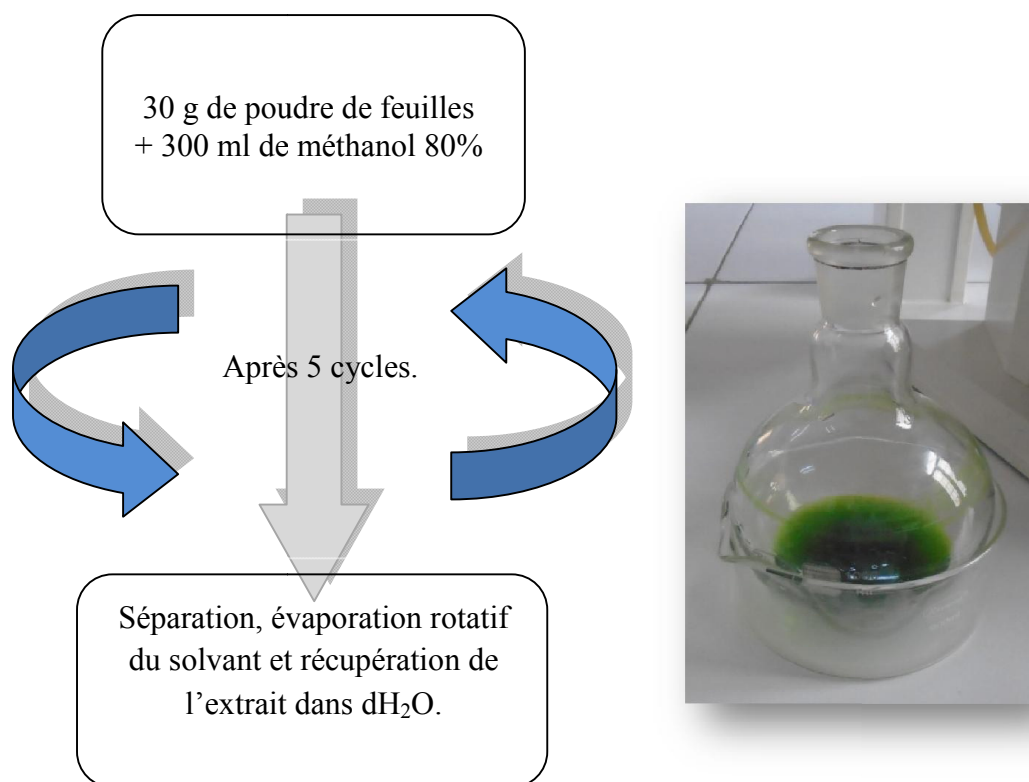


Figure 24 : Etapes d'extraction de la menthe par Soxhlet.

I.3.7. Conservation des extraits

Les extraits couverts d'Aluminium a été conservés dans un réfrigérateur à 04° C.

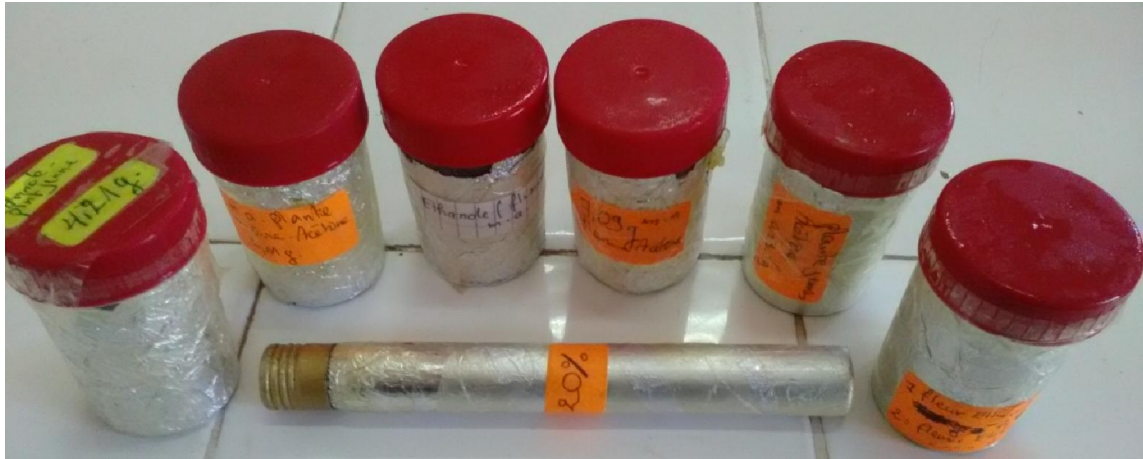


Figure 25 : Les extraits couverts d'Aluminium a été conservés dans un réfrigérateur à 04° C. (Originale 2017)

I.3.8. Préparation des dilutions des extrais

À partir d'une solution mère (100%) concentrée de 20 mg/ml, les délutions 5, 10, 15 et 20% a été préparer.

- Solution mère (20mg/ml).

$$\left. \begin{array}{l} 20 \text{ mg} \longrightarrow 01 \text{ ml} \\ X_{\text{sm}} \longrightarrow 20 \text{ ml} \end{array} \right\} X_{\text{sm}} = \frac{20 \times 20}{1} = 400 \text{ mg.}$$

- Pour avoir les délutions de 05, 10, 15 et 20% de concentration, on applique la relation suivante :

$$\left. \begin{array}{l} 20 \text{ ml} \longrightarrow 100\% \\ D_{x1} \longrightarrow 05\% \end{array} \right\} D_{x1} = \frac{20 \times 5}{100} = 1 \text{ ml.}$$

Donc on prélève 01ml de la solution mère et on ajoute 19ml du l'eau distillé stérile, le même protocole pour avoir les autres dilutions (10%, 15% et 20%).

La même formule appliquée pour avoir la dilution 20% d'extrait de la menthe.

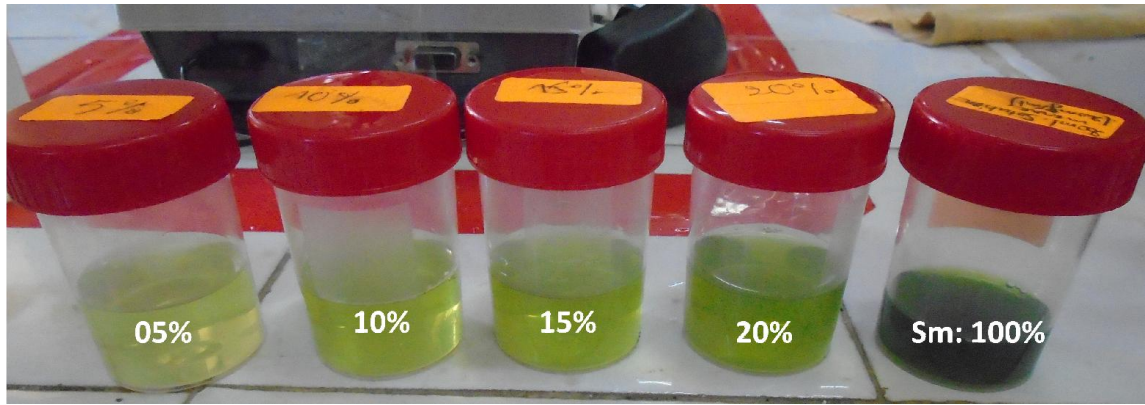


Figure 26 : Les différents dilutions de l'extrais hydro-acétonique des feuilles matures de la courge *C.pepo*. (Originale 2017)



Figure 27 : Dilution 20% de l'extrait hydro-méthanolique de la menthe. (Originale 2017)

I.3.9. Préparation des boites de Pétri et le milieu gélosé

Le milieu gélosé utilisé pour cet essai est celui mis au point par Muraschigue et Skoog (1962), sans oligo-éléments (Tab. 08).A ce milieu 0.8% Agar a été additionné.

Tableau 08: Composition chimique des macro-éléments du milieu MS (1962).

Sels	Concentration (mg/ml).
KNO ₃	1900
NH ₄ NO ₃	1650
MgSO ₄	370
CaCl ₂ , H ₂ O	170
KH ₂ Po ₄	440



Figure 28 : Préparation du milieu gélosé.

I.3.10. Préparation des boîtes Pétri :

Des disques de 07 cm de diamètre a été enlevées des couvercles supérieurs des boîtes d'expérience par la chaleur, et on a les fermées hermétiquement par un tissu bien serré troué pour facilité les échange gazeuse pendant le teste sans laisse passer les larves.



Figure 29 : Préparation des boîtes Pétri pour l'aération.



Figure 30 : Coulage des boîtes Pétri par le milieu gélosé MS. (Originale 2017)

I.3.11. Bio-essais « *in vitro* »

On applique les dilutions préparées « 5%, 10%, 15% et 20% » de l'extrait hydro-acétonique des feuilles matures de la courge *C.pepo*, et la dose 20% de l'extrait hydro-méthanoïque de la menthe *M. spicata* sur les larves de *Tuta absoluta* d'âge indéterminé, par des minis pulvérisateurs.



Figure 31 : L'application des extraits sur les larves de *T. absoluta*. (Originale 2017)

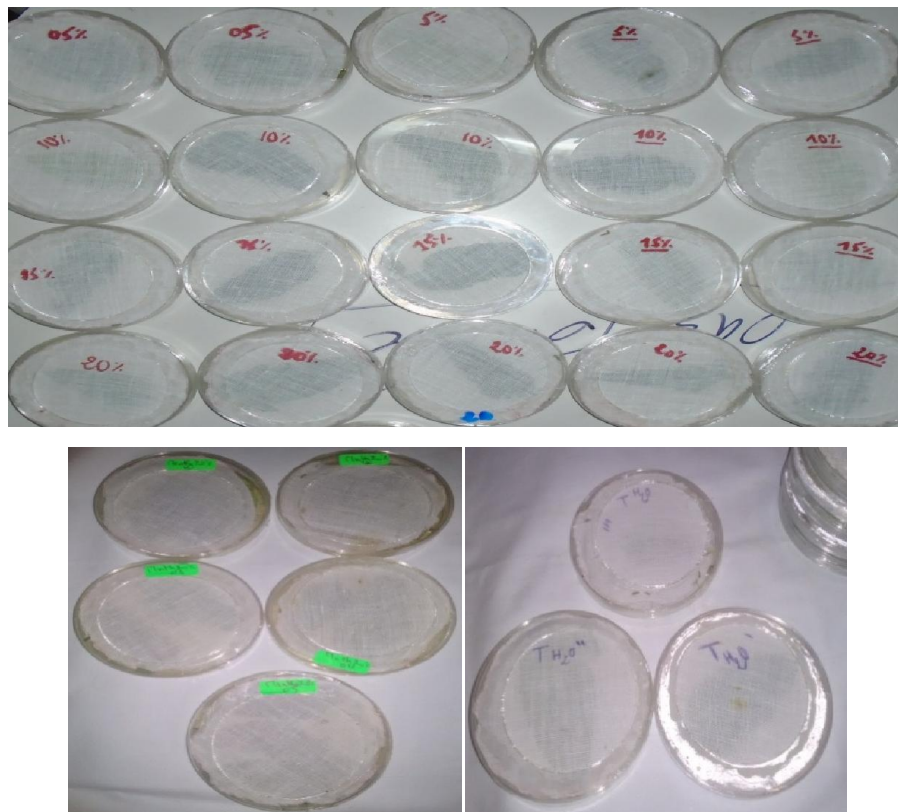


Figure 32 : Les répétitions des doses de l'extrait de la courge, la menthe, et le témoin H₂O sur les larves de la mineuse. (Originale 2017)

II.1. Teneur en Humidité des échantillons de la courge:

La formule pour calculer le teneur en Humidité : $Tr H_f$.

$$Tr H \% = (mi-mf/mi)100$$

- **mi** : la masse initiale d'échantillon ;
- **mf** : la masse finale d'échantillon ;
- **Tr H(%)** : teneur en humidité.

La figure 31 montre l'évolution de la teneur en eau des plantes traitées au cours du séchage. On constate une déperdition en humidité dans le temps ce qui a réduit le poids des échantillons au septième de son séchage à l'étuve.

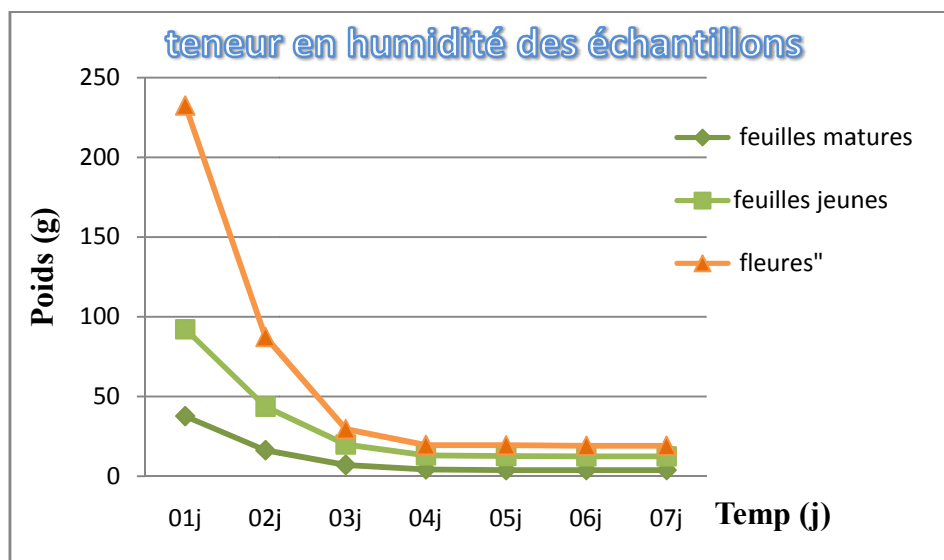


Figure 33 : Courbe de la graduation en poids des échantillons pendant le séchage par étuve à 38°C

Tableau 09 : Teneur d'humidité des échantillons des fleurs, feuilles jeunes et feuilles matures de la courge

Matière végétale	Pds initiale (g)	Pds finale (g)	Tr H (%)
Fleurs	232,52	19,02	91,82
Feuilles matures	37,55	3,77	89,96
Feuilles jeunes	92,15	12,4	86,54

II.2. Rendement de l'extraction :



Figure 34 : Récupération des rendements d'extraction après l'opération de lyophilisation (Originale, 2017)

Formule du calcul du rendement (Rd%) :

$$\text{Rd \%} = (\text{matière récupéré (g)}/\text{broyer de la matière végétale sèche (g)} \times 100$$

Tableau 10 : Rendement des matières récupérer après l'extraction

Type d'extrait	solvant	l'extrait (g)	Matière récupérée (g)	Rendement (%)
Feuilles de la menthe	méthanol	46	7	15,21
Feuilles des plantes matures de la courge	éthanol	244,25	11,37	4,66
	acétone	260,15	06,11	2,35
Feuilles des plantes jeunes de la courge	éthanol	60	04,23	7,05
	acétone	138,19	03,5	2,53
Fleurs de la courge	éthanol	152,58	07,38	4,83
	acétone	232,56	03	1,29

II.3.Sensibilité des larves de *Tuta absoluta* vis-à-vis des extraits

II.3.1.Evaluation in «*vitro*» de l'effet de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles matures de la courge *Cucurbita pepo* sur les larves de *T. absoluta*.

II.3.1.1. Contrôle de la mortalité :

Toutes les larves parfaitement immobiles (à part les nymphes) et/ou la couleur vire vers le noir ou le brin foncé, à un moment défini, sont considérées comme mortes. La mortalité des larves dans les lots témoins doit être inférieure à ceux qui sont exposées aux extraits.

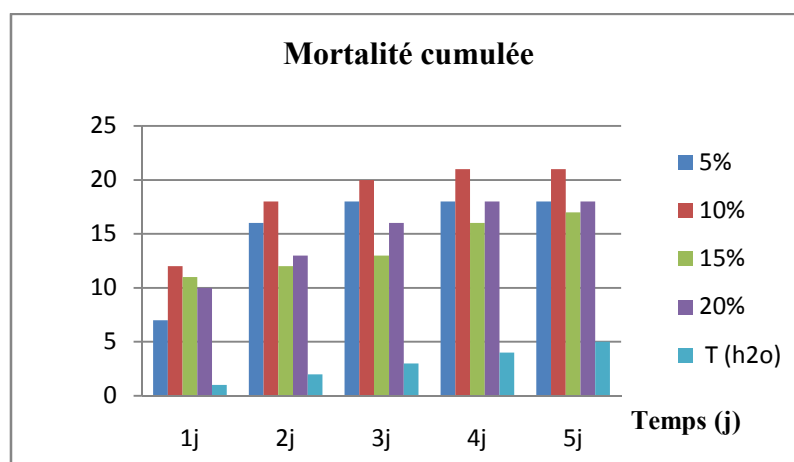


Figure 35 : La mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait de la courge

II.3.1.2.Taux de mortalité :

Les résultats du test d'efficacité de l'extrait éthanolique des feuilles matures de *C. pepo* et de l'extrait méthanolique de *M. spicata* sur les larves de *T. absoluta* sont représentés en annexe. Ils montrent les variations dans l'évolution des larves en fonction du temps et la dose de l'extrait utilisée comparativement au témoin.

Les taux de mortalité des larves témoins et traitées sont calculés par la formule suivante:

$$\text{Taux de mortalité \%} = (\text{nombre de mort} / \text{nombre total d'individus}) \times 100$$

Le taux de mortalité des larves de *T. absoluta* sous l'effet de l'extrait hydro-éthanolique des feuilles de *C. pepo* a été évalué sur les blocs traités, ce qui a révélé des taux assez différents entre les blocs et entre le témoin et les blocs traités. En effet, au début de l'expérimentation, 24 heures après le traitement, les taux de mortalité enregistrés sur les larves des blocs traités sont très élevés avec les taux de 28%, 48%,

44% et 40% respectivement pour les doses de 05%, 10%, 15% et 20% , tandis que sur le bloc témoin un taux de mortalité très faible a été relevé de l'ordre 04% (Fig. 34).

Cinq jours après l'application de l'extrait, les taux de mortalités ont évolué de manière assez intéressante. Sur les témoins nous avons enregistré un taux de 04%, alors que les taux de mortalités notés sur les blocs traités étaient plus importants avec des proportions de 72%, 84%, 68% et 72% respectivement pour les doses 05%, 10%, 15% et 20%. Ceci fait ressortir l'effet du produit qui commence à apparaître à partir du premier jour, le taux de mortalité a augmenté jusqu'à un taux de 16% sur le bloc tandis que les blocs traités présentaient des taux plus élevés avec 44%, 36%, 24% et 32% respectivement pour les doses 05%, 10%, 15% et 20% (Fig. 34).

D'après les données on note que la dose 10% est la plus efficace car le bloc traité par cette dose montre le taux de mortalité le plus élevé pendant les 05 jours du test par rapport aux autres blocs (traités par 5%, 15% et 20%) (Fig. 34).

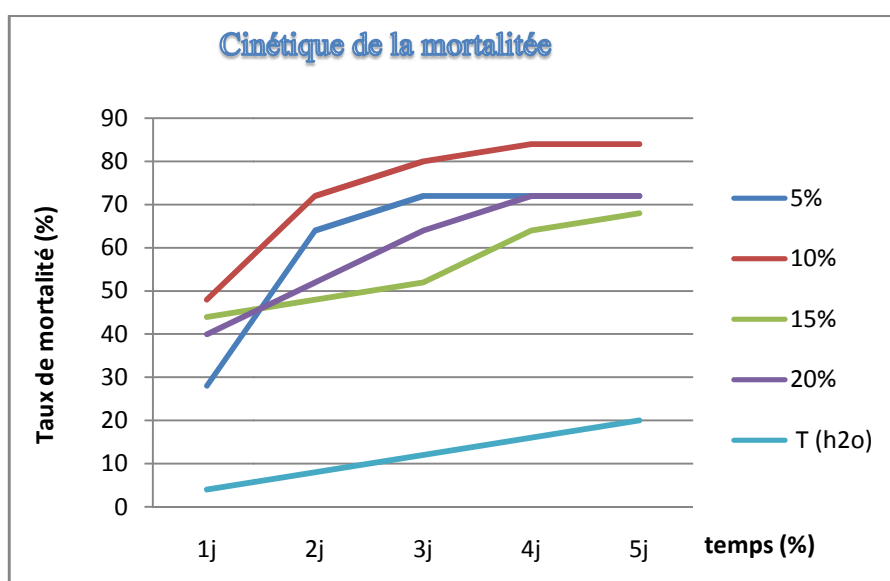


Figure 36 : Taux de mortalité des larves témoins et traitées par l'extrait de la courge

II.3.1.3. Correction de la mortalité

La mortalité obtenue est corrigée par la formule d'ABBOT :

$$MC = (M2 - M1 / 100 - M1) \times 100$$

M1 : Pourcentage de mortalité dans le lot témoin ;

M2 : Pourcentage de mortalité dans le lot traité ;

Mc : Pourcentage de mortalité corrigée.

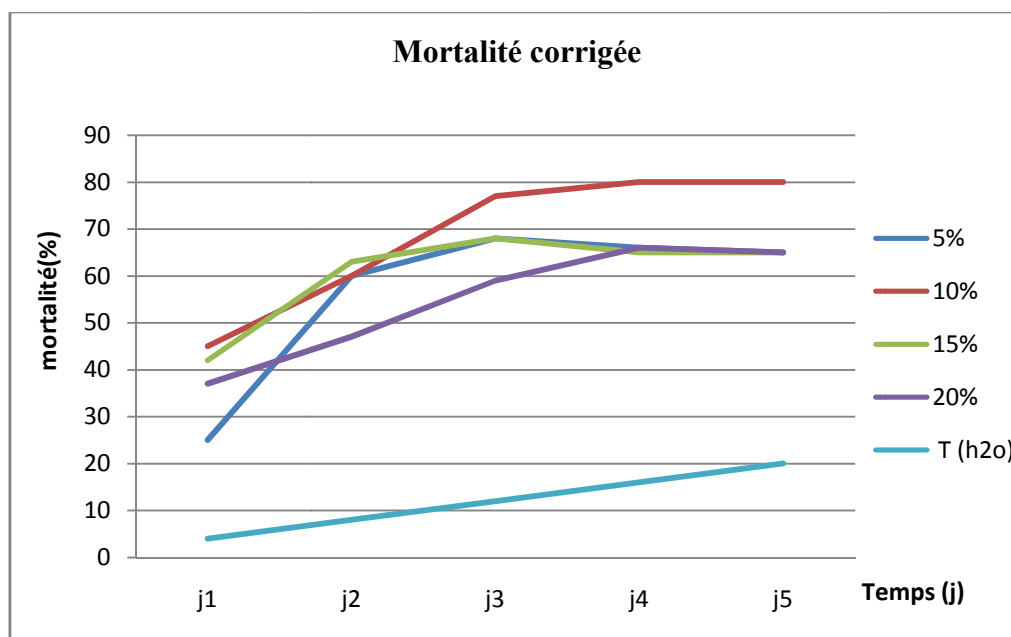


Figure 37 : Mortalité corrigée des larves traitées par l'extrait de la courge

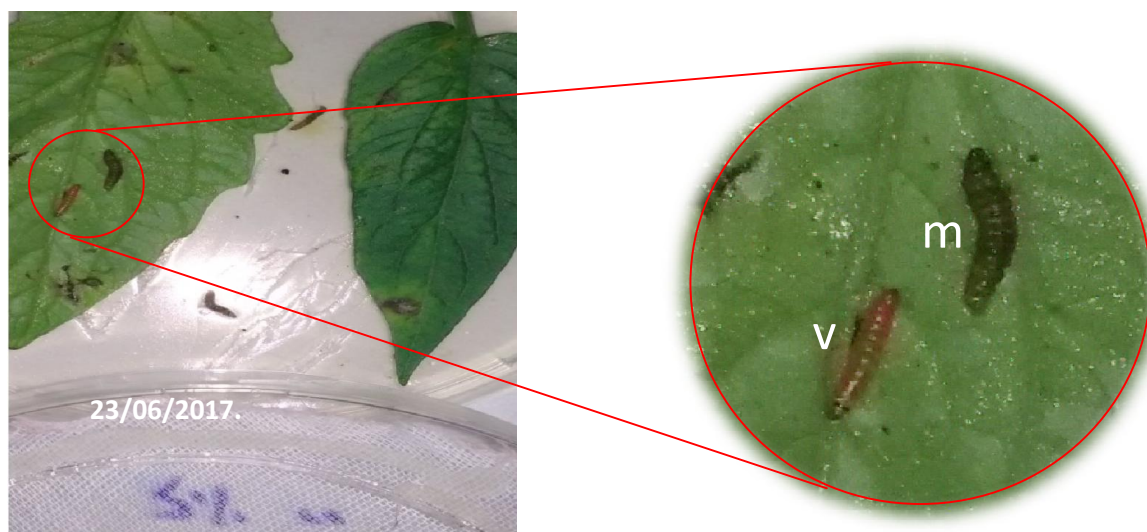


Figure 38 : Effet de la dose 05% de l'extrait de la courge sur les larves de *T. absoluta*, après 48h (**m** : larve morte, **v** : larve vivante) (Originale, 2017)



Figure 39 : Effet de la dose 10% de l'extrait de la courge sur larve de *T. absoluta* (Après 24 à 48 h)

(Originale, 2017)



Figure 40 : Des larves mortes après traitement et l'alimentation (15%), (→ plage + excrément).
(Originales, 2017)



Figure 41 : Des larves mortes après traitement et l'alimentation (20%), (→ plage + excrément)
(Originales, 2017)

II.3.2. Evaluation in «*vitro*» de l'effet de l'extrait hydro-méthanolique de la menthe *M. spicata* sur les larves de *T. absoluta*

II.3.2.1. Contrôle de la mortalité :

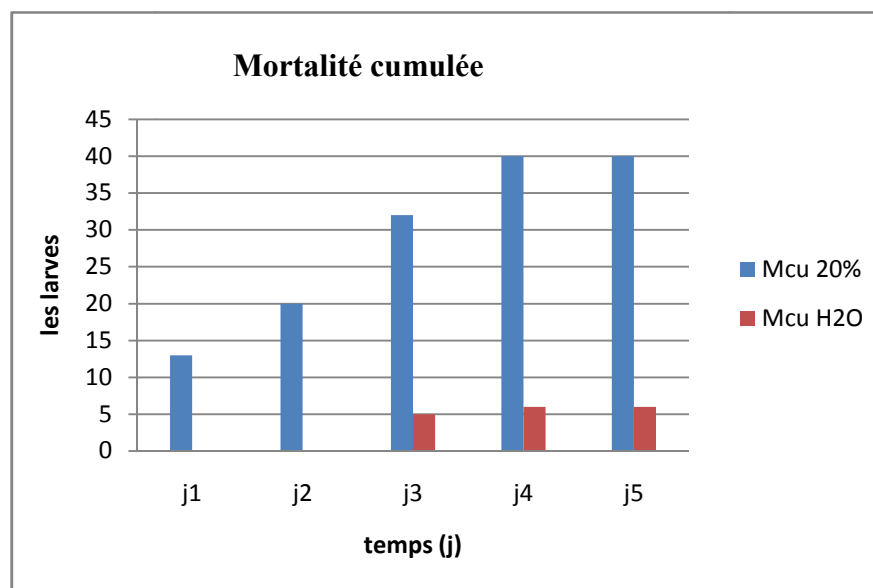


Figure 42 : La mortalité cumulée des larves de *T. absoluta* après l'application de la dose 20% de l'extrait de la menthe

II.3.2.2. Taux de mortalité :

Les taux de mortalité des larves témoins et traitées sont calculés par la même formule précédente.

Le suivi du taux de mortalité des larves de *T. absoluta* traitées par l'extrait de *M. spicata* a révélé des données différentes entre le bloc traité et le témoin. Les observations ont permis de noter un taux de 26% et 40% pour le bloc traité respectivement à 24 et 48h après l'exposition à l'extrait de la menthe, et aucune mortalité pour le témoin pendant ces deux jours (Fig. 41).

Après 04 jours on a constaté une stabilisation des taux de mortalités après une augmentation remarquable vers une valeur de 80% pour le bloc traité et 24% pour le témoin, et la même remarque a été notée le cinquième jour. Les résultats ont montrés une grande différence remarquable entre les taux de mortalités du bloc traité et celui du témoin avec les proportions de : 26%, 40% et 56% obtenus respectivement après 24, 72 et 140h (Fig. 41).

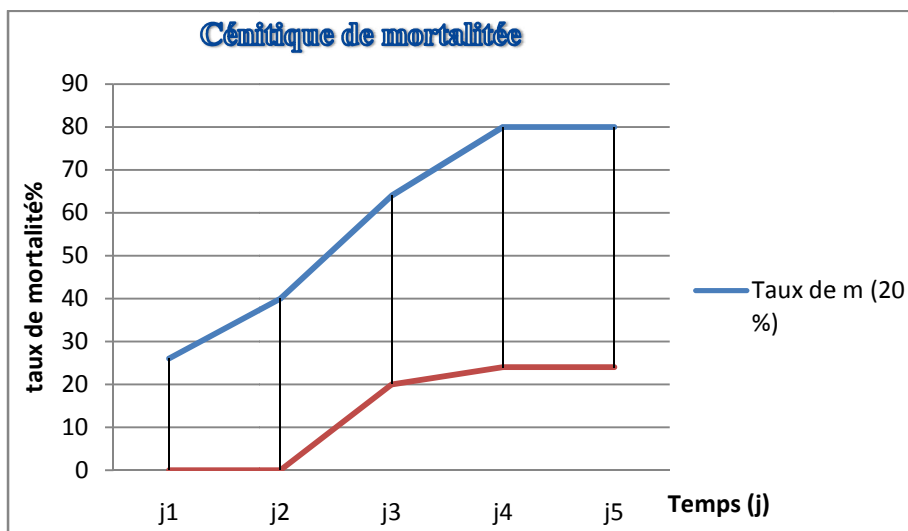


Figure 43 : Taux de mortalités des larves témoins et larves traitées par l'extrait de la menthe

II.3.2.3. Correction de la mortalité

La mortalité obtenue est corrigée par la même formule d'ABBOT :

$$MC = (M2 - M1 / 100 - M1) \times 100$$



Figure 45 : Effet de l'extrait de la menthe sur les larves (03 larves mortes, et deux passent par la nymphose) (Originale, 2017)

II.3.4. Détermination de la DL50 :

La dose létale 50 (DL50) représente la dose de toxique conduisant à la mort de 50% des individus exposés. Pour la DL50, il est procédé à une transformation en Probit des pourcentages des mortalités corrigés, et la transformation en logarithme décimal de la dose. Ces transformations permettent d'établir l'équation de droite de régression « probit logarithme » de type :

$$Y = aX + b$$

Y : probit des mortalités corrigées ;

X : Logarithme des doses.

La DL50 sera égale à l'anti - log x, avec x = log doses, correspondant au Probit de 50 du graphe de régression.

Mais à cause d'une fuite (les larves après le traitement des extraits passent par une étape de nymphose), ce qui a créé un manque de données car il est difficile d'atteindre la mortalité à 100% de la population testée donc la détermination de la DL50 pour les deux tests sera impossible.



Figure 46 : (fuite) Les larves migrent vers le tissu et forment les soies, pour passer la nymphose (Originale, 2017)

Conclusion

Les plantes en générales commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules bioactives. C'est molécules font l'objet de plusieurs études pour leur utilisation comme alternative aux pesticides conventionnels synthétiques ou même semi-synthétiques qui sont souvent toxique soit à court ou long terme.

Pour un développement durable et sous une restrictivité législative sur la production et l'application des pesticides chimiques, la recherche des bio-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 action chez les insectes, l'objectif de cette étude est de valoriser les potentialités et les pouvoirs des pesticides biologiques d'une plantes médicinale (la menthe) et une plante comestible médicinale (la courge).

Deux techniques d'extraction sont utilisées, la première une extraction soxhlet avec le méthanol comme solvant extractant et la deuxième une extraction par sonication avec l'éthanol et l'acétone comme solvants, ceci dans le but de tester et confirmer l'efficacité des extraits et de comparer entre les résultats de chaque méthodes obtenus et encourager l'utilisation des extraits naturels issus des techniques d'extraction dites vertes.

Selon les résultats, on constate que les extraits de la menthe et de la courge présentent une efficacité significative sur les larves de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* et sur sa croissance «*in vitro*». Ce pouvoir est varié en fonction de type de plante utilisée ainsi que la dose et la méthode d'extraction.

La réaction des larves du ravageur vis-à-vis des extraits est variable selon le traitement appliqué. Les résultats «*in vitro*» obtenus par la dose 20% de l'extrait hydro-méthanolique de la menthe confirment les résultats du teste «*in vitro*», et l'efficacité élevée de l'extrait et de la dose utilisés.

Le test de l'activité «*in vitro*» a fait ressortir que les larves étudiées ont présenté une sensibilité importante vis-à-vis de l'extrait hydro-éthanolique de la courge, et ces

quatre doses appliquées, la dose 10% a donné le résultat le plus marqué, suivi par la dose 5, 15, 20%.

Le présent travail apporte des données encourageantes sur l'application des extraits naturels comme biopesticides remplaçant les pesticides conventionnels.

En fin, que ce soit la technique d'extraction appliquée pour extraire les principes actifs à pouvoir biopesticides, les extraits des plantes exercent un effet très appréciable. En perspective, il est très intéressant de poursuivre cette étude par d'autres recherches sur différentes échelles, effectuant une caractérisation chimique des extraits ayant présentés des résultats satisfaisants afin de déterminer le support moléculaire responsable de ses activités biologiques, approfondir les recherches sur l'aspect toxicologiques des plantes utilisées comme alternatif à la lutte chimique, et de tester et appliquer ces extraits en plein champ.

Références

- Amazouz S., 2008 - Gestion en lutte intégrée de la mineuse de la tomate. Ed. Koppert biological system, Maroc, 18 p.
- Andres, 2003. in European medicines agency, 20112. Assessment report on Cucurbita pepo L., semen.44p.
- *Anonyme. (2009)*. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques.
- *Anonyme, 2009*. Nouveau de prédateur de la tomate. États des lieux et programme d'action. Note De l'Institut National de Production des Végétaux (INPV).
- Anonyme 1, 2008. Nouveau ravageur de tomate. Fredon corse-France.PDF.4p.
- Anonyme 1, 2011-Tuta absoluta (Meyrick) la mineuse de la tomate. FREDON Corse.
- Teghia BP15-CAURO, 2 p. <http://www.fredon-corse.com/standalone/1/43D3aFr17I9L36OAK36iim2I.pdf>.
- Anonyme 1. 2011-Tuta absoluta (Meyrick) la mineuse de la tomate. FREDON Corse. Teghia BP15-CAURO, 2 p.
- Arnó J., Gabarra R., 2010 : resultados de las experiencias de control biologico de la pollila de tomate en cultivo de invernadero y aire libre en Cataluna, Phytoma Espana 217 : p 65.
- *ATHERTON D.G and HARRIS G.P.*, (1986) .Flowering in the tomato crop. A scientific basis for improvement. Ed. ATHERTON J.G and RUDICH J.London, New York. P167-200.
- *Baba Aissa F.* (1999). Encyclopédie des plantes utiles, flore d'Algérie et de Maghreb. ed. Librairie moderne, Rouiba : 278-279p.
- *BENTVELSEN C.L.M.*, 1980.Réponse des rendements à l'eau. Ed. Dunod. 235p.
- *Benton J.J.*, 1999: Tomate plante culture: In the field, Greenhouse and Home garden. By CRC press LLC. P183.
- *Bonnemain J.L.* 1968. Transport du (14) C assimilé chez les Solanacées. Revue générale de Botanique 75, 579- 610.
- Badaoui Ikram Badaoui. ,2004 . Etude de certains caractères biologiques, morphologiques systématiques et biochimiques de *Phthorimaea operculella* Zeller (Lépidoptère : Gelechiidae) de différentes régions d'Algérie .Université de

Mostaganem. Thèse de Magistère. 66p. Caractéristiques de la mineuse de la tomate
Tuta absoluta

- Badaoui Ikram Badaoui & Abdallah Berkani., 2011 Morphologie et comparaison des appareils génitaux de deux espèces invasives *Tuta absoluta* Meyrick 1917 et *Phthorimaea operculella* Zeller 1873 (Lepidoptera: Gelechiidae) Faunistic Entomology 2011 (2010) 63 (3), 193-194p.
- Barrientos ZR, Apablaza HJ, Norero SA, Estay PP (1998) Temperatura base y constante termica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Ciencia e Investigacion Agraria 25: p133.
- Caffarini P.M., Folcia A.M. & Pérez Panzardi S.R. 1999. Incidence of low levels of foliar damage caused by *Tuta absoluta* (Meyrick) on tomato. Boletín de Sanidad Végétal, Plagas 25: p75.
- *CAMEFORT H. et BOUE H. (1969). Reproduction et biologie des principaux groupes végétaux. Doin. Paris.*
- CHAUX. C.L et FOURY .C.L., 1994. Cultures légumières et maraîchère, TOME III : légumineuses potagères, légumes fruit. TEC et Doc Lavoisier, Paris. P563.
- *Cirad* (Organisme, France Ministère des affaires étrangères, Cirad, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France, et *Gret*, groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangère). (2002).Mémento de l'agronomie. (ed). Quae.p.1045-1046.
- Clement J.M. (1981) « Larousse agricole » Librairie Larousse Paris p1208.
- *Corbineau F et Core A., 2006. Dictionnaire de la biologie des semences et des plantules. Ed. Tec et Doc .Lavoisier .p226*
- *Dominique B et al., (2009). Les maladies de la tomate. Identifier, connaître, maîtriser. Édition Quae, INRA.*
- *DORE C. et VAROQUAUX F., 2006. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées. Ed. INRA, Paris. P698.*
- Erard P. (2002) La courgette C.t.i.f.l. (Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes Edition Buguet comptour, Macon-Ctifl- Paris. p 145.
- Estay, P. 2000. Polilla del tomate *Tuta absoluta*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA-La Platina). Santiago de Chile. Online : <http://www.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR25648.pdf>.
- Fernandez S, Montagne A, 1990. Biología del minador del tomate *Scobipalpula absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera, Gelechiidae) Bol. Venez.5, p89-90.

- Fraval A. 2009 La Mineuse sud-américaine de la tomate. INSCYES 12. N°154, 1 p.
- *Gallais A et Bannerot H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées objectif et critères de sélection. INRA, Paris. 765p.* -GAUSSEN H., LEFOY J. et OZENDA P., 1982. Précis de Botanique. Deuxième Ed. Masson, Paris. 172p.
- Guenaoui Y., 2008 - Première observation de la mineuse de la tomate invasive, dans la région de Mostaganem, au printemps 2008. Phytoma, 18p.
- Guenaoui Y. Et Guelamallah A., 2008. Tuta absoluta (meyrick) (lepidoptera : Gelichidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie. Premières données sur la biologie en fonction de température. Conférence proceeding 8p.
- *HELLER R. (1990). Physiologie végétale 2. Développement. Masson. Paris.*
- *Heller R., 1981. Physiologie végétale. Tome I nutrition 2ème Edition Masson.*
- *ITCMI, 1995 : Guide pratique:la culture de la tomate sous serre, Institut technique des cultures maraîchères et industrielles(ITCMI),p...*
- Karadjova, O., Z. Ilieva, V. Krumov, E. Petrova and V. Ventsislavov, 2013. Tuta absoluta (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): potential for entry, establishment and spread in Bulgaria. Bulg. J. Agric. Sci., 19: 563
- *KHORSI B., 1993. Influence de quelques facteurs pédologiques et des équilibres ioniques sur la production et la composition de la tomate. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Tizi- Ouzou. 158p.*
- Kiliç T., 2010. First record of Tuta absoluta in Turkey. Phytoparasitica, 38 (3), 243-244.
- KINET B., 1985. Contrôle du développement de l'inflorescence de la tomate par les facteurs de L'environnement et les régulateurs de croissance. Rev, Hort, n°200. P30-36.
- KOLEV N., 1976. Les cultures maraichères en Algérie .Tome I .Légumes fruits .Ed. Ministre de L'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52p.
- Lendenmann, J(2013). La courge Un légume aux multiples vertus. Vista. 4-5.
- Latigui A., (1984). Effects des différents niveaux de fertilisation potassique sur la Fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de Magister. INRA El-Harrach, Algérie.

- Laumonier R., 1979. Culture légumière et maraîchère, J.B Ballière Eds. Paris, Tome II : p276. Tome III, édition J.B Bablière, paris, p112, 279.
- Louveaux J et Pesson P. (1984). Pollinisation et production végétales. Ed.INRA. p 663.
- Messiaen C.M., Blancard B., Rouxel E., 1991 les maladies des plantes maraichères 3ème ed INRA, p 365.
- Monserrat-Delgado A., 2009. La pollila del tomate Tuta absoluta en la région de Murcia : Bases para su control. Tecnica 34, Consejería de Agricultura y Agua, Région de Murcia, España. 112p.
- Munro D B., Small E. (1998). Les legumes du Canada .NRC Research Press.
- OEPP/EPPO, 2005.Tuta absoluta, fiches informatives sur les organismes de quarantaine. Bultin N 35, p434-435.
- Papadopoulos AX., (1991): Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media: 03 Minister of Supply and Services Canada 1991 Cat. No. A53-186511991E ISBN O-662-18859-4, 77pages.
- Philouze J. et Laterrot H. (1992). La tomate. In : GALLAIS, A. et BANNEROT, H (ed.), Amélioration- des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. INRA. Paris. P. 379-391.
- Pitrat M., Foury C. (2004). Histoires de légumes : des origines à l'orée du XXIe siècle. (ed). Quae. INRA. 267-272.
- *Polese J.M., 2007 : La culture des tomates. Institut nationale de recherche Agronomique.N° d'édition 84416.*
- Ramel J.M et Oudard E., 2008. Tuta absoluta (Meyrick), Eléments de reconnaissance. Fiche technique, L.N.P.V et S.R.P.V Avignon, Décembre 2008, PDF, 2p.
- *Ray Y et Costes., 1965 : La physiologie de la tomate, étude bibliographique INRA.p111.*
- Schaefer and Renner 2011 in European medicines agency, 20112. Assessment report on Cucurbita pepo L., semen.44p.
- Shankara N.,Shankara Naika, Joep van Lidt de Jeude , Marja de Goffau, Martin Hilmi , Barbara van Dam . (2005). La culture de la tomate : Production, transformation et commercialisation. Cinquième édition révisée : 2005, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen.

- Snoussi S. A. (2010). Rapport de mission : Étude de base sur la tomate en Algérie. Ministère de l'Agriculture et du développement rural, Direction des statistiques. (MRAD).
- Snoussi S A., 2010 - Etude de base sur la Tomate en Algérie. Rapport. Université Saad Dahlab, Blida, 53 p.
- Taylor (1986). In Heuvelink Ep. (2005). Tomatoes. (ed). Illustrated. CABI Publishing, p 1-4.
- *Thiman .K.V.C., Nonard P.*, 1956 : Les facteurs de la croissance cellulaire végétale : les auxines, in Les facteurs de croissance cellulaire. Exp. Brasilia, v.22, n.2, p243-248.
- Torres J.B, Evangelista J.R., Barbas R. et Guedes R.N.C., 2002. Dispersal of podiusnigrispinus (Het. pentatomidae) nymphus prying station level. Journal appl. ENT, 126, 326-332. , des lâchers d'un autre prédateur naturels Podisus nigrispinus auraient des résultats positifs sur la maitrise de T.absoluta.
- Trottin-Caudal Yannie 2011, Maîtrise de la protection intégrée : Tomate sous serres et abris, Éditions Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, p125.
- Urbaneja A., Vercher R. 2007. La polliladel tomate, Tuta absoluta. Phytoma Espana no. 194, p16.
- Uchoa-Fernandes M.1995.Oviposition and pupation of Scrobipalpuloide T .absoluta (Meyrick, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae). Anaïs Sociedade .Entomologica do brasil 24(1), p159.
- Wang K.G., Ferguson A et Shipp J.L., 1998. Incidence of tomato pinuworm Keiferia Lycopersicollor walsingham(Lepidoptera Gélichidiidae) on greenhouse tomato in southern ontarion and its control using mating description .Pp 122- 136.
- Yannie TROTTIN-CAUDAL, Ctifl. 2011. Maîtrise de la protection intégrée. Éditions centre technique interprofessionnel des fruits et légumes.