

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences AGRO-VETERINAIRES

Département des Sciences Agronomiques

## MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Biopesticides et gestion phytosanitaire

ESSAI DE LUTTE PAR L'UTILISATION DE *LANTANA CAMARA*

CONTRE QUELQUES RAVAGEURS DES CULTURES

Par

**Omar KHALADI**

Devant le jury composé de :

S. SNOUSSI	Professeur, U.S.D.Blida	Président
A. GUENDOZ-BENRIMA	Professeur, U.S.D.Blida	Promotrice
Z.E. DJAZOULI	M.C.A., U.S.D.Blida	Examineur
L. ALLAL-BENFEKIH	M.C.A., U.S.D.Blida	Examinatrice

Blida, Novembre, 2011

## RESUME

# ESSAI DE LUTTE PAR L'UTILISATION DE *LANTANA CAMARA* CONTRE QUELQUES RAVAGEURS DES CULTURES

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'activité insecticide (*in vivo*) et nématocide (*in vitro*) de trois types d'extraits (extrait éthanolique, extrait aqueux avec ébullition et extrait aqueux avec agitation) de feuilles de *Lantana camara* L. Pour cela, trois doses différentes ont été préparé pour chaque extrait (Dose pure, demi-dose et quart-dose).

Les résultats ont été comparés avec ceux des produits chimiques homologués.

L'activité insecticide a été évalué sur des jeunes larves de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et comparée avec celle d'un produit chimique à base de Cyromazine.

Activité nématocide des extraits a été testée sur des larves juvéniles (J2) de *Meloidogyne* spp. et comparée avec celle du Vydate (un produit nématocide et insecticide homologué).

Les résultats obtenus ont montré que la dose pure de l'extrait aqueux par ébullition et l'extrait éthanolique provoquent une activité insecticide moyennement importante qui augmente d'un jour à l'autre jusqu'à où elle a pu atteindre 40% de mortalité au bout de troisième jours pour l'extrait éthanolique et plus de 50% au bout d'une semaine pour l'extrait avec ébullition , or que avec le produit chimique utilisé (Cyromazine) , des mortalités importantes ont été enregistrées ; atteignant 70% . Concernant le troisième type d'extrait (avec agitation) et ses dilutions n'ont pas donné des résultats intéressants (moins de 20%).

Les résultats des tests nématocides ont montré que le Vydate et l'extrait éthanolique ont provoqué des mortalités très importantes des juvéniles (J2) allant jusqu'à 83% et 100% respectivement. Alors que l'extrait avec ébullition a provoqué un effet nématostatique sur les larves juvéniles (J2). Le troisième type d'extrait de feuilles de *L. camara* L. (extrait avec agitation) et ses dilutions n'ont pas donné des résultats intéressants.

**Mots clés :** activité insecticide, activité nématocide, extrait éthanolique, Extraits aqueux, *Lantana camara* L., *Tuta absoluta* (Povolny, 1994), Cyromazine, *Meloidogyne* spp., Vydate, activité nématostatique.

**ABSTRACT**

**TEST OF CONTROL BY USING OF *LANTANA CAMARA* AGAINST  
SOME  
PESTS OF CROPS**

The objective of this study was to evaluate the insecticidal activity (*in vivo*) and nematicidal activity (*in vitro*) of three types of extracts (ethanol extract, aqueous extract and aqueous extract with boiling and with agitation) of leaves of *Lantana camara* L . for that reason, three different doses have been prepared for each extract (Dose, half and quart of dose).

The results were compared with those of approved chemicals. The insecticidal activity was evaluated on young larvae of the tomato leafminer *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) and compared with that of a chemical product based by Cyromazine.

The nematicidal activity of the extracts was tested on larvae juveniles (J2) of *Meloidiogyne* spp. and compared with that of Vydate.

The results showed that the dose of the crude aqueous extract by boiling and ethanol extract caused a significant insecticidal activity increases moderately from one day to another until she was able to achieve 40% mortality after the third day for the ethanol extract and more than 50% after one week and extracted with boiling while with the chemical product (Cyromazine), high mortality was recorded, up to 70%. Regarding the third type of extract (with agitation) did not yield interesting results.

The nematocidal tests showed that the Vydate and the ethanol extract caused very high mortality of juveniles (J2) of up to 83% and 100% respectively. While extracted with boiling caused a nematostatic effect on larvae juveniles (J2). The third type of extract did not give interesting results.

**Key words:** Insecticidal activity, nematocidal activity, ethanol extract, aqueous extract, *Lantana camara* L., *Tuta absoluta* (Povolny, 1994), Cyromazine, *Meloidogyne* spp., Vydate, nematostatic activity, ,

## ***Lantana camara* L. في مكافحة ضد مخربي المحاصيل**

الهدف من هذا العمل هو تقييم النشاط ضد الحشري و ضد الديدان الخيطية لثلاث أنواع من ***Lantana camara* L.** (مستخلص إيثانولي، مستخلص مائي بواسطة الغليان، مستخلص مائي بواسطة التحريك). من اجل هذا ثلاث تراكيز مختلفة حضرت من اجل ( )

عليها تمت مقارنتها مع نتائج مبيدات كيميائية معتمدة.

النشاط ضد الحشري تم تقييمه على يرقات يافعة لحفارة أوراق الطماطم ***Tuta absoluta*** (Povolny, 1994)، و مقارنته مع نتائج مبيد حشري يحتوي على مادة سيرومازين (Cyromazine).

النشاط ضد الديدان الخيطية للمستخلصات تم تجربته و تقييمه على ديدان من الطور الثاني (J2) للميلودوجين (***Meloidogyne***) و مقارنته مع نتائج المبيد الكيميائي المعتمد فيدات (Vydate).

النتائج المتحصل عليها أظهرت أن الجرعة الخام لكل من مستخلص الأوراق بواسطة الغليان و المستخلص الإيثانولي تسببت في نشاط ضد حشري متوسط الأهمية الذي يتزايد من يوم لآخر إلى أن يصل 40% من الوفيات في حدود اليوم الثالث فيما يخص المستخلص الإيثانولي و أكثر 50% في حدود اليوم السابع فيما يخص المستخلص بواسطة الغليان، لكن المبيد الحشري المعتمد أعطى نتائج جد هامة وصلت إلى حدود 70% من الوفاة . فيما يخص المستخلص الثالث بواسطة التحريك لم يعطي أي نتائج هامة.

نتائج النشاط ضد الديدان الخيطية أظهرت أن فيدات (Vydate) و المستخلص الإيثانولي قد تسببا في وفيات ديدان الطور الثاني، النتائج وصلت إلى 83% فيما يخص فيدات 100% فيما يخص المستخلص الإيثانولي، في حين أن المستخلص بواسطة الغليان تسبب في تثبيط الديدان دون حراك، لكن سرعان ما عادت الديدان إلى الحياة عند غسلها ثلاث مرات بالماء المقطر.

**الكلمات المفتاحية :** الديدان الخيطية، مستخلص إيثانولي،  
*Tuta absoluta* (Povolny, 1994) *Lantana camara* L.  
سيرومازين (Cyromazine)، ميلودوجين (*Meloidogyne*) فيدات (Vydate)، تثبيط الديدان .

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à rendre grâce à « **ALLAH** » tout puissant, de m'avoir donné la force nécessaire pour mener à bien ce travail.

Je tiens à témoigner toute ma gratitude et tout mon respect à ma promotrice Madame GUENDOUZ-BENRIMA A., **Professeur** à l'université de Blida, pour avoir accepté de m'encadrer tout au long de cette année, avec sa précieuse aide, ses encouragements et ses conseils.

Mes vifs remerciements et mes respects vont au monsieur le **Professeur** S. SNOUSSI qui me fait l'honneur de présider le jury.

Je remercie également M. DJAZOULI Z.E., **Maitre de Conférences** à l'université de Blida pour avoir accepté d'examiner et juger ce travail.

Je voulais remercier aussi Mme ALLAL-BENFEKIH, **Maitre de Conférences** à l'université de Blida, d'avoir bien voulu accepter d'être membre de jury et d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont aussi aux personnels de la bibliothèque (Kamel) et du laboratoire de zoologie pour leur disponibilité et leur compréhension en particulier AMINA. Et sans oublier Ami Abdelkader, Zouhir et Yahya.

Mes sincères remerciements au chef du laboratoire de recherche de biotechnologie et production végétale M. SNOUSSI d'avoir accepté de réaliser une partie de mon travail dans la serre expérimentale, je suis également très reconnaissant envers les personnes de ce laboratoire qui ont toujours été disponibles : Mohamed (khayer), Bilal, Hamid, Zouaoui (aoueb), Nasseur.

Un merci particulier à ma famille en qui j'ai trouvé un soutien constant et pour leurs encouragements et merci à mon frère Khaled qui n'a cessé à me soutenir. Je remercie également toute personne ayant contribué de loin ou de près à la réalisation de ce modeste travail.

## DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents ;

Mes frères et sœurs ;

Mes frères ami (e) s ;

Tous ceux qui me sont chers.

**Omar**



# TABLE DES MATIERES

RESUME	
ABSTRACT	
REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION	14
CHAPITRE 1 : RECOURS A L'UTILISATION DES PRODUITS NATURELS DANS LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES MARAICHERES	19
1.1. Introduction	19
1.2. Les pesticides d'origine végétale utilisés actuellement	20
1.3. Méthodes de préparation des extraits des plantes	21
1.3.1. Préparation des extraits aqueux	21
1.3.2. Préparation des extraits par solvants volatils	21
1.3.3. Préparation des huiles essentielles	22
1.3.3.1. Techniques d'extraction	22
1.3.3.1.1. Hydrodistillation	22
1.3.3.1.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau	23
CHAPITRE 2 : <i>Lantana camara</i> Linn. (VERBENACEAE)	24
2.1. Introduction	24
2.2. Description de <i>Lantana camara</i> Linn.	25
2.3. Les extraits et l'huile essentielle de <i>L. camara</i> Linn. et leurs utilisations	27
CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES	28
3.1. Introduction	28
3.2. Description des ravageurs à étudier	29
3.2.1. Mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i> (Povolny, 1994)	29

3.2.1.1. Biologie sur tomate	30
3.2.1.2. Nuisibilité	31
3.2.2. Nématodes à galle <i>Meloidogyne spp.</i>	32
3.2.2.1. Position systématique des nématodes à galles	32
3.2.2.2. Morphologie des nématodes à galle	33
3.2.2.3. Biologie des <i>Meloidogyne spp.</i>	33
3.2.2.4. Symptômes et dégâts sur cultures	36
3.3. Obtention du matériel biologique	36
3.3.1. Obtention des plantules de tomate	36
3.3.2. Obtention des individus de la mineuse <i>T. absoluta</i> (Povolny, 1994)	37
3.3.3. Obtention des nématodes à galles	38
3.4. Préparations des extraits des feuilles	38
3.4.1. Préparation des extraits aqueux	38
3.4.1.1. Extrait aqueux par agitation	38
3.4.1.2. Extrait aqueux par ébullition	39
3.4.2. Préparation de l'extrait éthanolique des feuilles	39
3.5. Testes biologiques	40
3.5.1. Evaluation de l'activité insecticide des extraits	40
3.5.1.1. Estimation de mortalité de la mineuse	42
3.5.2. Evaluation de l'activité nématocide des extraits <i>in vitro</i>	42
3.5.3. Calcul des concentrations létales 50 (CL50)	43
3.6. Analyses statistiques	43
<b>CHAPITRE 4 : RESULTATS ET INTERPRETATIONS</b>	<b>45</b>
4.1. Résultats de l'effet insecticide des traitements étudiés	45
4.1.1. Variation de l'effet des différents traitements (extraits végétaux et produit chimique) sur les larves de la mineuse <i>Tuta absoluta</i> en fonction du temps	49
4.1.2. Calcul de la concentration létale 50 (CL50) des traitements insecticides étudiés	53
4.2. Résultats de l'effet nématocide des traitements étudiés	54
4.2.1. Evaluation de la toxicité des extraits de <i>Lantana camara</i> et du Vydate	54

4.2.2. Variation de l'effet des différents traitements (extraits végétaux et produit chimique) sur les juvéniles (J2) de <i>Meloidogyne</i> spp. en fonction du temps	58
4.2.3. Évaluation de l'effet irréversible des traitements effectués	62
4.2.4. Calcul de la Concentrations létale 50 (CL50) des traitements nématocides étudiés	64
<b>CHAPITRE 5 : DISCUSSION GENERALE</b>	<b>65</b>
5.1. Activité insecticide des Extraits de <i>Lantana camara</i> Linn.	66
5.2. Activité nématocide des extraits de feuilles de <i>Lantana camara</i> Linn.	69
<b>CONCLUSION</b>	<b>73</b>
<b>APPENDICES</b>	<b>75</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	<b>78</b>

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

<b>Figure 1.1.</b>	Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation	22
<b>Figure 1.2.</b>	Principe schématisé de l'appareillage d'extraction par entraînement à la vapeur de l'eau	23
<b>Figure 2.3.</b>	Caractéristiques botaniques de <i>Lantana camara</i> Linn.	25
<b>Figure 2.4.</b>	Floraison et fructification de <i>Lantana camara</i> Linn.	26
<b>Figure 3.5.</b>	Différents stades de développement de <i>Tuta absoluta</i> (Povolny)	29
<b>Figure 3.6.</b>	Symptômes de l'attaque de la mineuse <i>Tuta absoluta</i> (Povolny, 1994) sur feuilles de tomate	31
<b>Figure 3.7.</b>	Cycle de vie de <i>Meloïdogyne spp.</i>	34
<b>Figure 3.8.</b>	Stade infestant des nématodes à galles (J2)	34
<b>Figure 3.9.</b>	Galles racinaires provoquées par les Meloidogynes	35
<b>Figure 3.10.</b>	Obtention des plantules de tomate	36
<b>Figure 3.11.</b>	Ramassage des adultes de la mineuse <i>Tuta absoluta</i> dans un tube à essai	40
<b>Figure 3.12.</b>	Dispositif expérimentale pour les bioessais contre la mineuse de la tomate	40
<b>Figure 4.13.</b>	Evolution temporelle de la mortalité corrigée sous l'effet des différentes dose de chaque produit insecticide	46
<b>Figure 4.14.</b>	Toxicité comparée par dose des extraits de <i>Lantana camara</i> et de Cyromazine dans le temps	48
<b>Figure 4.15.</b>	Toxicité comparée globale entre les traitements insecticides utilisés	49
<b>Figure 4.16.</b>	Analyse en Composantes Principales (ACP) de l'activité insecticide des différents traitements en fonction du temps	51
<b>Figure 4.17.</b>	Classification hiérarchique ascendante des différents extraits végétaux de <i>Lantana camara</i> et le Cyromazine avec leurs dilutions	52
<b>Figure 4.18.</b>	Représentation graphique de la concentration létale 50 (CL50) des traitements insecticides étudiés	53

<b>Figure 4.19.</b>	Evolution temporelle de la mortalité corrigée sous l'effet des différentes dose de chaque produit nématocide	55
<b>Figure 4.20.</b>	Toxicité comparée par dose des extraits de <i>Lantana camara</i> et de Vydate dans le temps	57
<b>Figure 4.21.</b>	Toxicité comparée globale entre les traitements nématocides utilisé	58
<b>Figure 4.22.</b>	Analyse en Composantes Principales (ACP) de l'activité nématocide des différents traitements en fonction du temps	60
<b>Figure 4.23.</b>	Classification hiérarchique ascendante des différents extraits végétaux de <i>Lantana camara</i> et le Vydate avec leurs dilutions	61
<b>Figure 4.24.</b>	Revitalisation comparée des nématodes de <i>Meloidogyne</i> dans les traitements étudiés	63
<b>Tableau 4.1.</b>	Effet des différents types d'extraits de <i>Lantana camara</i> Linn. et de Cyromazine sur le taux de mortalité de la mineuse de la tomate <i>Tuta absoluta</i>	45
<b>Tableau 4.2.</b>	Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir insecticide des différentes doses des traitements utilisés	47
<b>Tableau 4.3.</b>	Concentrations létales (CL50) pour les testes insecticides	53
<b>Tableau 4.4.</b>	Effet des différents types d'extraits de <i>Lantana camara</i> et du Vydate sur le taux de mortalité des juvéniles (J2) des <i>Meloidogyne</i> spp.	54
<b>Tableau 4.5.</b>	Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des différentes doses des traitements utilisés	56
<b>Tableau 4.6.</b>	Taux de revitalisation des larves (J2) de <i>Meloidogyne</i> spp. en fonction du temps et sous l'effet des doses de traitements	62
<b>Tableau 4.7.</b>	Modèle G.L.M. appliqué à la revitalisation des nématodes en fonction de temps	63
<b>Tableau 4.8.</b>	Concentrations létales (CL50) pour les testes nématocides	64

## INTRODUCTION

En agriculture biologique, la lutte contre les ravageurs des cultures se fait avant tout de manière préventive plutôt que curative [1]. Il s'agit donc de gérer le système agricole pour que les bioagresseurs nuisibles aient de la difficulté à trouver leurs hôtes et que les ennemis naturels soit suffisants pour maintenir la pression phytosanitaire en dessous d'un seuil économique critique [2].

Pour ce faire, la phytoprotection en production biologique est basée sur deux fondements : la biodiversité et la prévention. Dans un système agricole de gestion biologique, une plus grande biodiversité favorisera un réseau trophique plus complexe et, par conséquent, une plus grande stabilité. Par ailleurs, la prévention fait partie d'une des principales composantes de la lutte intégrée. Finalement, la lutte curative reste le dernier maillon de défense et nous confronte à la complexité d'intervenir écologiquement dans des systèmes où la biodiversité est accrue [2].

Dans la mosaïque du paysage agricole, la fragmentation des habitats ou leur adjonctions jouent un rôle majeur dans la distribution et la survie des populations animales en général [3 ; 4]. De fait, ce rôle est à ce point important qu'il est maintenant clair que la dynamique d'un milieu naturel (un boisé, par exemple) ou agricole (un champ, par exemple) peut être influencée par les caractéristiques et l'organisation spatiale des éléments environnants [5]. Par conséquent, la régulation naturelle des ravageurs en est elle même affectée. La recherche et les stratégies phytosanitaires doivent donc s'opérer à une échelle qui permet la prise en compte de telles influences, particulièrement lorsque des relations entre deux phénomènes, dont le rythme de changement, diffèrent dans le temps [6]. Il faut ainsi tenir compte de la bioécologie des organismes étudiés pour choisir les échelles d'investigation [7], et ce, d'autant plus que des résultats confirmés à l'échelle du champ peuvent diverger ou rendre différente

l'interprétation d'un phénomène observé à une échelle plus vaste, comme à l'échelle de la ferme ou de la région [8].

En Allemagne, THIES et TSCHARNTKE [9] ont mené des expériences à différentes échelles spatiales afin d'étudier l'influence de la structure paysagère dans la lutte au méligèthe du colza, *Meligethes aeneus* (F.) [Coleoptera : Nitidulidae], un ravageur important de la culture du colza (*Brassica napus* var. *napus*). Dans des paysages complexes, le parasitisme était plus élevé et les dommages à la culture étaient moindres que dans un paysage plus simple et caractérisé par une agriculture intensive, comme c'est le cas dans le Nord du pays. Cette étude a démontré que le type de couvert végétal influence le parasitisme. Les structures paysagères simples ont été corrélées avec beaucoup de dommages et peu de parasitisme. Par contre, cette relation a été inversée en fonction du pourcentage de la zone non cultivée dans le paysage.

Les structures paysagères ont de l'importance pour les interactions locales. Ainsi, la différence de parasitisme entre la bordure et le centre du champ ne se rencontre que dans un système aux structures simples et non pas dans les systèmes complexes, car les zones non cultivées permettent l'augmentation des parasitoïdes. Selon cette étude, lorsque la proportion de zones non cultivées descend en dessous de 20 % dans un territoire donné, le pourcentage de parasitisme diminue drastiquement à moins de 32 à 36 %, un niveau insuffisant pour la régulation naturelle [9].

La prévention a pour but de développer un milieu de croissance optimal afin que la ou les cultures soient en mesure de répondre efficacement à des stress ou à l'activité de ravageurs. C'est donc la résilience du système que l'on veut développer. Ainsi, la gestion des cultures est très importante pour assurer le développement de plantes vigoureuses qui seront plus en mesure de se défendre contre des ravageurs. C'est donc tout le parcours technique de la culture qui est important et qu'il faut concevoir dans une optique de prévention [2].

Les aspects curatifs constituent le troisième niveau d'intervention considérés comme le dernier maillon de la stratégie phytosanitaire en agriculture biologique, l'intervention curative rejoint l'approche conventionnelle dans certains aspects. En agriculture biologique, les produits phytosanitaires, comme tous les autres intrants auxquels les producteurs ont recours, doivent être autorisés, c'est-à-dire qu'ils doivent rencontrer les exigences mentionnées dans les cahiers de charges des organismes de certification [10].

En général, les produits de synthèse sont interdits en agriculture biologique à quelques exceptions près (les phéromones, par exemple). On ne trouve donc qu'un nombre très restreint de produits qui sont autorisés. A titre d'exemple au Canada, il s'agit principalement de savons insecticides, de terre à diatomées et d'insecticides botaniques à base de roténone et de pyrèthre. Bien que ces insecticides puissent être utiles dans la lutte aux insectes nuisibles en agriculture biologique, certains de ces produits ont pour ainsi dire les mêmes risques et contraintes que les insecticides de synthèse ; des impacts négatifs sur les auxiliaires et l'environnement, la résurgence de ravageurs secondaires, le développement de résistance et les risques de phytotoxicité, pour n'en nommer que quelques-uns [2].

Les biopesticides constituent également une autre avenue dans la lutte curative. Ils s'appliquent avec un pulvérisateur conventionnel ce qui en facilite l'adoption par les producteurs agricoles. Ils sont généralement compatibles avec des méthodes de lutte biologiques classiques (ex. lâchers de prédateurs ou de parasites), même s'ils peuvent avoir des effets néfastes sur les organismes utiles [11 ; 12]. Les biopesticides peuvent être à base de bactéries, champignons, virus, nématodes et même d'extraits de plantes.

Il est clair que le marché des biopesticides est à l'état embryonnaire; la proportion des biopesticides vendus versus les pesticides chimiques n'atteint que 0.25% [13]. Conséquemment, le marché est encore fragile et non-évalué. Il devient donc important de le stimuler et de l'alimenter à l'aide de données scientifiques rigoureuses propres à favoriser la confiance des utilisateurs éventuels. Incidemment, plusieurs projets de recherche ou produits en

développement ont été abandonnés au fil des ans, parce que les promoteurs avaient mal établi l'ampleur du marché dans leur plan d'affaires [14].

L'erreur la plus commune réside dans une surévaluation du marché et du potentiel d'utilisation [13]. Il est important de se rappeler que la plupart des biopesticides sont composés d'organismes vivants qui ont un spectre relativement restreint de ravageurs cibles ainsi que de température et d'humidité relative à l'intérieur duquel ils agissent de façon optimale. Pour cette raison, il est utopique d'envisager qu'un biopesticide donné sera efficace dans toutes les conditions, contre tous les ravageurs, sur toutes les cultures et pour tous les systèmes agricoles. Afin d'augmenter la chance de succès de la lutte biologique, les produits devraient être utilisés dans les conditions où ces chances sont optimales c'est-à-dire dans un environnement propice tel les productions serricoles [15].

Récemment, nombreuses espèces végétales ont été répertoriées comme présentant une activité biopesticide sur une large gamme d'insectes phytophages, de bactéries, de champignons et de nématodes phytoparasites. A titre d'exemple, l'Algérie possède une flore extrêmement riche et variée représentée par 4125 plantes vasculaires inventoriées réparties en 123 familles botaniques [16]. Cette richesse et cette originalité font que l'étude de la flore d'Algérie présente un intérêt scientifique fondamental dans le domaine de la valorisation des substances naturelles. C'est dans ce cadre que nous sommes intéressés à l'étude de l'activité insecticide et nématocide des feuilles d'un arbuste ornementale appelé *Lantana camara* Linn. qui appartient à la famille des *Verbenaceae*.

Des extraits des feuilles de cette plante ont été préparé et testés d'une part *in vivo* sur des larves de la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et d'autre part *in vitro* sur des larves juvéniles des nématodes à galles, avec différentes concentrations.

A travers notre démarche scientifique, nous cherchons à répondre aux hypothèses suivantes :

Les extraits des feuilles de *Lantana camara* Linn. sont-ils-efficace *in vivo* sur les larves de la mineuse *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et, présentent-ils une activité nématocides *in vitro* sur les larves des nématodes à galles *Meloidogyne* spp. ?

## CHAPITRE 1

# RECOURS A L'UTILISATION DES PRODUITS NATURELS DANS LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS DES CULTURES MARAICHERES

### 1.1. Introduction

Les pesticides employés pour lutter contre les organismes nuisibles peuvent se retrouver dans l'environnement. Ils risquent alors d'engendrer une contamination ponctuelle ou diffuse. Cette pollution diffuse semble être la source dominante d'apport de pesticides vers les eaux de surface et souterraines. Celle-ci peut être associée à plusieurs mécanismes de transport qui permettent aux pesticides de quitter la parcelle agricole et de se retrouver dans l'environnement [17].

Lorsqu'ils se retrouvent dans les milieux naturels (rivières, etc.), ils peuvent avoir différents impacts sur la biodiversité. Ceux-ci peuvent être directs ou indirects. Les impacts des pesticides sur l'environnement et la biodiversité sont cependant difficiles à circonscrire vu le nombre élevé d'organismes vivants, leur sensibilité différente aux pesticides, la grande diversité des milieux et des pesticides employés, ainsi que la difficulté de recenser les effets engendrés. Les risques attribuables aux pesticides sont donc encore incertains et relativement méconnus [18].

D'après HILAN *et al.* [19] et sous l'effet de ces risques environnementaux, l'intérêt des produits naturels donc connaît une importance grandissante. Cet intérêt se manifeste par une demande croissante de produits naturels *bios* actifs dénués de tout effet nocif, et par le souci de protéger l'environnement.

## 1.2. Les pesticides d'origine végétale utilisés actuellement

Actuellement, on rapporte que 2121 espèces de plantes possèdent des propriétés antiparasitaire ; un total de 1005 espèces identifiées, présentent des propriétés insecticides, 384 avec des propriétés anti-appétissantes, 297 possédant des propriétés répulsives, 27 avec des propriétés attractives et 31 avec des propriétés de stimulateurs de croissance [20].

D'après BELANGER et MUSABYIMANA [21] et BRICE *et al.* [22], le neem a démontré leur efficacité dans le contrôle de plus de 400 espèces d'arthropodes nuisibles et certaines maladies des plantes.

L'utilisation de poudres de certaines plantes comme le Basilic et Gardénia a prouvé aussi son activité insecticide contre plusieurs espèces de Bruches des denrées stockées [23].

Les travaux de SASHIKALA DEVI *et al.* [24], ont montré que le fruit d'une plante qui s'appelle *Luffa cylindrica* (Linn) présente une activité biologique non négligeable contre plusieurs souches de bactéries et champignons.

L'utilisation de ces plantes contre les bioagresseurs se fait généralement par le biais des extraits de leurs compartiments (un ou plusieurs), et leurs efficacité dépend étroitement de leurs compositions en métabolites secondaires qui sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs [25]. Selon BENAYAD [26], ces molécules appartiennent à des familles chimiques très diverses telles que les alcaloïdes, les phénols, les flavonoïdes, les terpénoïdes et les stéroïdes

### 1.3. Méthodes de préparation des extraits des plantes

La préparation de ces extraits est faite par plusieurs méthodes :

#### 1.3.1. Préparation des extraits aqueux

Après le séchage de compartiment de la plante concernée, ce dernier est broyé jusqu'à l'obtention d'une fine poudre [27]

Cette poudre est mélangée avec de l'eau distillée pour une préparation de différents types d'extrait aqueux :

- Soit de porter le mélange en agitation puis filtrée [28];
- Soit de porter le mélange en ébullition puis filtrée après refroidissement; ce filtrat est ensuite séché à l'étuve jusqu'à un poids constant, ensuite une solution sera préparée dans de l'eau distillée avec l'extrait sec de la plante [29].

#### 1.3.2. Préparation des extraits par solvants volatils

Dans ce cas, la poudre est mélangée avec un solvant volatile et l'ensemble est porté en agitation puis filtré [28].

D'après SASHIKALA DEVI *et al.* [24], le mélange peut être placé dans un Soxhlet, au lieu de l'agitation, pour faire extraire les composants actifs.

Après la filtration, le filtrat est concentré sous pression réduite dans un évaporateur rotatif [28], ou bien, dans un étuve à une température bien précise jusqu'à poids constant [30].

L'activité biologique de l'extrait selon GANJEWALA *et al.* [31] varie avec la nature de solvant.

Les solvants les plus utilisables, d'après KIM et LEE [32] et HALUK [33], sont : l'hexane et l'éther éthylique. Mais on peut utiliser l'acétone, le chloroforme ou l'éthyle acétate [31] et parfois on utilise le méthanol ou l'éthanol [34].

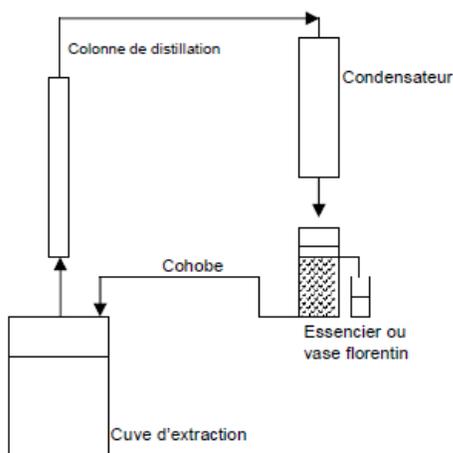
### 1.3.3. Préparation des huiles essentielles

#### 1.3.3.1. Techniques d'extraction

##### 1.3.3.1.1. Hydrodistillation

L'hydrodistillation consiste à immerger la matière première dans un bain d'eau. L'ensemble est porté à ébullition et l'opération est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation peut s'effectuer avec ou sans recyclage communément appelé cohobage (Figure 1.1) [35].

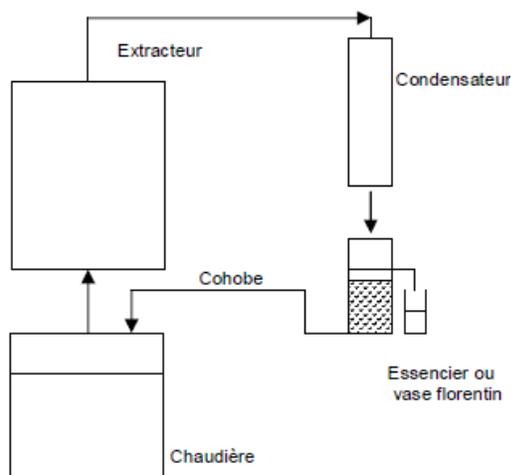
Les expérimentations conduites jusqu'à épuisement du substrat en essence montrent que la durée de la distillation est plus longue pour les organes de plantes ligneuses que pour les herbacées. Cette différence est fortement liée à la localisation des structures d'élaboration ou de stockage des huiles essentielles pouvant être superficielles ou internes. De ce fait, elles ont une influence sur le déroulement de l'hydrodistillation, c'est-à-dire sur les mécanismes successifs mis en jeu, et par conséquent sur la durée [36].



**Figure 1.1 : Principe schématisé de l'appareillage d'hydrodistillation [35]**

### 1.3.3.1.2. Extraction par entraînement à la vapeur d'eau

La matière végétale (fleurs, feuilles, bois) est au contact de vapeur d'eau sans macération préalable. Les produits évaporés sont entraînés par la vapeur d'eau et recueillis par condensation dans un réfrigérant à serpentin. La séparation de l'eau et des HE se fait par différenciation des densités dans un « essencier » (Figure 1.2) [33 ; 35].



**Figure 1.2 : Principe schématisé de l'appareillage d'extraction par entraînement à la vapeur de l'eau [37]**

## CHAPITRE 2

### *Lantana camara* Linn. (*Verbenaceae*)

#### 2.1. Introduction

La famille des *Verbenaceae* comprend environ 100 genres et 2000 espèces réparties dans les zones tropicales et subtropicales et principalement dans la zone tempérée de l'hémisphère Sud [38]. *Lantana* est le genre qui contient environ 150 espèces qui sont très connues comme plantes d'ornement dans les jardins [39]. Les plantes de *Lantana* ont été utilisées dans de nombreuses régions du monde pour traiter une grande variété de troubles comme stimulant antirhumatismaux, sudoripares, pour soigner la bronchite et l'asthme et dans les contrôles biologiques [40 ; 39].

*Lantana camara* Linn., commun en Amérique et en Afrique, est un arbuste cultivé dans le monde comme une plante ornementale, mais maintenant, *L. camara* est considérée comme agressive et comme l'un des 10 adventices les plus nuisibles dans le monde parce qu'elle infeste 14 cultures dans de nombreux pays tropicaux et subtropicaux [41 ; 42] et parce qu'elle présente des effets allélopathiques sur la germination et la vigueur des plantules de nombreuses cultures agricoles, comme le riz [43 ; 44], le blé [45] et le soja [46]

Les feuilles de *L. camara* ont été utilisées dans la médecine traditionnelle pour traiter la fièvre, la grippe, l'asthme et beaucoup d'autres maladies [39].

## 2.2. Description de *Lantana camara* Linn.

*Lantana camara* Linn. (*Verbenaceae*) est un arbuste persistant avec une odeur caractéristique, il pousse jusqu'à 3 m de hauteur [47]. Les tiges et les rameaux secondaires sont quadrangulaires, hérissés de nombreuses épines et crochets, orientés vers le bas et disposés sur l'arête des tiges (Figure 2.3.). Les feuilles simples, sont opposées en croix et possèdent un limbe rugueux (ovale), terminées en pointe et denté régulièrement. Les nervures sont saillantes sur la face inférieure. La plante possède également des poils épidermiques sécréteurs. L'inflorescence axillaire est en capitule hémisphérique constituée de 30 à 50 petites fleurs jaune orangé, tournant au rose en vieillissant. [48]

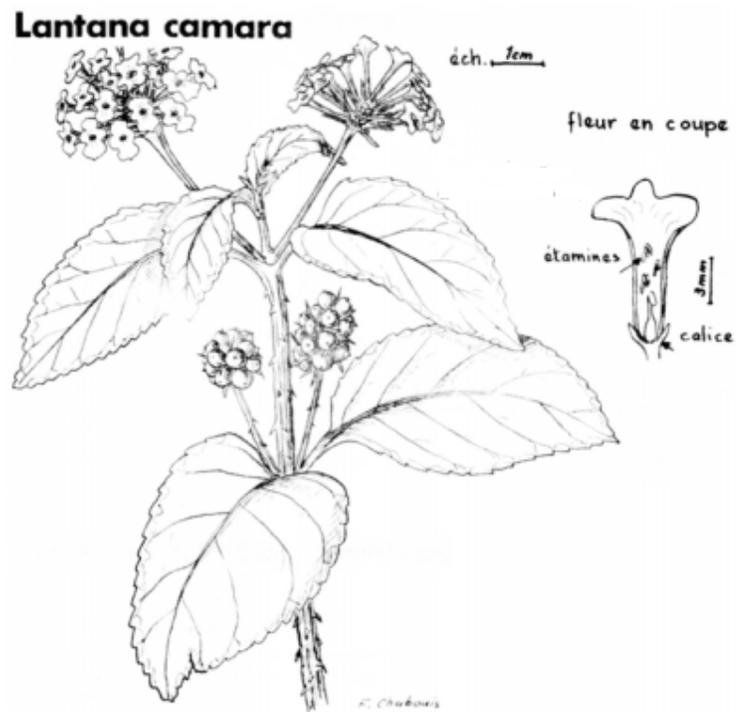


Figure 2.3. : Caractéristiques botaniques de *Lantana camara* Linn. [48]

Dans la plupart des régions, la plante fleurit et fructifie durant toute l'année et elle produit de petites baies noirâtres et drupacés (fruit charnu à noyau) (Figure 2.4) [49; 48].

D'après GANJEWALA *et al.*[31], on peut trouver quatre variétés de *Lantana camara* Linn. qui se distinguent entre elles par la couleur de leurs fleurs (fleurs jaunes, fleurs bleu lavandes, fleurs rouges et fleurs blanches).

*Lantana camara* Linn. pousse sur tous les types de sols bien drainés dans les régions qui reçoivent environ 250 mm à 2900 mm de précipitations [50].

Cet arbuste vivace peut pousser jusqu'à 2000 m d'altitude dans les régions tropicales, subtropicales et tempéré du monde [51 ; 52].



Figure 2.4: Floraison et fructification de *Lantana camara* Linn. (Originale, 2011)

### 2.3. Les extraits et l'huile essentielle de *L. camara* Linn. et leurs utilisations

D'après DUA *et al.* [53], toutes les parties de cette plantes ont été utilisé traditionnellement pour traiter plusieurs maladies dans le monde entier.

Les feuilles, les racines et les fruits de *L. camara* contiennent des composants allélochimiques, principalement des alcaloïdes aromatiques et des composés phénoliques [54].

De nombreux composés possédant pour la plupart une activité biologique, ont été isolés à partir d'extraits aux solvants de *Lantana camara*, caractérisés spectroscopiquement, et récemment passés en revue par GHISALBERTI [39]. Parmi ces constituants, il y a de nombreux triterpénoïdes pentacycliques, pour la plupart bioactifs (activité antimicrobienne, anti inflammatoire, hépatotoxique, etc...). Par ailleurs, FINCH *et al.* [55] ont extrait une lactone qui possède des propriétés inhibitrices sur une enzyme humaine, tandis que MAHATO *et al.* [56] ont déterminé le potentiel antitumoral de certains flavonoïdes et phényle propanoïdes glycosides isolés à partir de *Lantana camara*.

Dans le domaine agricole, plusieurs activités biologiques de *L. camara* ont été rapportées par plusieurs auteurs. D'après OGENDO *et al.*[57], AHMED et DIN [23] et MORYA *et al.*[58], cet arbuste est signalé comme possédant une activité insecticide contre les ravageurs des denrées stockées. D'autre comme ALI *et al.*[59] et AHMAD *et al.*[60] ont utilisé cette plante contre les nématodes à galles où elle a pu donner des résultats intéressants. Par ailleurs, SATHISH KUMAR et MANEEMEGALAI [61] et ZOUBIRI et BAALIOUAMER [62] ont démontré l'activité larvicide des extraits de *L. camara* contre des larves de moustiques.

Concernant l'huile essentielle, divers travaux relatifs à la composition et à l'activité antifongique, antibactérienne, insecticide et répulsive de cette huile ont été décrits [63]. Ces travaux mettent en évidence une grande variabilité chimique de l'huile essentielle [48].

## CHAPITRE 3

### MATERIEL ET METHODES

#### 3.1. Introduction

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis de la plante (bactéries, champignons, nématodes, insectes..). Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une détérioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement [26]. A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des pesticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive [64]. En raison de cette conjoncture, les biopesticides d'origine botanique sont appelés à un avenir meilleur [65].

Les biopesticides d'origine végétale peuvent constituer une solution alternative au «tout chimique » de ces dernières décennies. Leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires à venir [66].

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'activité nématocide (*in vitro*) et insecticide (*in vivo*) de trois types d'extrait de feuilles d'un arbuste ornemental qui s'appelle *Lantana camara*. Pour cela, nous avons eu recours à deux ravageurs redoutables de la tomate ; l'un s'attaque aux parties aériennes [*Tuta absoluta* (Povolny, 1994)] et l'autre aux racines (*Meloidogyne* spp.).

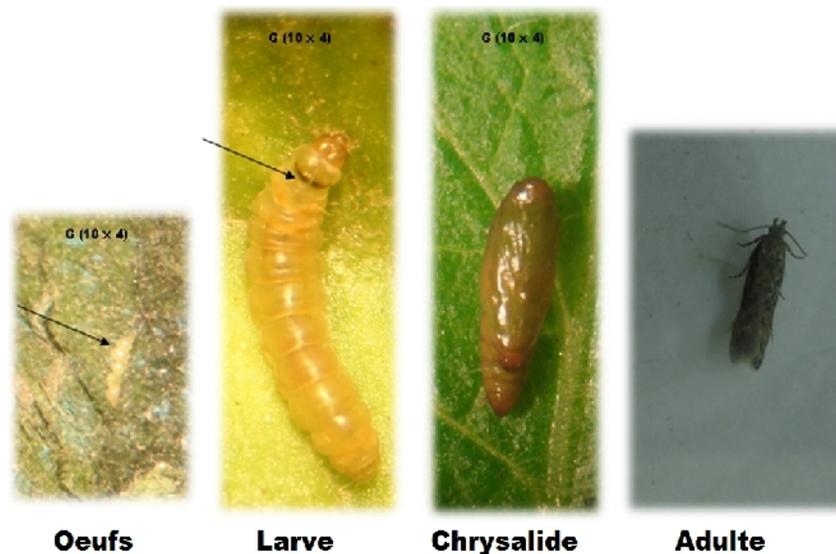
### 3.2. Description des ravageurs à étudier :

#### 3.2.1. Mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994)

La mineuse de la tomate sud-américaine *Tuta absoluta* est un micro lépidoptère nocturne appartenant à la famille des *Gelechiidae*, est considérée comme l'un des ravageurs les plus dévastateurs de la tomate en Amérique du Sud [67]. Ce ravageur a été initialement rapporté dans l'Est de l'Espagne à la fin 2006 [68], et par la suite réparties dans tout le bassin méditerranéen et l'Europe de 2006 à 2008 [69].

Selon KILIÇ [70], en août 2009, les premières larves de *Tuta absoluta* ont été trouvées dans la province d'Izmir en Turquie. Progressivement cette mineuse envahit d'autres pays dans le Moyen-Orient où elle a été observée au Koweït et à Bahreïn.

Elle a été, à l'origine, décrite en 1917 par Meyrick comme *Phthorimaea absoluta*, basé sur des individus recueillis de Huancayo (Pérou) [71]. Plus tard, le ravageur a été signalé comme *Gnorimoschema absoluta* [72], *Scrobipalpula absoluta* (Povolny), ou *Scrobipalpuloides absoluta* (Povolny), mais a finalement été décrit sous le genre *Tuta* comme *T. absoluta* par Povolny en 1994 [67]. Son cycle de vie comprend quatre stades de développement: œuf, larve, nymphe et adulte (Figure 3.5.); Il y a quatre stades larvaires. La nymphose se déroule dans le sol, bien qu'elle puisse également se produire sur feuilles. La chrysalide (longueur: 5-6 mm) est de forme cylindrique et verdâtre lorsqu'elle vient de se former et devient plus foncée pendant qu'elle est près de l'émergence de l'adulte. Les adultes sont de 6-7 mm de longueur et présentent des antennes filiformes [73] avec une envergure de 8 - 10mm [74]. Les femelles sont plus larges et plus volumineuses que les mâles. Ils présentent une couleur grise argentée avec des taches noires sur ses ailes antérieures. Ils sont actifs au moment du lever et du coucher du soleil, le reste de la journée, ils restent cachés dans les feuillages [75].



**Figure 3.5. : Différents stades de développement de *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) (originale)**

#### 3.2.1.1. Biologie sur tomate

*Tuta absoluta* est un lépidoptère multivoltine (10-12 générations/an) qui présente un potentiel de reproduction élevé et un cycle de vie qui dure entre 24 et 76 jours en fonction des conditions environnementales [75].

D'après BARRIENTOS *et al.* [67], la mineuse de la tomate peut compléter son cycle avec un temps moyen de développement de 76,3 jours à 14°C, 39,8°C à 19,7°C et 23,8 jours à 27,1°C.

Les seuils de température pour les œufs, les larves et les nymphes ont été estimés, d'après DESNEUX *et al.* [71] à  $6,9 \pm 0,5$ ,  $7,6 \pm 0,1$  et  $9,2 \pm 1,0$  C, respectivement; c'est-à-dire globalement, le seuil de l'œuf-larve-adulte est de  $8,1 \pm 0,2$  °C. Selon les travaux de VERCHER *et al.* [76], les larves de *T. absoluta* peuvent rester vivantes pendant plusieurs semaines à 4 °C.

La durée de vie des adultes est de 10 à 15 jours pour les femelles et de 6 à 7 jours pour les mâles [77]. La femelle pond ses œufs sur les feuilles, mais aussi parfois sur les tiges et les sépales. Les œufs sont pondus isolément de

manière à être bien répartis dans les cultures. Chaque femelle pond entre environ 40 et 50 œufs, et parfois jusqu'à 260 œufs [75].

Les œufs sont petits et de forme elliptique, de couleur crème puis il devient jaune. Il mesure 0,36 cm de long et 0,22 cm de large [78]. L'éclosion des œufs prend 4 à 6 jours. Les jeunes larves sont de couleur crème avec une tête de couleur foncée. Lorsqu'elles se développent, les larves deviennent vertes et légèrement rose durant leur dernier stade larvaire [75].

#### 3.2.1.2. Nuisibilité

Les plantes de tomate peuvent être attaquées à n'importe quel stade de développement [75]. Les femelles pondent préférentiellement ses œufs sur les feuilles (73%), et à moindre mesure, sur les nervures des feuilles et les marges des tiges (21%), des sépales (5%) ou des fruits verts (1%) [77]. D'après MONSERRAT [79], l'oviposition a été trouvée possible sur les tomates non mûres seulement.

Après l'éclosion, les jeunes larves pénètrent les feuilles, les tiges ou les fruits de tomate sur lesquels elles s'alimentent et se développent, créant les mines et les galeries remarquables (Figure 3.6.). Les dommages qui sont causées par la formation de ces mines au sein du mésophylle par l'alimentation des larves, affectent la capacité photosynthétique de la plante, en abaissant par conséquent le rendement de la tomate. [71].

Des fruits peuvent être attaqués dès qu'ils seront formés, et les galeries ennuyées à l'intérieur d'eux peuvent être envahies par les microbes pathogènes secondaires menant à la pourriture des fruits [71]. Cela pourrait causer une perte rapide de rendement, jusqu'à 100%, si aucune décision d'action n'est prise. Les tactiques de contrôle en Amérique du Sud dans les années 70 et 80 ont conduit à une résistance à un grand nombre d'agents chimiques. Cela signifie que les stratégies biologiques et intégrées sont nécessaires pour avoir le dessus sur cette menace [80].



**Figure 3.6. : Symptômes de l'attaque de la mineuse *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) sur feuilles de tomate (originale)**

### 3.2.2. Nématodes à galle *Meloidogyne* spp.

#### 3.2.2.1. Position systématique des nématodes à galles

Vu l'intérêt accordé à ce genre, la systématique de *Meloidogyne* a été plusieurs fois revue. Nous proposons ici la classification de LUC *et al.* [81] :

<u>Phylum:</u>	<u><i>Nemata</i> Cobb, 1919</u>
<u>Classe:</u>	<u><i>Secernentea</i> von Listow, 1863</u>
<u>Sous-classe:</u>	<u><i>Diplogasteria</i> Maggenti, 1983</u>
<u>Ordre:</u>	<u><i>Tylenchida</i> Thome, 1949</u>
<u>Sous-ordre:</u>	<u><i>Tylenchina</i> Thome, 1949</u>
<u>Super-famille:</u>	<u><i>Tylenchoidea</i> Orley, 1880</u>
<u>Famille:</u>	<u><i>Heteroderidae</i> Filip'ev &amp; Schuunnans Stekhoven, 1941</u>
<u>Sous-famille:</u>	<u><i>Meloidogyninae</i> Skarbilovich, 1959</u>
<u>Genre:</u>	<u><i>Meloidogyne</i> Goeldi, 1892</u>

Ce genre regroupe environ 70 espèces adaptées à toutes les régions et à tous les climats. Soulignons cependant qu'il existe trois espèces particulièrement fréquentes dans les zones tropicales et subtropicales, *Meloïdogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* [82 ; 83], Ces trois espèces sont fréquentes dans les sols algériens qui offrent des caractéristiques propices à leurs développement (texture, pH et la matière organique [84].

#### 3.2.2.2. Morphologie des nématodes à galle

Le genre *Meloïdogyne* est caractérisé par un dimorphisme sexuel très remarquable. Le mâle est filiforme et long variant de 0,8 à 2 mm. A l'extrémité antérieure s'ouvre la bouche, elle est pourvue d'un stylet mince avec des boutons [85]. C'est grâce à ce stylet que le nématode se nourrit. Il possède un ou deux testicules débouchant, avec l'intestin, dans un cloaque où se trouvent deux spicules, ou organes copulateurs qui font saillir à l'extérieur [86] (appendice A).

Selon BERTRAND [87], la femelle est globuleuse et mesure 0,44 à 1,3 mm. Deux ovaires débouchant dans le vagin, occupent la majeure partie du corps. Dans la partie postérieure se développent six glandes qui s'ouvrent dans le rectum. Ces glandes rectales produisent une substance gélatineuse dans laquelle les œufs sont englobés [86].

Les larves de 2ème stade sont vermiformes, pointues à l'extrémité postérieure. Elles ont une longueur variant de 0,3 à 0,5 mm et un diamètre d'environ 10  $\mu\text{m}$ . Leur cavité générale est occupée par le système digestif qui comprend la bouche s'ouvrant à l'extrémité antérieure et qui contient un stylet creux et protractile, l'œsophage, puis l'intestin qui débouche dans le rectum [88].

#### 3.2.2.3. Biologie des *Meloïdogyne* spp.

Les nématodes à galles sont des endoparasites sédentaires dont le cycle de vie se déroule en 2 phases (Figure 3.7.): une phase d'invasion racinaire au stade larvaire et une phase d'élaboration d'un site nourricier au niveau du

cylindre central de la racine (où est véhiculée la sève) permettant l'établissement du parasite. Ce site nourricier induit par les sécrétions salivaires du nématode, est de 5 à 6 cellules hypertrophiées (cellules géantes) qui lui permet d'accomplir son cycle sans avoir à se déplacer (le nématode n'aura en effet qu'à ponctionner avec son stylet buccal dans ces cellules géantes pour pouvoir se nourrir) [89].

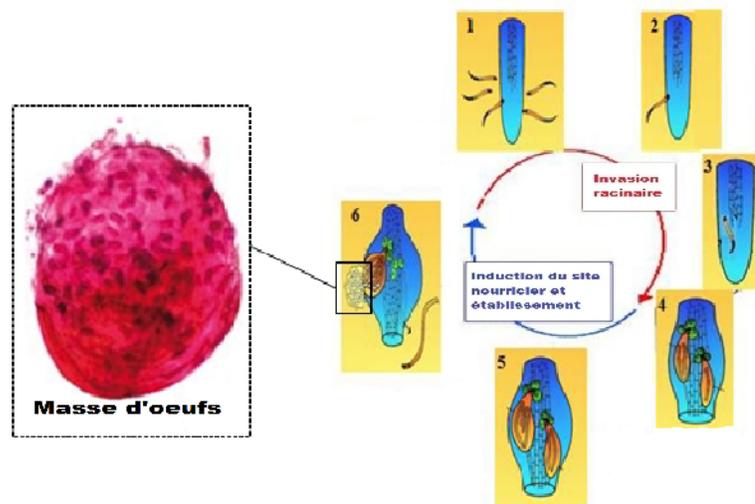
Le cycle biologique de ces nématodes comporte 4 stades juvéniles (J1 à J4), séparés par des mues et un stade adulte [90]. Les juvéniles du deuxième stade (J2) éclosent puis migrent vers les racines et y pénètrent soit par l'apex, soit dans les zones de pénétration antérieure, soit encore là où existent déjà de petites lésions [91].

Le juvénile (J2) est le stade infestant (Figure 3.8.), la larve oriente ses déplacements par rapport à un gradient de substances émises par les plantes; substances pour la plupart hydrosolubles et rémanentes [92].

Les larves J2 envahissent l'endoderme des racines et, en pénétrant dans le cylindre central, provoquent l'apparition de cellules polynuclées géantes, métaboliquement hyperactives provenant du parenchyme vasculaire ou des cellules vasculaires différenciées du cylindre central [91]. En 3 à 8 semaines (selon la température), les larves deviennent des femelles obèses (petites poires blanchâtres) qui pondent à l'extérieur de la racine de 300 à 3000 œufs protégés dans une gangue mucilagineuse (Figure 3.7.) [93].

Les mâles, absents ou rares quittent les racines et se déplacent librement dans le sol. Ils ne sont pas fonctionnels; la reproduction est donc parthénogénétique [86].

Tous les œufs n'éclosent pas en même temps et peuvent résister au froid et à la sécheresse pendant plusieurs années (jusqu'à 5-6 ans). Néanmoins lorsque les températures sont basses, l'infestation se développe lentement [89].



**Figure 3.7 : Cycle de vie de *Meloidogyne* spp. [94 ; 89 ; 95]**

1 : larves libres dans le sol ; 2: pénétration des larves du deuxième stade. ; 3 et 4 : début de maturation des juvéniles en adultes. ; 5: Différenciation sexuelle des juvéniles. ; 6 : Libération des mâles et éclosion des œufs produits par les femelles.



**Figure 3.8 : Stade infestant des nématodes à galles (J2)**

(Gross. 10 x 40) (Originale)

#### 3.2.2.4. Symptômes et dégâts sur cultures

L'augmentation du volume des cellules corticales, jouxtant les cellules géantes du site nourricier, conduit à la formation d'une galle typique de l'infection par *Meloidogyne*. En cas d'infestation forte, les galles peuvent envahir tout le système racinaire (Figure 3.9.), perturbant l'absorption hydrique et minérale de la plante, tandis que le chevelu disparaît. On estime les dégâts par des indices de galles compris entre 0 et 10 en fonction des attaques [89] (appendice B)

Ces indices sont très utilisés en fin de végétation pour estimer l'infestation globale de la plante et comparer l'effet de diverses méthodes de lutte contre les nématodes à galles [96].



**Figure 3.9. : Galles racinaires provoquées par les *Meloidogynes* (originale)**

### 3.3. Obtention du matériel biologique

#### 3.3.1. Obtention des plantules de tomate

Des semences de tomate, variété Saint-Pierre, ont été ramenées de la station expérimentale à l'institut agronomique à Blida et semis dans des alvéoles contenant la tourbe. L'irrigation est faite d'une façon régulière jusqu'à l'obtention des plantules de 4 à 5 feuilles. Cette étape s'est déroulée dans une serre expérimentale au niveau du laboratoire de recherche de biotechnologie et production végétale (Figure 3.10.)

Les plantules seront transplantées dans des pots contenant 250 g de mélange de sable, terre et tourbe pour faire l'infestation par la mineuse de tomate.



**Figure 3.10. : Obtention des plantules de tomate**

### 3.3.2. Obtention des individus de la mineuse *T. absoluta* (Povolny, 1994)

Des larves âgées (L3 et L4) de la mineuse ont été rassemblées à partir des feuilles de tomate infestées qui proviennent de la région de Zéralda. Ensuite, ces larves ont été élevées dans des conditions contrôlées (25 à 27°C) pour l'obtention rapide des chrysalides et par conséquent des adultes.

Le lâcher et la suivie concernant la mineuse ont été menées au Département des Sciences Agronomiques de l'Université SAAD DAHLEB de BLIDA, dans une chambre sous des conditions contrôlées. La température de l'enceinte est maintenue entre 24 et 28° C avec une hygrométrie comprise entre 40 et 50 %. La chambre est également équipée d'un système de photopériode alimenté par des lampes à sodium de puissance 300 WAT, permettant d'avoir 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité.

### 3.3.3. Obtention des nématodes à galles

Des échantillons de racines de tomate infestées par des nématodes à galles *Meloidogyne* spp. ont été collectés en fin de culture dans la zone de Douaouda puis ramenés au laboratoire de Zoophytologie (Université Saad Dahleb, Blida).

Les racines sont lavées à l'eau courante puis mises dans une boîte de Pétri en verre en vue d'extraction de masses d'œufs. Cette opération s'est déroulée sous une loupe binoculaire au grossissement (x10) ou (x25), par la méthode de forceps en utilisant deux aiguilles entomologiques.

Les masses d'œufs isolées des femelles de *Meloidogyne* (15 à 30 masses) sont déposées dans de petits tamis en plastiques de 2 à 4 cm de diamètre. Ces derniers sont placés dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée puis sont mises dans une chambre d'élevage à 25°C en vue d'éclosion massive. Après éclosion, les larves (J2) libérées progressivement dans l'eau sont récupérées et comptées quotidiennement à l'aide d'une loupe binoculaire (x40).

### 3.4. Préparations des extraits des feuilles

Des échantillons de feuilles de *L. camara* ont été récoltés en Janvier 2011, autour du campus de l'Université de Sâad Dahlab à Blida. Ensuite, ces feuilles ont été étalées, triées et séchées quatre à cinq jours dans une pièce à la température ambiante. Les feuilles ont été récupérées et mises à sécher à l'étuve à 50 °C pendant une nuit et réduites en poudre. [28]. La poudre est stockée dans des sacs de cellophane à 4°C jusqu'à son utilisation [97].

#### 3.4.1. Préparation des extraits aqueux

##### 3.4.1.1. Extrait aqueux par agitation

Cette méthode d'extraction consiste à maintenir la plante en contact avec l'eau à une température ambiante pendant un temps plus ou moins long, dans le but de faire libérer et extraire les molécules actives existantes chez la plante à étudier [98].

Vingt-Cinq grammes de la poudre préparée est mis en solution avec 250 ml d'eau distillée pendant 72h dans des flacons hermétiques, sous agitation magnétique à la température ambiante du laboratoire [99]. Après filtration à l'aide de deux couches de tissu de tulle, le filtrat est filtré encore une fois à l'aide d'un papier filtre [60]. Le filtrat récupéré représente une solution stock initiale à 25 g par 250ml soit 10 % [100], cette solution a été ensuite diluée en 1/2 et 1/4 pour nos essais.

#### 3.4.1.2. Extrait aqueux par ébullition

Concernant cette méthode d'extraction, cent grammes de poudre a été mélangée avec 1000 ml d'eau distillé dans un flacon de 2 litres et porté en ébullition pendant 1,5 heures [30].

Après refroidissement puis filtration à l'aide d'un papier filtre, le filtrat a ensuite été séché à l'étuve à 40 °C jusqu'à un poids constant [101].

Le rendement en extrait sec a été de l'ordre de 6,4%. Une solution de concentration égale à 36 mg/ml a été préparée dans de l'eau distillée avec l'extrait sec de feuilles. Cette solution a été ensuite diluée en 1/2 et 1/4 pour nos essais. Les solutions sont stockés à 4°C jusqu'à l'utilisation.

#### 3.4.2. Préparation de l'extrait éthanolique des feuilles

Le choix du solvant d'après STAGLIANO [102], est très important. Le produit utilisé doit posséder un certain nombre de qualités indispensable :

- Avoir un point d'ébullition assez bas pour être ensuite éliminé aussi complètement que possible. La zone d'ébullition la plus convenable se situe entre 50 et 80°C ;
- Etre stable et ne pas réagir chimiquement avec les constituants à extraire.

Dans notre étude, nous avons choisi l'éthanol qui présente un point d'ébullition de 78°C.

Cinquante grammes de poudre des feuilles ont été mis à macérer dans 250 ml d'éthanol à 96° pendant 72 h sous agitation magnétique [61]. L'extrait a été filtré et le solvant a été évaporé dans une étuve à 40°C jusqu'à poids constant [101].

Le rendement d'extraction a été de 6,23%. Une solution mère de concentration égale à 178,1 mg/ml a été préparée dans de l'éthanol à 48° avec l'extrait sec des feuilles. Les dilutions 1/2 et 1/4 ont été ensuite réalisées avec de l'eau distillée pour nos essais. Les solutions ont été stockées à 4°C jusqu'à l'utilisation [103].

### 3.5. Testes biologiques

Pour l'évaluation de l'activité insecticides des extraits foliaires contre la mineuse, nous avons réalisés des testes biologiques *in vivo*, alors que l'activité nématocide a été vérifiée *in vitro*,

#### 3.5.1. Evaluation de l'activité insecticide des extraits

Lorsque les plantules de tomate sont transplantées et les adultes de la mineuse sont émergés, ces derniers sont récoltés dans un tube à essai et lâcher dans la chambre d'essai (Figure 3.11.). Après dix à quinze jours, les premiers symptômes apparaissent et on ne fait les traitements que lorsque les attaques soient bien apparentes.

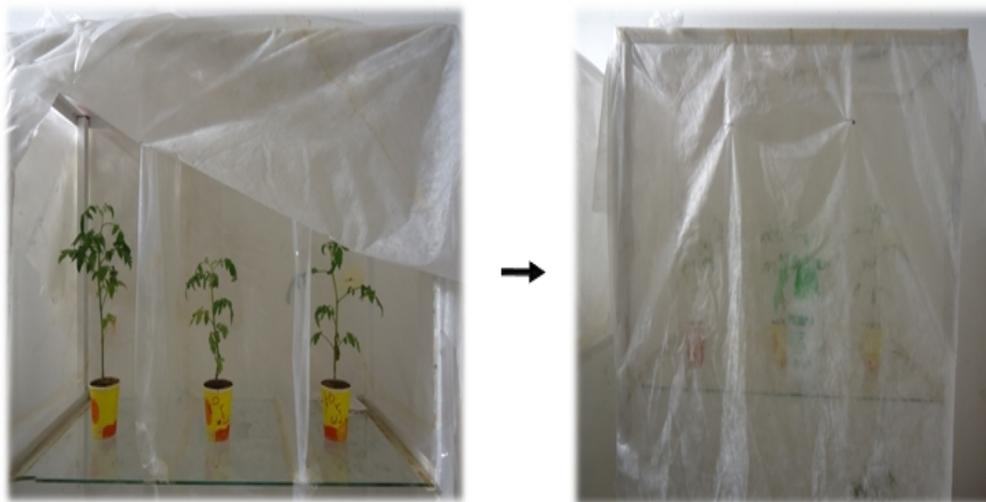
Afin d'estimer l'effet des extraits, nous avons utilisé trois doses à savoir la solution mère de chaque extrait et leurs dilutions 1/2 et 1/4. Chaque traitement est répété trois fois. Les pots de tomate sont répartis dans des étagères ; séparées par des cloisons en plastique (Figure 3.12.)

Pour comparer l'efficacité des extraits, nous avons préparé deux témoins l'un est traité avec de l'eau distillé et l'autre traité avec de l'éthanol (96°) et ses dilutions (pour l'extrait éthanolique), afin de corriger la mortalité. Nous comparons ensuite les mortalités avec ceux obtenus avec un produit chimique à base de Cyromazine

Les dispositifs sont couverts avec un tulle a fin d'empêcher l'entrée des autres adultes qui peuvent se retrouver dans la chambre (figure 3.12.)



**Figure 3.11. : Ramassage des adultes de la mineuse *Tuta absoluta* dans un tube à essai**



**Figure 3.12. : Dispositif expérimentale pour les bioessais contre la mineuse de la tomate**

### 3.5.1.1. Estimation de mortalité de la mineuse

Le comptage des larves mortes s'est effectué en 24, 48 et 72 heures et une semaine après le traitement. . Pour faciliter le comptage, nous avons regroupé les larves en deux classes ; le premier classe est la classe des jeunes larves représentée par les stades L1 et L2, alors que la deuxième classe est des larves âgées représentée par les stades L3 et L4.

Le pourcentage des larves mortes dans chaque traitement est corrigé selon la formule suivante :

- **1er cas: Mortalité nulle dans le témoin**

Les pourcentages retenus sont les valeurs de l'essai ;

- **2ème cas: Mortalité naturelle dans le témoin (formule d'Abbott) [104]:**

$$\% \text{ de mortalité corrigée} = \frac{(\% \text{ observé dans le produit} - \% \text{ du témoin})}{100 - \% \text{ du témoin}} \times 100$$

### 3.5.2. Evaluation de l'activité nématocide des extraits *in vitro*

Les testes sont effectués dans des microplaques de culture cellulaire (Costar, cell culture cluster dish) renfermant 12 puits.

Après l'éclosion des œufs et la sortie des nématodes à galle stade (J2), un nombre de  $20 \pm 1$  de ces juvéniles est compté et aspiré à l'aide d'une seringue et mis en solution dans 50µl d'eau distillée [105]. Cette suspension de larves est déposée dans chaque puits de microplaque de culture cellulaire utilisée. Les extraits et leurs dilutions ( $\frac{1}{2}$  et  $\frac{1}{4}$ ) sont alors ajoutés à la suspension de larves à raison de 1 ml chacun [106].

Pour comparer l'efficacité des traitements, nous avons corrigé la mortalité par la préparation des témoins ; un à l'eau distillée et l'autre avec l'éthanol et leurs dilutions ( $\frac{1}{2}$  et  $\frac{1}{4}$ ) (pour l'extrait éthanolique). Les résultats sont comparés avec ceux d'un produit chimique nématocide à base d'Oxamyl

(Vydate) qui est utilisé à la concentration de 15ul/ml. Les dilutions  $\frac{1}{2}$  et  $\frac{1}{4}$  de ce produit sont aussi utilisées. L'essai est répété quatre fois [98].

L'effet toxique des différents traitements est évalué après un temps d'immersion de 24, 48 et 72 heures [107].

Pour évaluer l'effet irréversible des extraits végétaux, après 72h les juvéniles sont lavés trois fois à l'eau distillée pour éliminer le traitement et remis dans la chambre d'essai à une température de 25°C pendant 48h en vu de la revitalisation des juvéniles [108]. Le comptage après le lavage s'étend jusqu'à deux jours (après 24h puis 48h).

Une larve juvénile est considérée comme morte lorsque cette dernière est immobile ou son intestin est vidé ou le nématode prend la forme allongé [109].

Le pourcentage de la mortalité de nématode a été calculé selon la formule de l'Abbott [104] :

$$\% \text{ de mortalité} = (\text{nombre de larves immobiles} / \text{nombre total de larves}) \times 100$$

### 3.5.3. Calcul des concentrations létales 50 (CL50)

L'efficacité d'un toxique se mesure par la CL50 qui représente la quantité de substance toxique qui entraîne la mort de 50% d'individus traités. Elle est déduite à partir du traçage de la droite de régression. Pour cela les pourcentages de mortalité sont transformés en probits [110].

Ces probits sont représentés graphiquement en fonction du logarithme népérien de la concentration afin d'évaluer la CL50 correspondant à un Probit de 5 (50% de mortalité) pour chaque extrait étudié. Ces concentrations sont déterminées à partir de l'équation d'une droite obtenue théoriquement.

### 3.6. Analyses statistiques

Les résultats recueillis sur les tests du pouvoir insecticide et nématicide des extraits de *Lantana camara* et des produits chimiques utilisés ont fait l'objet d'analyses statistiques.

Afin de vérifier une éventuelle efficacité des extraits vis-à-vis aux ravageurs étudiés et la comparaison entre les extraits et les produits chimiques, des analyses ont été faites en utilisant la procédure décrite par le SYSTAT vers. 13 [111].

Lorsque le problème est de savoir si la moyenne d'une variable quantitative varie significativement selon les conditions (Type de traitement, Dose, Temps), nous avons eu recours à une analyse de variance (ANOVA pour *Analysis Of Variance*) qui permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités, dans les conditions paramétriques si la distribution de la variable quantitative est normale.

Dans le cas où cette distribution de variable est n'est pas normale, nous avons eu recours au modèle linéaire global (G.L.M.).

Les corrélations existantes entre les différents traitements et leurs dilutions dans le temps sont mises en évidence par une analyse en composantes principales (ACP) à l'aide du logiciel PAST vers 1.91 [112]. Dans ce type de test, les différents traitements et leurs dilutions ont des coordonnées comprises entre  $-1$  et  $+1$  et appartiennent à un cercle de corrélation. L'interprétation de l'ACP se fait à partir de l'examen du cercle des corrélations et de la position du statut des variables sur les axes factoriels [113].

A partir des coordonnées des variables et facteurs dans les trois premiers axes de l'analyse en composantes principales, une classification ascendante hiérarchique est réalisée dans le but de détecter les groupes corrélés à partir des mesures de similarité calculées à travers des distances euclidiennes entre les coordonnées des variables quantitatives étudiées

## CHAPITRE 4

### RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Les résultats relatifs à l'effet des différents types d'extraits de *Lantana camara* sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* et sur des nématodes à galles *Meloidogyne* spp. seront présentés dans ce chapitre.

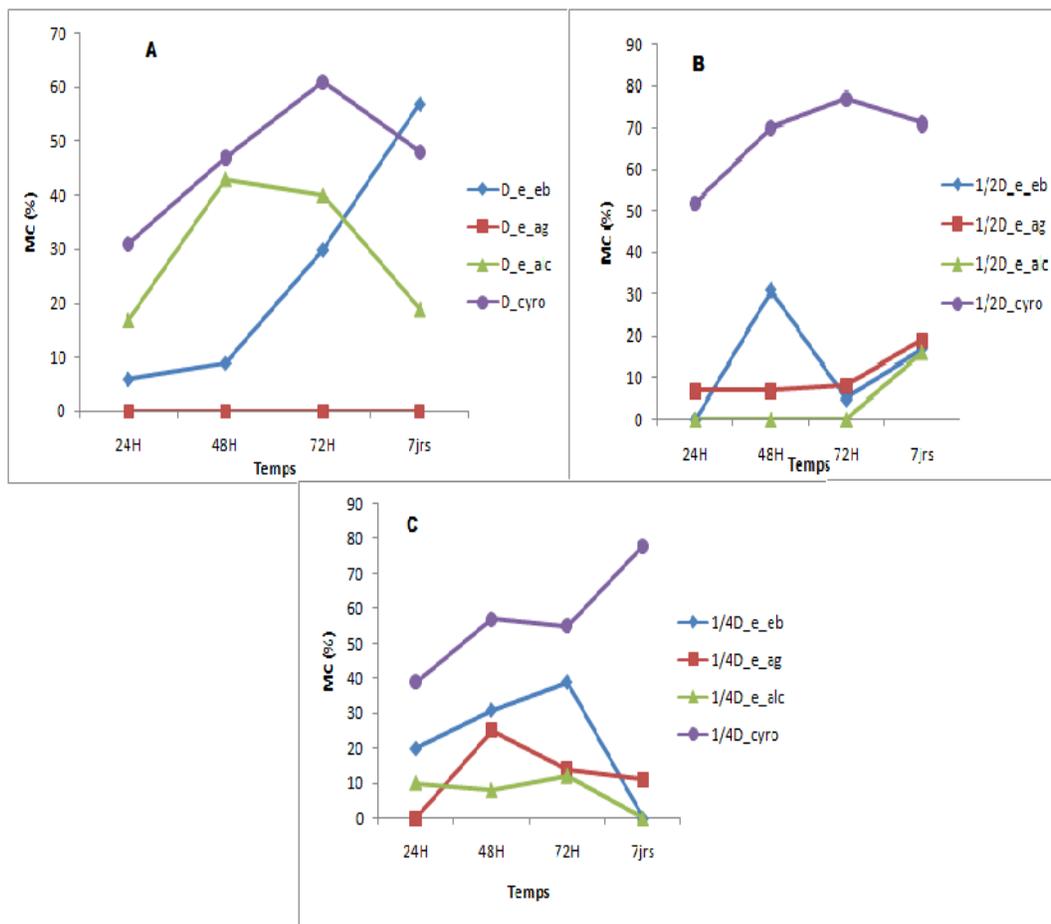
#### 4.1. Résultats de l'effet insecticide des traitements étudiés

Les résultats des larves âgées (L3 et L4) de la mineuse ne seront pas figurés dans ce chapitre à raison de l'inefficacité des extraits contre celles-ci.

L'activité insecticide des extraits de *Lantana camara* et d'un produit chimique à base de Cyromazine a été testée *in vivo* sur des jeunes larves de *T. absoluta*. Les résultats sont mentionnés dans le tableau (4.1.) et représentés dans la figure (4.13) :

**Tableau 4.1. : Effet des différents types d'extraits de *Lantana camara* Linn. et de Cyromazine sur le taux de mortalité de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta***

		Mortalité corrigée dans le temps (%)			
Traitements	Dose	T1	T2	T3	T4
Extrait avec ébullition	D	6	9	30	57
	1/2D	0	31	5	17
	1/4D	20	31	39	0
Extrait avec agitation	D	0	0	0	0
	1/2D	7	7	8	19
	1/4D	0	25	14	11
Extrait alcoolique	D	17	43	40	19
	1/2D	0	0	0	16
	1/4D	10	8	12	0
Cyromazine	D	31	47	61	48
	1/2D	52	70	77	71
	1/4D	39	57	55	78



**Figure 4.13. : Evolution temporelle de la mortalité corrigée sous l'effet des différentes dose de chaque produit insecticide**

**A** : Effet de la dose pure sur la mortalité ; **B** : Effet de la demi-dose sur la mortalité ; **C** : Effet du quart-dose sur la mortalité ; eEb : extrait avec ébullition ; eAg : extrait avec agitation ; eAlc : extrait alcoolique ; cyro : Cyromazine ; MC : mortalité corrigée.

D'après le tableau (4.1.) et la figure (4.13), il apparaît que le Cyromazine est le plus efficace parmi les quatre traitements testés ; où il a pu occasionner plus de 70% de mortalité des larves après sept jours de traitement (T4).

L'extrait alcoolique de *L. camara* et son extrait avec ébullition ont montré une activité insecticide non négligeable sur les larves de la mineuse, mais cette activité n'a pas dépassé généralement le troisième jour de traitement où on a pu enregistrer 40% de mortalité provoquée par la dose de l'extrait alcoolique et le quart de dose de l'extrait avec ébullition. Une mortalité atteint 57% au septième jour de traitement, provoquée par la dose de l'extrait avec ébullition.

Afin de bien évaluer l'effet des traitements étudiés sur la mortalité des larves, nous avons eu recours au test GLM.

Ce test a permis de déduire qu'il y a une différence significative entre les quatre traitements ; où on a pu enregistrer une probabilité très significative entre les doses pures ( $p= 0.008$ ) et les quarts doses ( $p=0.002$ ), alors que entre les demi-doses a été hautement significative ( $p=0.000$ )

Les résultats sont mentionnés dans le tableau (4.2.) et représentés dans la figure (4.14) :

**Tableau 4.2 : Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir insecticide des différentes doses des traitements utilisés (N : 48)**

Source	Somme des carrés	d.d.l.	Moyens des écarts	F-ratio	P
<b>Trt dose</b>	4479.5	3	1493.167	7.605	0.008
<b>Temps</b>	909.5	3	303.167	1.544	0.269
<b>Var.Intra</b>	1767	9	196.333	.	.
<b>Trt 1/2dose</b>	10386.5	3	3462.167	48.086	0.000
<b>Temps</b>	568.5	3	189.5	2.632	0.114
<b>Var.Intra</b>	648	9	72	.	.
<b>Trt 1/4dose</b>	6035.188	3	2011.729	11.718	0.002
<b>Temps</b>	480.687	3	160.229	0.933	0.464
<b>Var.Intra</b>	1545.062	9	171.674	.	.

Trt : Traitement

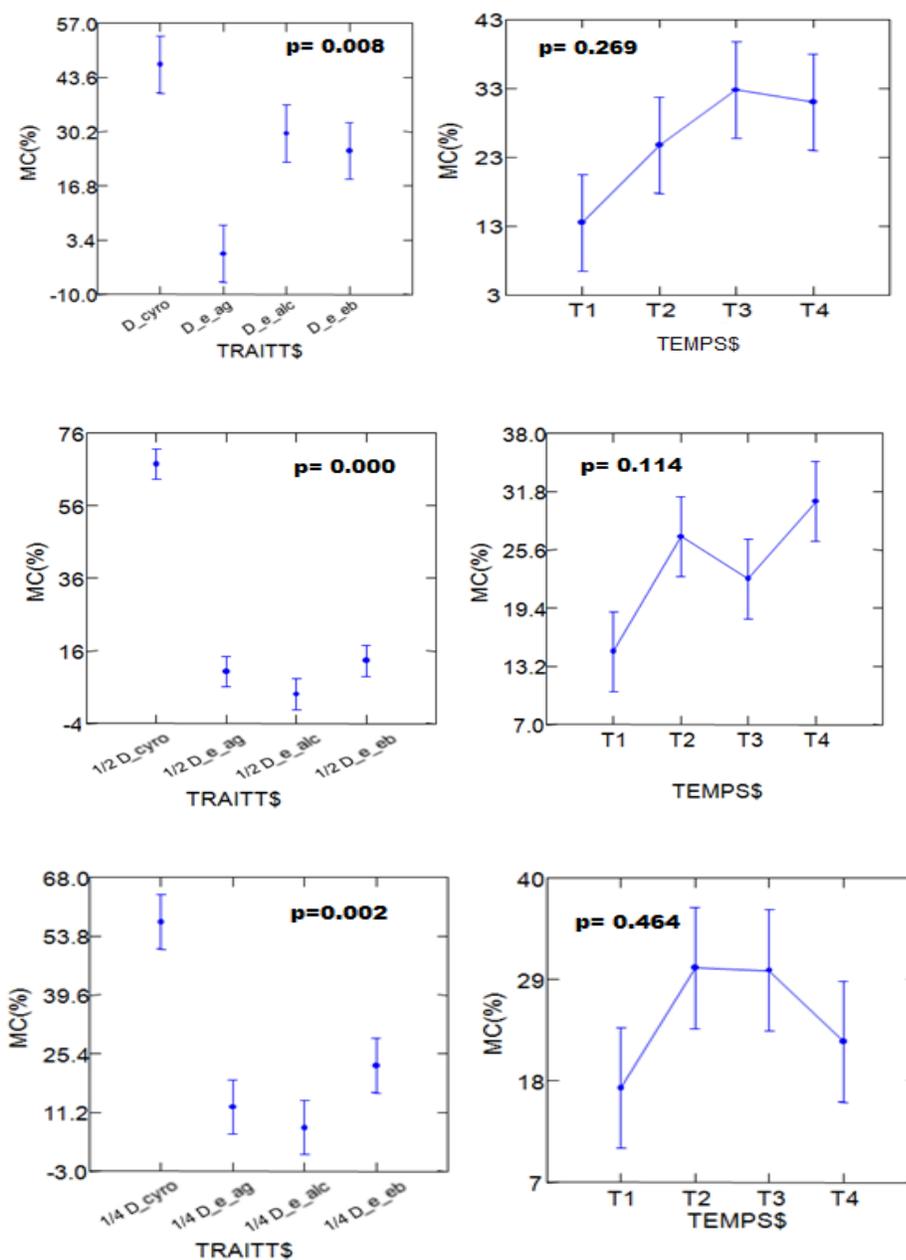


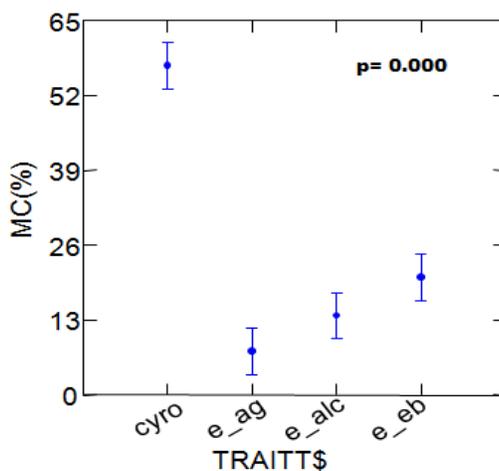
Figure 4.14. : Toxicité comparée par dose des extraits de *Lantana camara* et de Cyromazine dans le temps

T1 : temps après 24<sup>h</sup> de traitement ; T2 : après 48<sup>h</sup> ; T3 : après 72<sup>h</sup> ; T4 : après 7 jours ;

e\_eb : extrait avec ébullition ; e\_ag : extrait avec agitation ;

e\_alc : extrait alcoolique ; cyr : Cyromazine ; MC : mortalité corrigée.

D'une façon générale, le traitement le plus efficace est le Cyromazine suivi par l'extrait avec ébullition puis l'extrait alcoolique et à la fin l'extrait avec agitation (figure 4.15) avec une probabilité hautement significative ( $p=0.000$ )



**Figure 4.15. : Toxicité comparée globale entre les traitements insecticides utilisés**

e\_eb : extrait avec ébullition ; e\_ag : extrait avec agitation ;  
e\_alc : extrait alcoolique ; cyr : Cyromazine ; MC : mortalité corrigée.

#### 4.1.1. Variation de l'effet des différents traitements (extraits végétaux et produit chimique) sur les larves de la mineuse *Tuta absoluta* en fonction du temps

Nous avons exploité l'ensemble de nos résultats par une ACP (Analyse en Composantes Principales) effectuée avec PAST vers 1.91 [112]. Le principe de cette analyse est de résumer la variation qui existe entre les traitements utilisés et de leurs doses dans le temps.

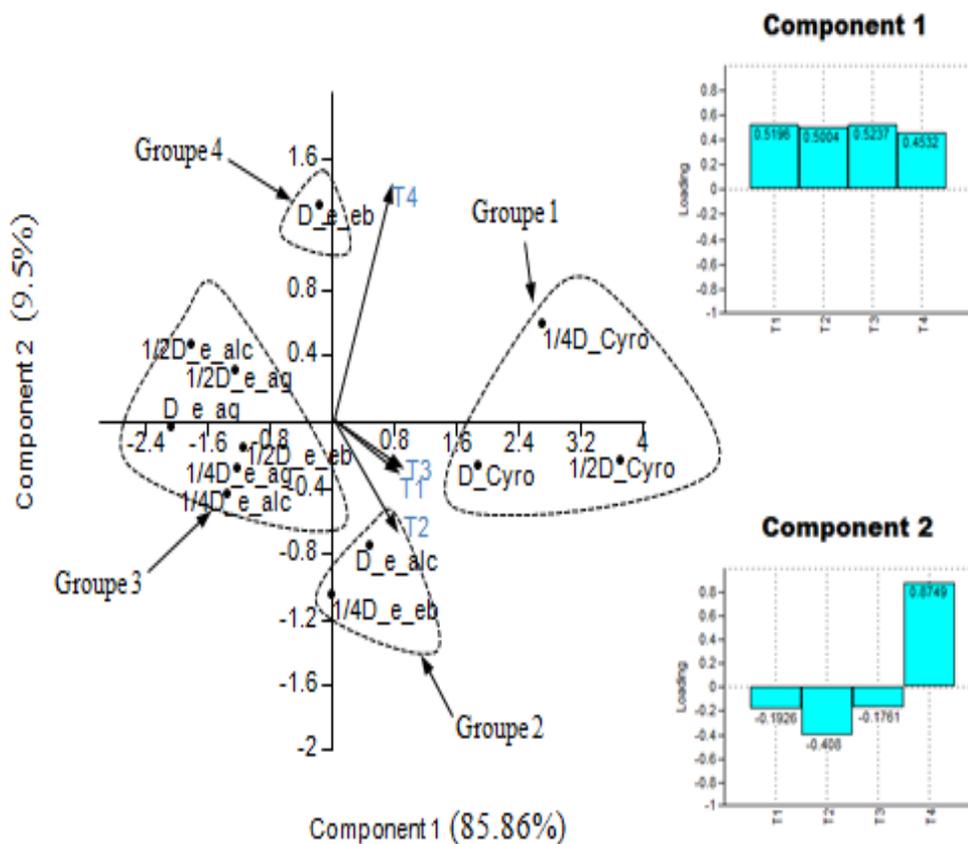
L'étude des corrélations a été réalisée sur le plan 1, 2 du moment qu'ils présentent une forte contribution à l'identification des nuages avec les valeurs respectives de 85,86% et 9,5%.

L'axe 1 (85,86%) est représenté par la catégorie des traitements étudiés où les traitements les plus efficaces présentent les fortes contributions. A l'opposé de cet axe, les plus faibles contributions sont représentées par les traitements de faible efficacité.

L'axe 2 (9,5%) est représenté par la variable des différentes dilutions (D, 1/2D, 1/4D).

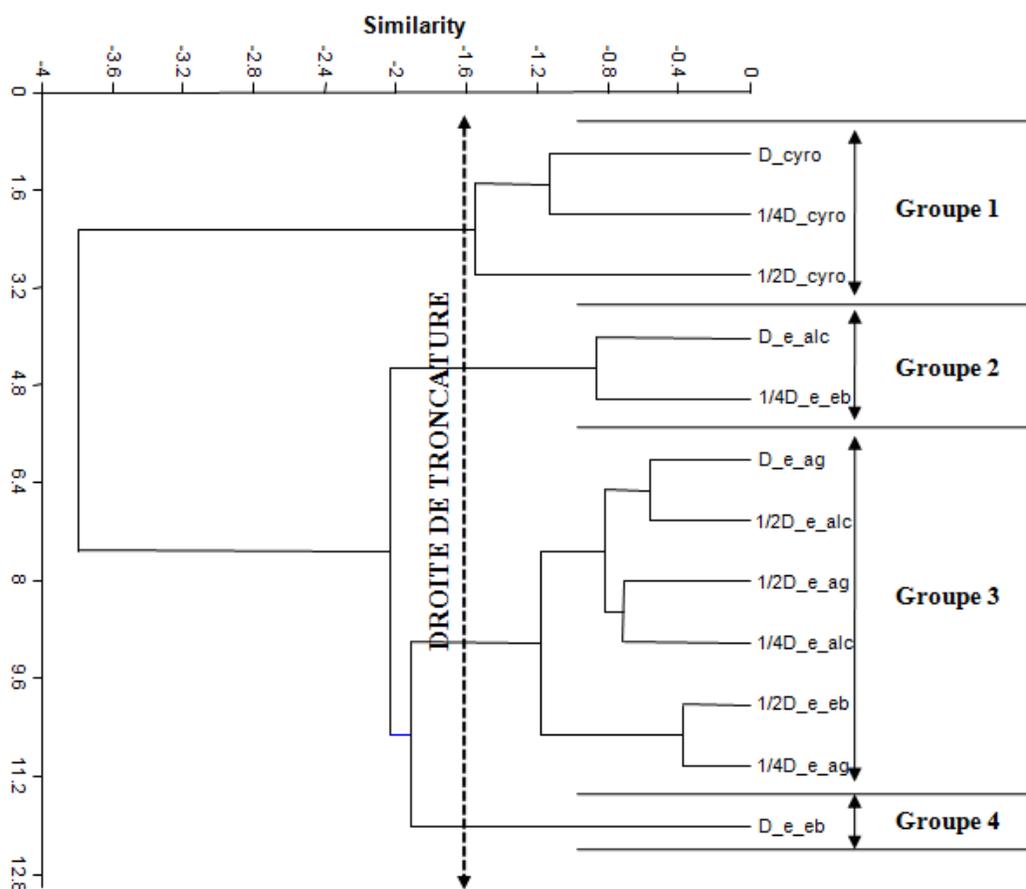
La classification hiérarchique ascendante basée sur le calcul des distances euclidiennes et sur la base d'une similarité de (-1.6), le cercle de corrélation montre la présence de quatre groupes de traitements (Figure 4.16 et 4.17). :

- Le premier groupe (groupe1) prend en compte principalement le Cyromazine avec ses dilutions. Ce groupe est corrélé positivement avec les vecteurs temps de traitements, caractérisé par une forte activité insecticide représentée par des pourcentages les plus élevés allant jusqu'à 78% de mortalité.
- Le deuxième groupe (groupe 2) est représenté par l'extrait alcoolique avec sa dose pure et l'extrait avec ébullition avec son quart de dose. Ce groupe est corrélé positivement avec le temps de traitement et se caractérise par un effet insecticide moyennement important induisant jusqu'à 40% de mortalité de larves au bout du troisième jour.
- Le troisième groupe (groupe 3) inclut les traitements qui induisent généralement un effet insecticide assez faible par rapport aux deux groupes précédents et qui est corrélé négativement avec les vecteurs temps ; représenté par des pourcentages de mortalité variant entre 0 et 30%.
- Le quatrième groupe (groupe 4) représente la dose de l'extrait avec ébullition qui a pu induire des mortalités continues dans le temps jusqu'au quatrième jour (57%).



**Figure 4.16. : Analyse en Composantes Principales (ACP) de l'activité insecticide des différents traitements en fonction du temps**

D: dose pure; 1/2D: demi\_dose; 1/4: quart\_dose; e\_eb: extrait avec ébullition; e\_ag: extrait avec agitation; e\_alc: extrait alcoolique; cyr: Cyromazine; T1: après 24<sup>h</sup> de traitement; T2: après 48<sup>h</sup>; T3: après 72<sup>h</sup>; T4: après 7jours.



**Figure 4.17. : Classification hiérarchique ascendante des différents extraits végétaux de *Lantana camara* et le Cyromazine avec leurs dilutions.**

D: dose pure; 1/2D: demi\_dose ; 1/4: quart\_dose; e\_eb : extrait avec ébullition ;  
e\_ag : extrait avec agitation ; e\_alc : extrait alcoolique ; cyr : Cyromazine .

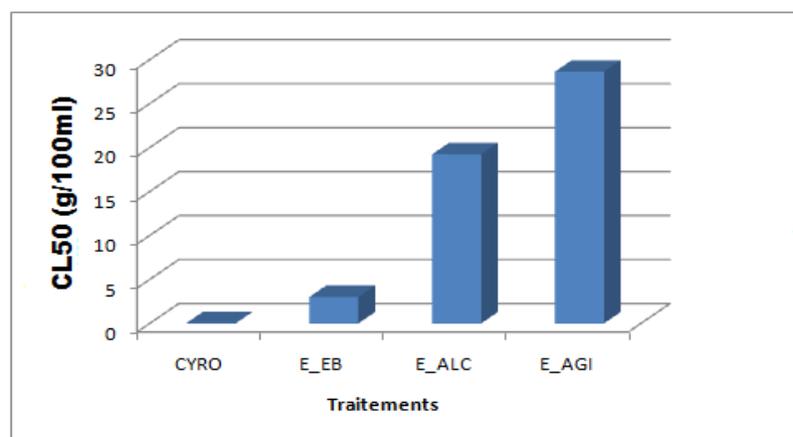
#### 4.1.2. Calcul de la concentration létale 50 (CL50) des traitements insecticides étudiés

Lorsque les pourcentages moyens des mortalités sont transformés en probits, ces derniers sont représentés graphiquement en fonction du logarithme népérien de la concentration afin d'évaluer la CL50 correspondant à un Probit de 5 (50% de mortalité) pour chaque traitement étudié.

Le tableau (4.3.) et la figure (4.18) représentent les résultats de la CL50 obtenus pour chaque traitement pour l'effet insecticide

**Tableau 4.3. : Concentrations létales (CL50) pour les testes insecticides (g/100ml)**

Traitements	CL50
Cyromazine	0.05
Extrait avec ébullition	3.01
Extrait alcoolique	19.24
Extrait avec agitation	28.64



**Figure 4.18.: Représentation graphique de la concentration létale 50 (CL50) des traitements insecticides étudiés**

## 4.2. Résultats de l'effet nématocide des traitements étudiés

### 4.2.1. Evaluation de la toxicité des extraits de *Lantana camara* et du Vydate

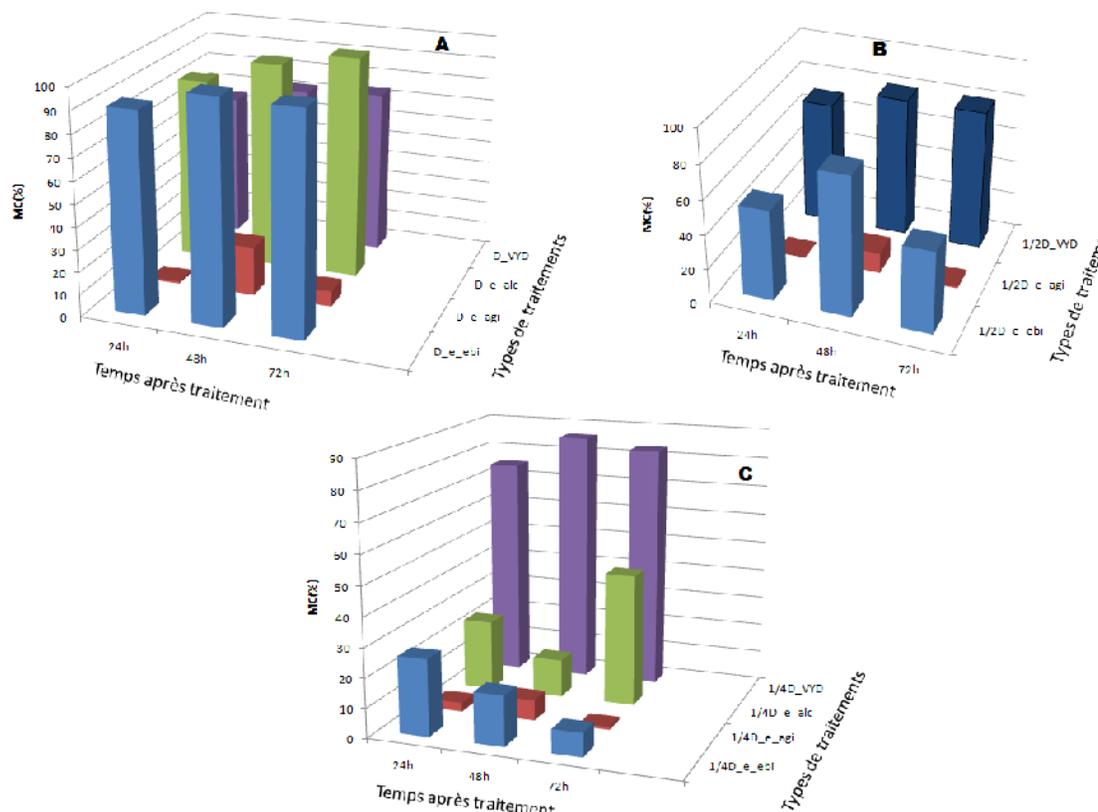
Les résultats de la demi-dose de l'extrait alcoolique ne figureront pas dans nos résultats à cause de l'efficacité très élevée de témoin positif de cette dose.

L'activité nématocide des extraits de *L. camara* et du Vydate a été testée *in vitro* sur des larves (J2) de *Meloidogyne* spp. Les résultats sont mentionnés dans le tableau (4.4.) et la figure (4.19.)

**Tableau 4.4. : Effet des différents types d'extraits de *Lantana camara* et du Vydate sur le taux de mortalité des juvéniles (J2) des *Meloidogyne* spp.**

		Mortalité corrigée dans le temps (%)		
Traitements	Dose	T1	T2	T3
Extrait avec ébullition	D	90	99	98
	1/2D	53	81	48
	1/4D	26	17	8
Extrait avec agitation	D	1	22	7
	1/2D	0	12	1
	1/4D	3	7	1
Extrait alcoolique	D	83	94	100
	1/4D	24	13	45
Vydate	D	65	72	74
	1/2D	71	81	81
	1/4D	75	86	83

T1 : après 24<sup>h</sup> de traitement ; T2 : après 48<sup>h</sup> ; T3 : après 72<sup>h</sup> ; D : dose pure ; 1/2D : la demi-dose ; 1/4D : quart dose.



**Figure 4.19.: Evolution temporelle de la mortalité corrigée sous l'effet des différents doses de chaque produit nématicide**

**A** : Effet de la dose pure sur la mortalité ; **B** : Effet de la demi-dose sur la mortalité ; **C** : Effet du quart-dose sur la mortalité ; e\_ebi : extrait avec ébullition ; e\_agi : extrait avec agitation ; e\_alc : extrait alcoolique ; VYD : Vydate ; MC : mortalité corrigé.

Les résultats du tableau (4.4.) et la figure (4.19.) montrent que la majorité des traitements sont efficace contre les juvénile (J2) de Meloidogyne et que cette efficacité diminue avec la dilution de la solution mère (D).

La dose pure (D) a provoqué une mortalité très importante et supérieure aux mortalités provoqués par le produit chimique, atteignant 100% avec l'extrait alcoolique et 99% avec l'extrait en ébullition. Concernant l'extrait avec agitation, ceci n'a pas exprimé une efficacité importante (moins de 22% de mortalité).

En ce qui concerne le produit chimique (Vydate), l'efficacité des trois doses étudiées ont été très proche (entre 65 et 86%).

Afin de bien évaluer l'effet des traitements étudiés sur la mortalité des larves, nous avons eu recours au test GLM.

Ce test a permis de déduire qu'il y a une différence significative entre les quatre traitements ; où on a pu enregistrer une probabilité hautement significative entre les doses pures ( $p= 0.000$ ), les quarts doses ( $p=0.001$ ) et même entre les demi-doses ( $p=0.001$ ).

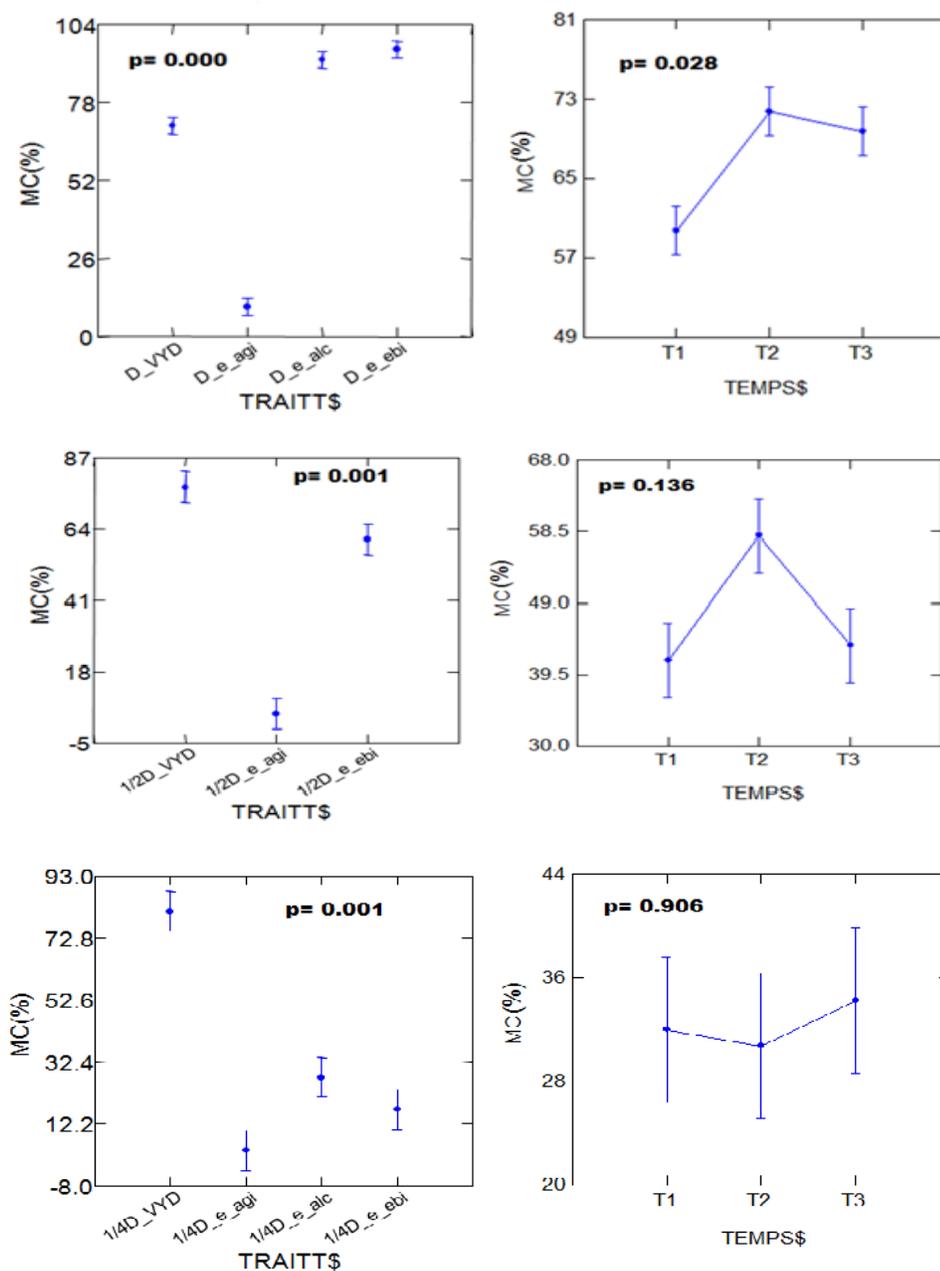
L'effet toxique des doses pures des traitements varié significativement dans le temps avec une probabilité ( $p$ ) égale à 0.028 ( 5%).

Les résultats de teste G.M.L sont mentionnés dans le tableau (4.5.) et représentés dans la figure (4.20.):

**Tableau 4.5 : Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide des différentes doses des traitements utilisés (N : 33)**

Source	Somme des carrés	d.d.l.	Moyens des écarts	F-ratio	P
<b>Trt dose</b>	14170.917	3	4723.639	195.013	0.000
<b>Temps</b>	330.667	2	165.333	6.826	0.028
<b>Var.Intra</b>	145.333	6	24.222	.	.
<b>Trt 1/2dose</b>	8840.222	2	4420.111	60.734	0.001
<b>Temps</b>	496.889	2	248.444	3.414	0.136
<b>Var.Intra</b>	291.111	4	72.778	.	.
<b>Trt 1/4dose</b>	10448.667	3	3482.889	27.907	0.001
<b>Temps</b>	25.167	2	12.583	0.101	0.906
<b>Var.Intra</b>	748.833	6	124.806	.	.

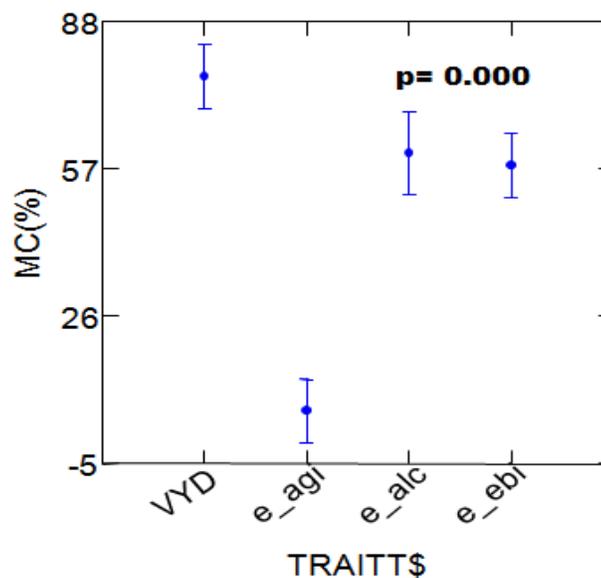
Trt : Traitement



**Figure 4.20.: Toxicité comparée par dose des extraits de *Lantana camara* et de Vydate dans le temps**

e\_eb : extrait avec ébullition ; e\_ag : extrait avec agitation ; e\_alc : extrait alcoolique ; VYD : Vydate, T1 : après 24<sup>h</sup> de traitement ; T2 : après 48<sup>h</sup> ; T3 : après 72<sup>h</sup> ; MC : mortalité corrigée.

Le teste G.L.M. a nous permis aussi de déduire que le traitement le plus efficace ; c'est celui du Vydate suivi par l'extrait alcoolique puis l'extrait avec ébullition et à la fin l'extrait avec agitation (figure 4.21.) avec une probabilité hautement significative ( $p=0.000$ )



**Figure 4.21. : Toxicité comparée globale entre les traitements nématicides utilisés**

e\_eb : extrait avec ébullition ; e\_ag : extrait avec agitation ;  
e\_alc : extrait alcoolique ; cyr : Cyromazine ; MC : mortalité corrigé

#### 4.2.2. Variation de l'effet des différents traitements (extraits végétaux et produit chimique) sur les juvéniles (J2) de *Meloidogyne* spp. en fonction du temps

Nous avons exploité l'ensemble de nos résultats par une ACP (Analyse en Composantes Principales) effectuée avec PAST vers 1.91 [112].

Le principe de cette analyse est de résumer la variation qui existe entre les traitements utilisés et de leurs doses dans le temps.

L'étude des corrélations a été réalisée sur le plan 1, 2 du moment qu'ils présentent une forte contribution à l'identification des nuages avec les valeurs respectives de 96,508% et 2,734%.

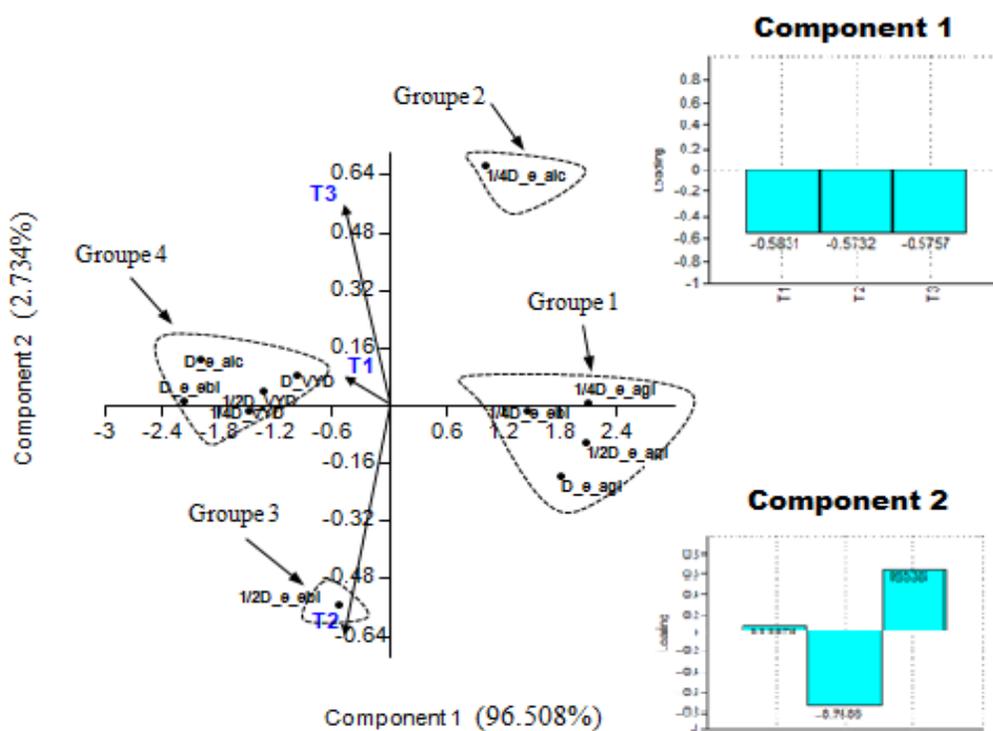
L'axe 1 (96,508%) est représenté par la catégorie des traitements étudiés où les traitements les plus efficaces présentent les fortes contributions. A l'opposé de cet axe, les plus faibles contributions sont représentées par les traitements de faible efficacité.

L'axe 2 (2,734%) est représenté par la variable des différentes dilutions (D, 1/2D, 1/4D).

La classification hiérarchique ascendante basée sur le calcul des distances euclidiennes et sur la base d'une similarité de (-0.8), le cercle de corrélation montre la présence de quatre groupes de traitements (Figure 4.22. et 4.23.):

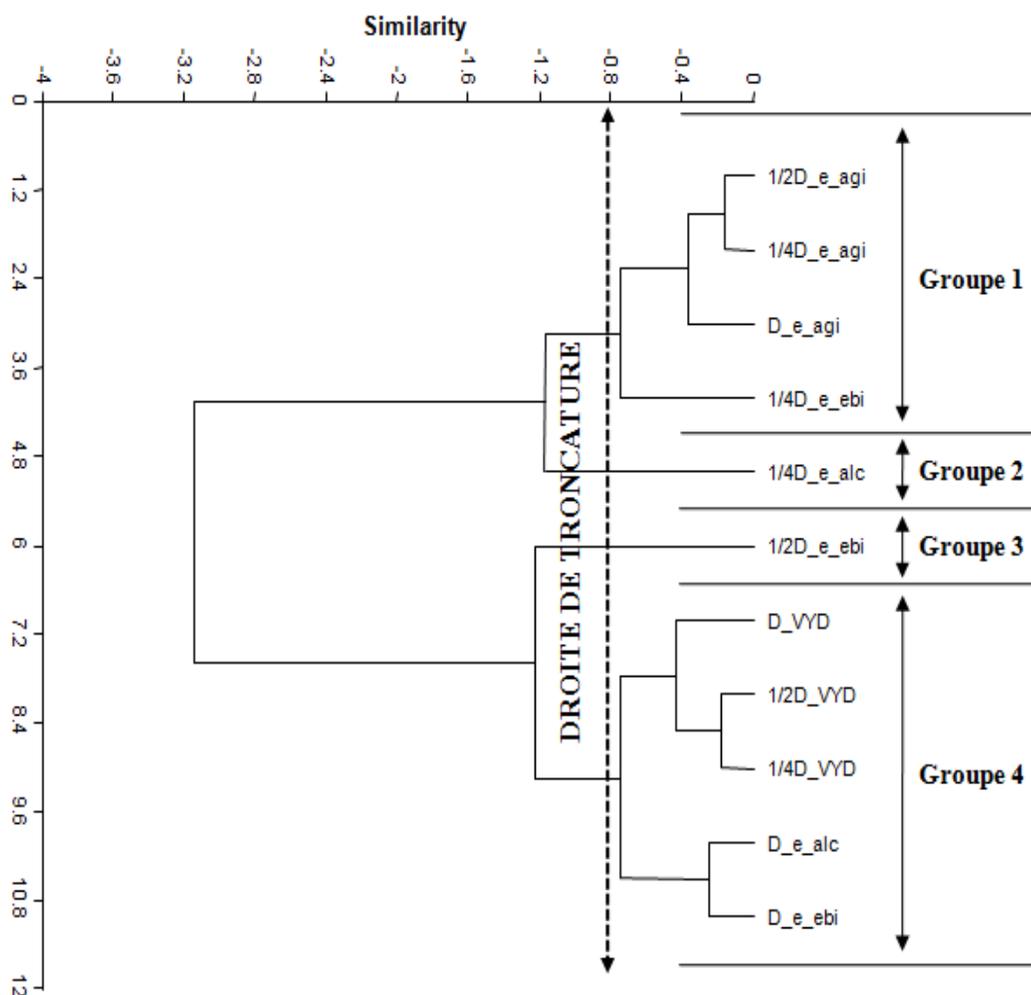
- Le premier groupe (groupe1) prend en compte l'extrait avec agitation et ses dilutions et le quart de dose de l'extrait avec ébullition. Ce groupe est corrélé négativement avec les vecteurs (temps de traitement), caractérisé par une faible activité nématocide (moins de 26% de mortalité).
- Le deuxième groupe (groupe 2) est représenté par le quart de dose de l'extrait alcoolique. Ce groupe est corrélé négativement avec le temps de traitement et se caractérise par un effet nématocide moyennement important induisant jusqu'à 45% de mortalité des larves au bout du troisième jour.
- Le troisième groupe (groupe 3) inclut la demi-dose de l'extrait avec ébullition qui a induit un effet nématocide moyennement important au premier jour et le troisième jour. Au deuxième jour a provoqué une mortalité très importante (81%). Ce groupe est corrélé positivement avec les vecteurs de temps.
- Le quatrième groupe (groupe 4) prend en compte les traitements les plus efficace et qui ont engendré une mortalité très importante,

représenté par le traitement chimique (Vydate) avec ses dilution, la dose pure de l'extrait avec ébullition et l'extrait alcoolique. Ces traitements ont pu induire des mortalités continues dans le temps allant jusqu'à 100%.



**Figure 4.22. : Analyse en Composantes Principales (ACP) de l'activité nématocide des différents traitements en fonction du temps**

D: dose pure; 1/2D: demi\_dose; 1/4: quart\_dose; e\_ebi : extrait avec ébullition; e\_agi : extrait avec agitation; e\_alc : extrait alcoolique; VYD : Vydate; T1 :après 24<sup>h</sup> de traitement; T2 : après 48<sup>h</sup>; T3 : après 72<sup>h</sup>



**Figure 4.23.: Classification hiérarchique ascendante des différents extraits végétaux de *Lantana camara* et le Vydate avec leurs dilutions**

D: dose pure; 1/2D: demi\_dose ; 1/4: quart\_dose; e\_ebi : extrait avec ébullition ; e\_agi : extrait avec agitation ; e\_alc : extrait alcoolique ; VYD : Vydate.

#### 4.2.3. Évaluation de l'effet irréversible des traitements effectués

L'étude de l'irréversibilité des traitements s'est déroulée *in vitro* sur les juvéniles (J2) qui ont été traités par les extraits et le Vydate. Les larves sont lavées trois fois avec de l'eau distillée.

Les résultats de cette étude sont mentionnés dans le tableau (4.6.)

**Tableau 4.6. : Taux de revitalisation des larves (J2) de *Meloidogyne* spp. en fonction du temps et sous l'effet des doses de traitements**

		Revitalisations corrigées (%)	
Traitements	Dose	T1	T2
Extrait avec ébullition	D	20	27
	1/2D	37	40
	1/4D	0	36
Extrait avec agitation	D	57	71
	1/2D	100	100
	1/4D	100	100
Extrait alcoolique	D	0	0
	1/4D	0	0
Vydate	D	0	0
	1/2D	0	0
	1/4D	0	0

T1 : après 24<sup>h</sup> de traitement ; T2 : après 48<sup>h</sup> .

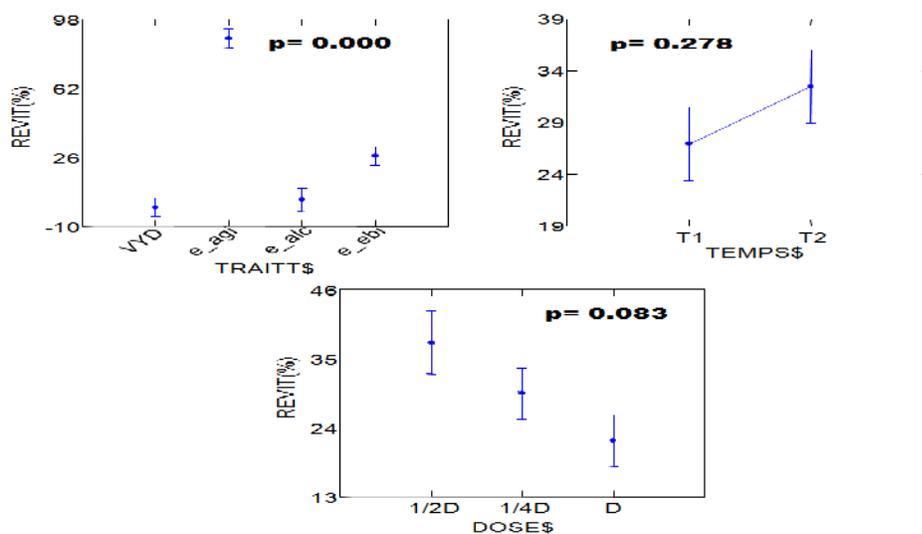
Il ressort du tableau (4.6.) que les larves après 72h d'exposition au Vydate et à l'extrait alcoolique ne revitalisent pas (0 %). Alors que les deux autres extraits, les juvéniles revitalisent de façon continue après 24 heures et 48 heures ; mais l'effet irréversible a été provoqué beaucoup plus par l'extrait avec ébullition où la revitalisation n'a pas dépassé 40%. Dans l'extrait avec agitation, les juvéniles revitalisent complètement avec la demi et le quart dose (100%). Donc le Vydate et l'extrait alcoolique sont les plus efficaces suivis par l'extrait avec ébullition puis à la fin l'extrait avec agitation.

Afin de bien valoriser ces résultats, un teste G.L.M. est appliqué pour évaluer la revitalisation et de déterminer le traitement efficace.

Ce test a permis de déduire qu'il y a une différence entre l'effet irréversible des quatre traitements sur les juvéniles ; où on a pu enregistrer une probabilité hautement significative ( $p= 0.000$ ). Au cours du temps et entre les doses, la différence n'est pas significative ( $p= 0.278$  ;  $p= 0.083$  respectivement). [Tableau (4.7.) et figure (4.24.)]

**Tableau 4.7. : Modèle G.L.M. appliqué à la revitalisation des nématodes en fonction de temps (N : 22)**

Source	Somme des carrés	d.d.l.	Moyens Des écarts	F-ratio	P
Traitements	27947.111	3	9315.704	69.847	0.000
Dose	785.111	2	392.556	2.943	0.083
Temps	169.136	1	169.136	1.268	0.278
Var.Intra	2000.586	15	133.370	.	.



**Figure 4.24. : Revitalisation comparée des nématodes de *Meloidogyne* dans les traitements étudiés**

REVIT : revitalisation ; e\_eb : extrait avec ébullition ; e\_ag : extrait avec agitation ; e\_alc : extrait alcoolique

#### 4.2.4. Calcul de la Concentrations létale 50 (CL50) des traitements nématocides étudiés

La concentration létale 50 (CL50) de l'extrait avec agitation n'a pas été calculée à raison de l'inefficacité de ce produit.

Le tableau (4.8.) représente les résultats de la CL50 obtenus pour chaque traitement à effet nématocide.

**Tableau 4.8. : Concentrations létales (CL50) pour les testes nématocides**

Traitements	CL50
Extrait avec ébullition	2.52 g/100ml
Extrait alcoolique	3.47 g/100ml
Vydate	6.69 ml/100ml

## CHAPITRE 5

### DISCUSSION GENERALE

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 mais 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 [114 ; 115].

Actuellement, les extraits bruts des plantes commencent à avoir un intérêt très prometteur comme source potentielle de molécules naturelles bioactives. Les extraits végétaux font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématocides et fongicides [116].

Dans le présent travail, l'activité insecticide et nématocide des extraits de *Lantana camara* Linn. constitue une étude préliminaire sur la recherche de nouvelles molécules bioactives à intérêt pesticide.

Les résultats des tests du pouvoir insecticide et nématocide sont intéressants du fait qu'ils constituent une première initiative de recherche sur un arbuste mal étudié dans notre pays à l'exception de quelques études menés sur d'autres types de ravageurs et sur d'autres plantes hôtes. Ces résultats ont montré une efficacité non négligeable de la dose pure de l'extrait avec ébullition et l'extrait éthanolique des feuilles de *Lantana camara* Linn. sur la mineuse de tomate *Tuta absoluta* (Povolny, 1994), alors a été très importante et remarquable avec ces deux types d'extraits et même dépasse l'efficacité de produit chimique utilisé dans les tests nématocides contre des nématodes à

galles (*Meloidogyne* spp.). Le troisième type d'extrait (aqueux avec agitation) et ses dilutions n'ont pas donné des résultats intéressants.

Ces résultats préliminaires expliquent et confirment que la plante étudiée possède des propriétés biocides appréciées.

D'une manière générale, nous avons rapporté une différence entre l'efficacité des trois types d'extraits. Cette différence d'action obtenue dans cette présente étude est expliquée probablement par la différence dans la méthode d'extraction et le type de solvant utilisé.

### 5.1. Activité insecticide des Extraits de *Lantana camara* Linn.

*Lantana camara* a été rapporté qu'elle possède une activité insecticide contre les organismes nuisibles des denrées stockés, contre les ravageurs des cultures maraîchères, les larves de moustiques, antifongique, répulsif et autres activités biologiques [117 ; 53]. Dans la présente étude, les extraits des feuilles de *Lantana camara* ont montré une activité insecticide contre les larves de la mineuse de tomate *T. absoluta* (Povolny, 1994) qui a pu atteindre 40% de mortalité.

Les extraits alcooliques de *Lantana camara* ont été surtout décrits pour leurs propriétés insecticides [118] et les extraits aqueux pour leurs activités antifongiques [119]. L'alcool permettant une meilleure extraction de composés moins polaires comme des dérivés terpéniques [120]. Cependant, certains composés antimicrobiens, comme des dérivés phénoliques, une flavone glucosylée et des triterpénoïdes possédant une fonction hydroxyle libre, ont aussi été isolés du *L. camara* [121, 120, 122].

GOPIESHKHANNA et KANNABIRAN [123] ont observé la présence d'hydrates de carbone, des saponines, des phytostérols, des phénols, des flavonoïdes et des tanins dans l'extrait de la plante ayant une activité larvicide contre les moustiques. PELAH *et al.* [124] ont rapporté l'utilisation de la saponine commerciale de l'écorce de *Quillaja saponaria* comme un larvicide naturel contre *Aedes aegypti* et *Culex pipens*. Des triterpénoïdes isolés ont été

trouvés à avoir une activité antibactérienne [125,126]. Glycosides cardiaques a été trouvé pour avoir un effet acaricide contre les stades larvaire et adulte de la tique de chameau [127]. Les mortalités enregistrées dans nos essais sont probablement dues à la présence de certaines de ces molécules dans les extraits préparés.

Une recherche récente en 2010 a adressé que l'activité biologique principale attribuée aux saponines était de rendre les membranes cellulaires plus perméables par la formation des pores sur celles-ci. Autrement dit, elles affecteraient la perméabilité de la membrane cellulaire du parasite et causeraient une vacuolisation et désintégration des téguments [128].

Des extraits des fleurs ont montré un effet répulsif sur les moustiques du genre *Aedes* et extraits des feuilles montrant une activité insecticide et allélopathiques alors l'huile essentielle a montré une activité qui ressemble l'activité de l'hormone juvénile [39].

Au Bénin, ALITONOU *et al.* [129] ont déterminé comme composés majoritaires de l'huile essentielle de *L. camara* Linn. le -caryophyllène (18,5 %), le sabinène (13,1 %), l' -humelène (10,0 %), le 1,8-cinéole (9,0 %) et le -guaiène 5,0 %. Cette huile est caractérisée par un taux élevé de sesquiterpènes hydrocarbonés (42,2 %), suivis par des monoterpènes hydrocarbonés (31,0 %), des sesquiterpènes oxygénés (14,1 %), des monocarbones oxygénés (5,5 %) et des composés aliphatiques (1,9 %). Ils ont rapporté aussi la présence du -pinène, -pinène, le -terpinène et -terpinéol et le camphène.

D'après BOUCHIKHI *et al.* [130], l' -pinène, -pinène, le camphène et -terpinène connus pour leurs propriétés insecticides.

Selon OJIMELUKWE et ADLER [131], -pinène a révélé un effet insecticide intéressant contre *Tribulium confusum*, et des effets similaires ont été également notés avec le -terpinéol, le cinéol [132].

SUNDUFU et SHOUSHAN [133], ont identifié germacrène-D (15,85%), -caryophyllène (12,35%), -humelene (9,31%) et germecrene (6,19%) comme

principaux constituants de feuilles de *Lantana camara* dans le Sud Chine. DUA *et al.* [52] ont identifié  $\alpha$ -caryophyllène (16,37), l'eucalyptol (10,75%),  $\beta$ -humelène (8,22%) et germacrene (7,11%) comme constituants majeurs. Des variations dans la composition chimique des extraits et des huiles essentielles ont été rapporté [133 ; 134].

Certains des principaux composants des extraits des feuilles de *L. camara* ont été rapportés à exposer des propriétés insecticides.  $\alpha$ -caryophyllène isolé de la plante de *Thymus capitatus* montré une bonne activité adulticide contre les *Culex pipiens* [135].

L'huile essentielle de *Ocimum americanus* et *O. ratissium* contient caryophyllène comme constituant principal possédaient une activité larvicide contre *Aedes aegypti* [136]. Farnesol et germacrène-D ont été rapportés d'avoir activités pesticides. Eucalyptol est le constituant principal (15-57%) d'huile essentielle d'eucalyptus, qui présentaient des activités pesticides [137].

L'effet antinutritionnel du lantadène brute extrait à partir de *Lantana camara* a été testé sur les larves de *Plutella xylostella* et *Spodoptera litura* [138] et l'effet antinutritionnel et repulsif de *Lantana camara* a été rapporté aussi sur les larves de moustiques [139].

Les lantadènes présentent dans toutes les variétés de *L. camara*, est censé pour être le responsable de presque toutes les activités biologiques [126].

La différence entre les mortalités exercées par les extraits de feuilles de *Lantana camara* peut être due à la présence ou pas des composés monoterpéniques. Toutefois, CHENG *et al.* [140] ont constaté que le principal effet larvicide des extraits des plantes pourrait être à venir à partir des constituants mineurs.

Les monoterpènes possèdent de nombreuses activités comme pesticide, y compris des propriétés insecticides [141 ; 142], herbicide [143 ; 144], fongicide [145 ; 146], bactéricides [147 ; 148].

Les monoterpènes sont lipophiles, ils s'intègrent dans la membrane loin de la phase aqueuse, ceci cause la désorganisation de la membrane en augmentant ainsi sa fluidité et inhibant les enzymes qui sont intégrées [149].

Les alcools terpéniques sont généralement connus par leurs capacités de dénaturer les protéines, comme solvants ou comme agents de déshydratation [150].

L'activité biologique d'un extrait est liée à sa composition chimique, aux groupements fonctionnels de ses composés majoritaires (alcool, phénol, composés terpéniques et cétoniques), à leurs effet synergique et leurs proportions [151].

Il est cependant probable que les composés minoritaires agissent d'une manière synergique. De cette manière, la valeur d'un extrait ou d'une huile essentielle tient à l'intégralité de ses composants et non seulement à ses composés majoritaires [152 ; 153], cela explique probablement l'inefficacité de certains extraits ; à raison de l'absence de certaines molécules qui n'ont pas été extrait par la méthode d'extraction adoptée dans nos essais.

L'efficacité des doses diluées par rapport aux doses pures de certains extraits, peut être du probablement à la présence de certaines molécules que lorsque se sont diluées, elles deviennent plus actives.

## 5.2. Activité nématocide des extraits de feuilles de *Lantana camara* Linn.

Certains travaux sommaires à travers le monde ont consisté à tester *in vitro* les extraits aqueux, alcooliques et lipidiques des différents tissus d'espèces nématocides sur les larves et les œufs de divers nématodes, principalement les *Meloidogyne* spp. [154].

Les plantes sont une source importante de pesticides d'origine naturelle. De nombreux composés avec une activité nématocide y ont été trouvés, à titre d'exemple des alcaloïdes, des diterpènes, acides gras, glucosinolates, isothiocyanates, des phénols, polyacétylènes, des sesquiterpènes et thienyls [155 ; 156].

Dans notre étude, les extraits de feuilles de *L. camara* ont présenté *in vitro* une activité nématocide et nématostatique très importante varie en fonction de l'extrait végétal, de sa concentration et du temps d'immersion.

Des extraits des feuilles de *Lantana camara* ont été rapporté d'avoir activité antimicrobienne, fongicide, insecticide et nématocide [157 ; 158 ;64 ; 159].

Selon des études menées par EHWAE *et al.* [160] *in vivo*, des plants d'*Urtica dioica* inoculés par des larves et des masses d'œufs des espèces de *Meloidogyne*, n'ont montré aucune formation de galles sur les racines de l'ortie. En 2010, TAFIFET [98] a montré *in vitro* l'efficacité des extraits des feuilles de l'ortie sur des juvéniles de meloidogynes.

Des travaux effectués sur la composition phytochimique des feuilles et racines d'*Urtica dioica* ont mis en évidence la présence des saponosides, des flavonoïdes, des tanins, des composés réducteurs et les terpénoïdes avec des proportions importantes [161].

En effet, le screening phytochimique de deux plantes à pouvoir nématocides (*Acacia gummifera* et *Tagetes patula*) a révélé une teneur relativement importante en flavonoïdes [162]. Les travaux d'OKA *et al.* [163]; CHITWOOD [156], signalent que les alcaloïdes, les acides gras, les diterpènes, les glucosides, les polyphénols, les flavonoïdes, les isothiocyanates, les polyacétylènes et les sesquiterpènes sont des substances toxiques ont un effet nématocide.

Les résultats du pouvoir nématocide de nos extraits ont montré une activité très élevée de l'extrait éthanolique en particulier avec un pourcentage de mortalité de 100% après trois jours de traitement des larves. L'extrait éthanolique s'est révélé très efficace, son effet est supérieur à celui du produit chimique utilisé (Vydate), alors que l'extrait avec ébullition a montré une activité nématostatique et probablement nématocide puisque nous n'avons suivi la revitalisation des juvéniles que deux jours après le lavage.

Plusieurs auteurs ont révélé la présence des terpénoïdes, stéroïdes, et alcaloïdes comme constituants chimiques majeurs des extraits de *L. camara* [164 ; 165 ; 166 ; 167].

Des tests qualitatifs sur la composition chimique des extraits des feuilles et fleurs de *Lantana camara* ont détecté environ 7-8 métabolites secondaires communs tels que des alcaloïdes, composés phénoliques, des terpénoïdes et autres constituants mineurs comme phytostérols, saponines, tanins et stéroïdes [31].

L'activité nématocide et nématostatique de *L. camara* contre les nématodes à galles, *Meloidogyne* spp., a été évaluée *in vitro* et dans sol (*in vivo*) [168 ; 169].

D'après BEGUM *et al.* [170], le lantanoside et le linaroside et l'acide camarinique ont été isolés à partir des parties aériennes de *Lantana camara*. Ces composés ont été testés pour l'activité nématocide contre les nématodes à galles *Meloidogyne incognita* et a montré 90, 85, et la mortalité de 100%, respectivement, à une concentration de 1,0%.

Cependant dans cette étude, les juvéniles immobiles ont été considéré comme des nématodes morts mais sans examiner ceci.

Cette étude sur les extraits des feuilles de *L. camara* a démontré la paralysie des J2 des *Meloidogyne* spp. sous l'effet de ceux-ci, donc on conclut que l'extrait aqueux soit avec ébullition ou avec agitation n'a pas agi en tant que nématocide fort sur les juvéniles puisque ces derniers n'étaient pas tuées mais étaient seulement paralysées. En conséquence, l'activité biologique d'extrait aqueux de feuilles *L. camara* peut être considéré comme nématostatique.

Selon SANO *et al.* [171] et TANDO *et al.* [172], plusieurs plantes toxiques contiennent des substances nématocides telles que les alcaloïdes, terpènes, phénols, et acides aminés.

D'après ZHAO [173], les métabolites secondaires responsables de la paralysie des nématodes sont des alcaloïdes. *Lantana camara* contient aussi des alcaloïdes qui sont probablement la cause de l'activité nématostatique des extraits aqueux.

OKA *et al.* [174] a observé que le mélange de la poudre de feuilles de *Inula viscosa* avec le sol à une concentration de 0,1% (w/w) a fortement réduit le nombre de juvéniles de deuxième stade de la *Meloidogyne javanica* et les extraits de feuilles avec solvant organique ont été trouvés pour être plus toxique que les extraits aqueux.

Ces résultats sont conformes avec nos résultats, où nous avons trouvé que l'extrait éthanolique (solvant organique) a provoqué une mortalité de 100% des juvéniles, malgré que ces derniers ont été lavé avec de l'eau distillée. Avec l'extrait par ébullition, des revitalisations des juvéniles ont été enregistré après lavage.

## CONCLUSION

Le travail entrepris dans ce mémoire avait pour objectifs d'analyser les effets biocides des trois types d'extraits de *Lantana camara* Linn. , un arbuste persistant connu comme plante d'ornement dans les jardins et considérée comme agressive et comme l'un des 10 adventices les plus nuisibles dans le monde [39].

Les tests ont été réalisé *in vivo* sur des jeunes larves de la mineuse *Tuta absoluta* (Povolny, 1994) et *in vitro* sur des juvéniles (J2) de *Meloidogyne* spp.

Les résultats de la présente étude révèlent que les extraits de cette plante présentent des potentialités et pourraient être utilisées et exploitées avec succès pour la gestion des attaques des bioagresseurs des cultures qui peuvent causer des dégâts insupportables sur le plan financier et sur le plan rendement et qualité du produit. Les deux ravageurs sus-dénommés sont classés dans la liste A1 et A2 de l'Organisation Euro-méditerranéenne de Protection des Plantes (OEPP) [175, 176].

Les résultats ont montré que la dose pure de l'extrait éthanolique et de l'extrait avec ébullition est la plus efficace parmi leurs autres doses utilisées, contre la mineuse de la tomate (40% ; 57%, respectivement).

L'extrait avec agitation et ses dilutions n'ont montré qu'une très faible efficacité contre les larves de la mineuse de tomate *T. absoluta* qui n'a pas dépassé généralement 20% de mortalité.

Le produit chimique à base de Cyromazine a montré une efficacité très importante qui augmente d'un jour à l'autre, atteignant jusqu'à 78% de mortalité enregistré avec la troisième dose (1/4D) au bout du septième jour.

Concernant l'activité nématocide, les extraits utilisés se sont révélés actifs sur les juvéniles de *Meloidogyne* qui se traduit par une augmentation de la mortalité de celles-ci en fonction du temps de traitement, mais cette mortalité

est plus importante avec l'extrait éthanolique qui a pu provoquer jusqu'à 100% de mortalité dans le troisième jour avec la dose pure.

L'extrait avec ébullition a montré une activité nématostatique et probablement nématicide à raison de la revitalisation de certaines juvéniles après lavage avec de l'eau distillée.

L'extrait avec agitation a montré une activité nématostatique très faible à raison de la revitalisation de toutes les larves paralysées après lavage.

Le traitement chimique avec le Vydate a provoqué une activité nématicide importante allant jusqu'à 83% avec la troisième dose (1/4D).

Ces résultats semblent très prometteurs et nous ouvrent la voie sur la possibilité d'utiliser cette plante ou ses extraits en agriculture biologique dans le cadre d'une lutte intégrée.

Il serait aussi d'intérêt de rechercher et de caractériser les composants actives existantes dans chaque extrait étudié afin de déterminer ceux qui provoquent les activités biologiques obtenus que ce soit insecticide ou nématicide et même nématostatique, les formuler et les utiliser comme produits naturels indemne de tout effet nocif pour l'environnement et la santé humaine.

L'application de ces extraits dans le champ reste aussi un défi pour nous, en déterminant les concentrations optimales qui pourront être toxiques pour les bioagresseurs visés et non pour la plante hôte et les autres auxiliaires utiles [60].

## APPENDICE A

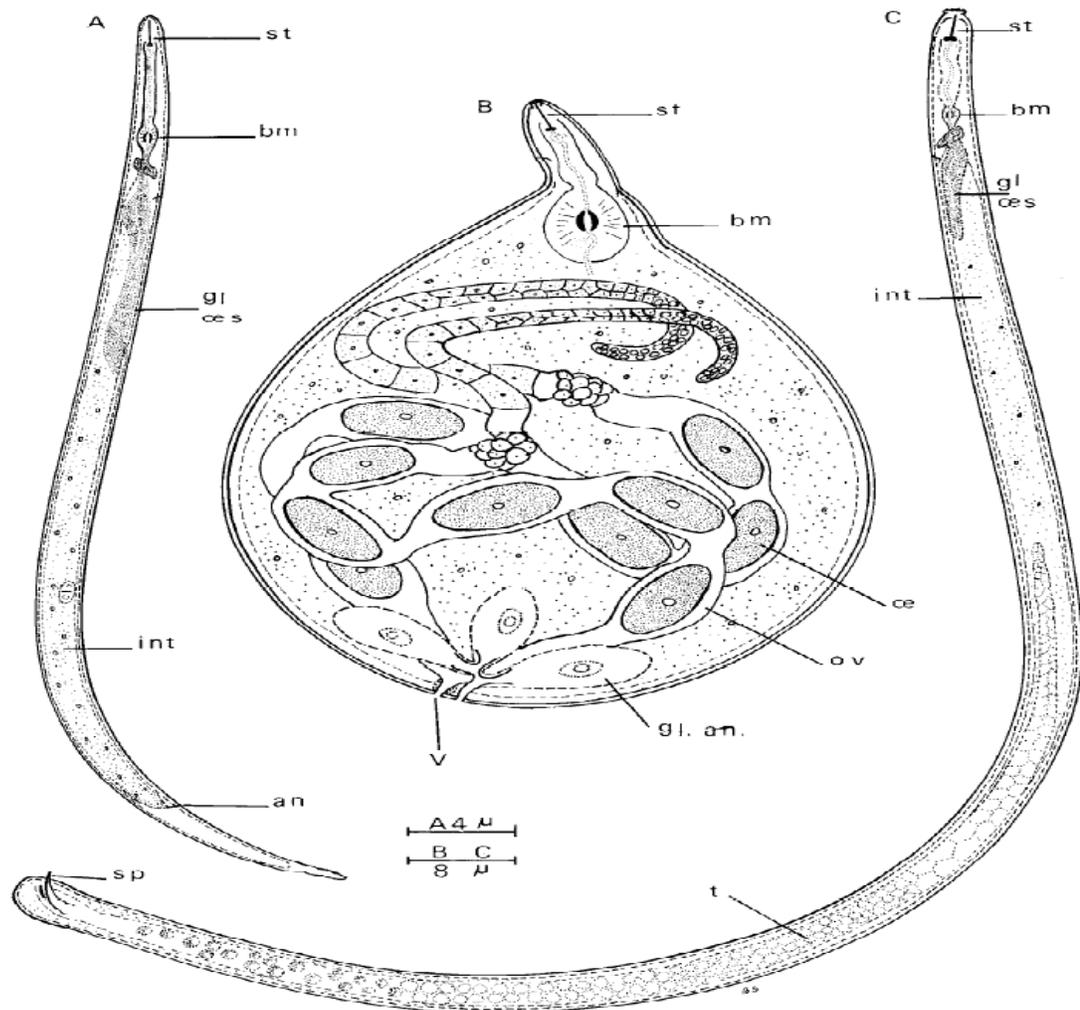
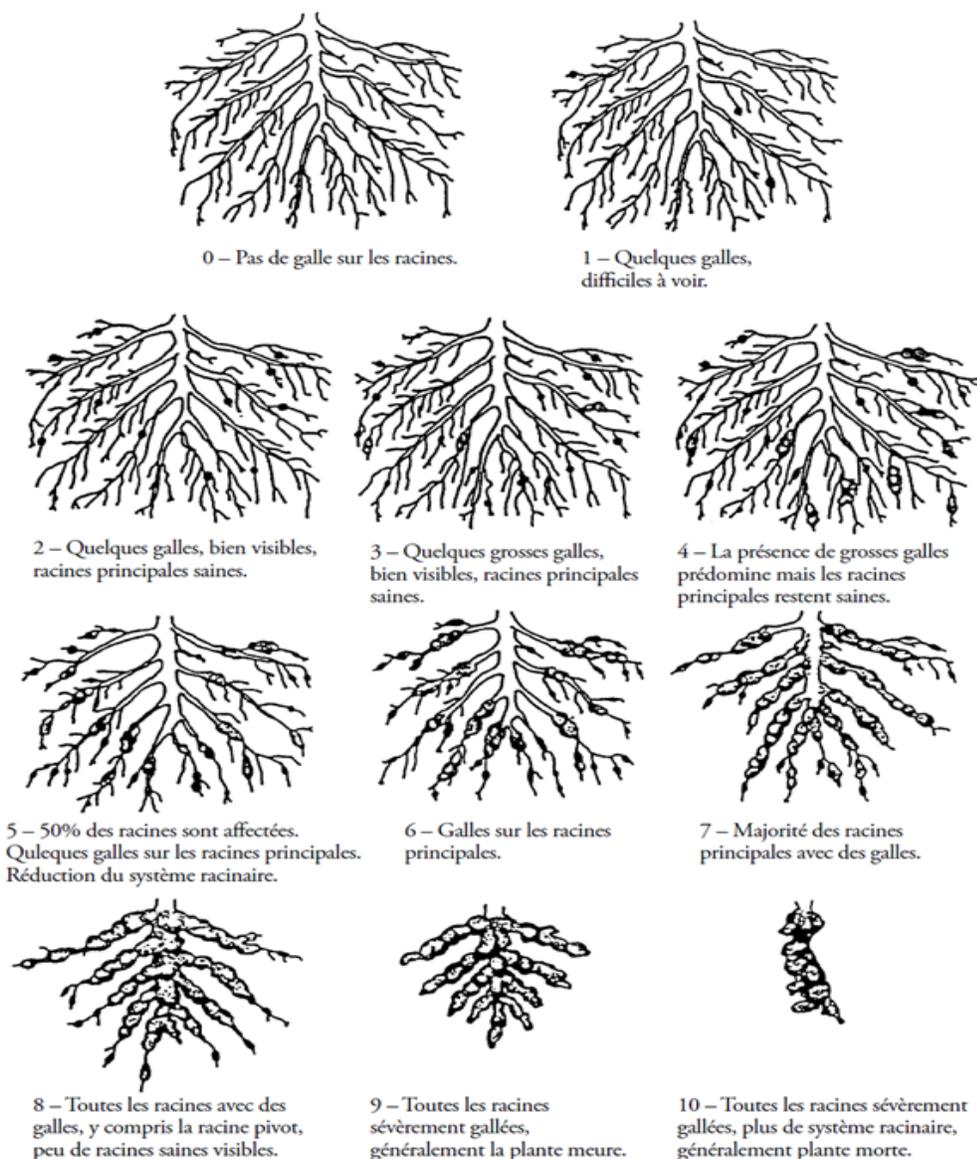


Figure A: Schéma de *Meloidogyne* sp. [88]

*Meloidogyne* sp. A : larve de deuxième stade (stade libre) ; B : femelle adulte ; C : mâle adulte ; an. : anus ; bm : bulbe médian de l'œsophage ; gl. an. : glandes anales ; gl. ces. : glande basale de l'œsophage ; int. : intestin ; œ. : œuf ; ov. : ovaire ; sp. : spicules copulateurs ; st. : stylet ; t. : testicules ; v. : vulve.

## APPENDICE B



**Figure B : Système de notation des indices de galles pour estimer les dégâts dus aux nématodes à galles du genre *Meloidogyne* [177]**

## APPENDICE C

Tableau C : Transformation de pourcentage en Probit [110]

%	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33
—	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
99	7.33	7.37	7.41	7.46	7.51	7.58	7.65	7.75	7.88	8.09

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. BRUST G., EGEL D.S. and MAYNARD E.T., 2003. Organic vegetable production. Purdue University Cooperative Extension Service, ID-316 : 1-19.
2. BOISCLAIR J. et ESTEVEZ B., 2006. Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : intervenir en harmonie face à la complexité. *Phytoprotection*, vol. 87, n° 2, Inst. Rech. Dével. Agroenvir., Saint-Hyacinthe (Québec), Canada : 83-90.[ <http://id.erudit.org/iderudit/013977ar>]
3. FAHRIG L. and MERRIAM G., 1985. Habitat patch connectivity and population survival. *Ecology* 66 : 1762-1768.
4. HEINEN K., WEGNER J. and MERRIAM G., 1998. Population effects of landscape model manipulation on two behaviourably different woodland small mammals. *Oikos* 81 : 168-186.
5. POLIS G.A., ANDERSON W.B. and HOLT R.D., 1997. Towards an integration of landscape and food web ecology: the dynamics of spatially subsidized food webs. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28 : 289-316.
6. BUREL F. 1992. Effects of landscape structure and dynamics on species diversity in hedgerow networks. *Landsc. Ecol.* 6 : 161-174
7. DELETTRE Y., TRÉHEN P. and GROOTAERT P., 1992. Space heterogeneity, space use and short-range dispersal in Diptera: a case study. *Landsc. Ecol.* 6 : 175-181
8. MACDONALD D.W. and SMITH H., 1991. New perspectives on agro-ecology: between theory and practice in the agricultural ecosystem. Pages 413-447. *in* L.G. Firbank, N. Carter, J.F. Dorbyshire et G.R. Polts (éds.), *The ecology of temperate cereal fields*. Blackwell Sci. Pub., Oxford, 469 p.
9. THIES C. and TSCHARNTKE T., 1999. Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 6 : 893- 895
10. DUVAL, J. 2003. MIB ; Manuel des intrants bio : un recueil des intrants commerciaux autorisés en production végétale biologique et disponibles au Québec. Club agroenvironnemental Bio-Action, 34p.
11. GIROUX S., CÔTÉ J.C., VINCENT C., MARTEL P. and CODERRE D., 1994- Bacteriological insecticide M-One effects on the mortality and the predation efficiency of adult spotted lady beetle *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Econ. Entomol.* 87: 39-43.
12. ROGER C., VINCENT C. and CODERRE D., 1995- Mortality and predation efficiency of *Coleomegilla maculata lengi* Timberlake (Coccinellidae)

following application of Neem extracts (*Azadirachta indica* A. Juss., Meliaceae). J. Appl. Entomol. 119 : 439-443.

13. VAN LENTEREN JC. 2000. A greenhouse without pesticides : fact or fantasy? Crop Prot. 19: 375-84.
14. CROSS J. and POLONENSKO D.R., 1996. An industry perspective on registration and commercialization of biocontrol agents in Canada. Can. J. Plant Pathol. 18: 455-62.
15. ROCHEFORT S., LALANCETTE R., LABBE R. et BRODEUR J., 2006. Recherche et développement de biopesticides et pesticides naturels à faible toxicité pour les organismes non ciblés et respectueux de l'environnement. Rapport final – Volet Entomologie présenté au Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP), Université Laval, 80p.
16. KAABECHE M., 2007. Biodiversité floristique et plantes médicinales en Algérie. Recueil des résumés du symposium international sur le médicament de phytothérapie et plantes médicinales. Université Mentouri de Constantine (Algérie), 25p.
17. GILLIOM R.J., BARBASH J. E., CRAWFORD C.G., HAMILTON P.A., MARTIN J.D., NAKAGAKI N., NOWELL J.C., SCOTT P.E., STACKELBERG G.P., THELIN et WOLOCK D.M., 2006. The Quality of Our Nation's Waters—Pesticides in the Nation's Streams and Ground Water, 1992–2001, U.S. Geological Survey Circular 1291, 172 p., [En ligne]. <http://pubs.usgs.gov/circ/2005/1291/pdf/circ1291.pdf>
18. TELLIER S., 2006. Les pesticides en milieu agricole : état de la situation environnementale et initiatives prometteuses. Direction des politiques en milieu terrestre, Service des pesticides, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 90 p.
19. HILAN C., SFEIR R., JAWISH D. et AITOUR S., 2006. Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des *Lamiaceae*. Lebanese Science Journal, Vol. 7, No. 2, IRAL, Laboratoire de Fanar, Fanar, Liban :13-22.
20. NIRAKAR R., 2007- Biopesticides: an Economic Approach for Pest Management. Orissa Review. Plant Protection, KVK, Rayagada, Gunupur.8p.
21. BELANGER A. et MUSABYIMANA T., 2005. Le Neem contre les insectes et les maladies. ASPROPNPP (ASsociation pour la PROMotion des Produits Naturels Peu Préoccupants), Journées Horticoles, Québec, 13p.
22. BRICE M., EMMANUEL R., NICOLAS U. et JOHAN Z., 2008. Le neem, un insecticide biologique efficace. Projet tutoré du S2, université de Paul Sabatier, France, 15p.

23. AHMED S. and DIN N., 2009. Leaf powders of basil (*Ocimum basilicum* L.), lantana (*Lantana camara* L.) and gardenia (*Gardenia jasminoides* Ellis) affect biology of *Callosobruchus chinensis* L. (*Coleoptera: Bruchidae*). Pak. Entomol. Vol. 31, No.1, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan: 5-9.
24. SASHIKALA DEVI G., KOTTAIMUTHU A., SATHEESHKUMAR D., REKHA S., INDHUMATHY and NANDHINI R., 2009. Studies on the antibacterial and antifungal activities of the ethanolic extracts of *Luffa cylindrica* (Linn) fruit. INT. J. DRUG DEV & RES., Annamalai University, 1(1):105-109.
25. AUGER J. et THIBOUT E., 2002- substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In Regnault-Roger C, Philogène B J.R , Vincent C .Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris : 77-96.
26. BENAYAD N., 2008- Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat, Maroc , 61p.
27. ALI N.I., SIDDIQUI A., ZAKI M.J. and SHAUKAT S.S., 2001. Nematicidal potential of *Lantana camara* against *Meloidogyne javanica* in Mungbean. Nematol. Medit., 29, Univ. karachi, Pakistan : 99-102.
28. ALI-EMMANUEL N., MOUDACHIROU M., AKAKPO A.J. et QUETIN-LECLERCQ J., 2002. Activités antibactériennes *in vitro* de *Cassia alata*, *Lantana camara* et *Mitracarpus scaber* sur *Dermatophilus congolensis* isolé au Bénin. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 55(3) : 183-187.
29. SQALLI H., EL OUARTI A., ENNABILI A., IBNSOUDA S., FARAH A., HAGGOU A., HOUARI A., IRAQUI M., 2007. Evaluation de l'effet antimycobactérien de plantes du Centre-Nord du Maroc. Bull. Soc. Pharm. Bordeaux. 30p.
30. KUMAR B., KAUR S., PURI S., TIWARI P. and DIVAKAR K., 2010. Comparative study of anthelmintic activity of aqueous and ethanolic extract of bark of *Holoptelea integrifolia*. Int. J. Drug Dev. & Res., 2(4), India :758-763.
31. GANJEWALA D., SAM S. and HAYAT KHAN K., 2009. Biochemical compositions and antibacterial activities of *Lantana camara* plants with yellow, lavender, red and white flowers. Eur Asia Journal of BioSciences 3, India : 69-77.
32. KIM N.S. and LEE D.S. 2002. Comparison of different extraction methods for the analysis of fragrances from *Lavandula* species by gas

- chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 982 : 31-47.
33. HALUK J.P., 2005. Les arbres à parfums. *Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences*, 44 (1-4), Nancy (France), 32p.
  34. SATHISH KUMAR M. and MANEEMEGALAI S., 2008. Evaluation of Larvicidal Effect of *Lantana camara* Linn Against Mosquito Species *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. IDOSI Publications, *Advances in Biological Research* 2 (3-4) India: 39-43.
  35. LAGUNEZ RIVERA L., 2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Th. Doc. Inst. Nat. Polytec., Toulouse (France)., 331p.
  36. EL KALAMOUNI C., 2010. Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Th. Doc. Université de Toulouse (France), 227p.
  37. PEYRON L. et RICHARD H., 1992 in Lagunez Rivera L., 2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Th. Doc. Inst. Nat. Polytec., Toulouse (France)., 331p.
  38. JOLY A.B., 1993. *Introdução à Taxonomia Vegetal*, 11<sup>a</sup> Ed. Companhia Editora Nacional, São Paulo, Brasil., 163p.
  39. GHISALBERTI E.L., 2000. *Lantana camara* L. (*Verbenaceae*). *Fitoterapia*, 71 : 467-486.
  40. DUA V.K., GUPTA N.C., PANDEY A.C. and SHARMA V.P., 1996. Isolation and repellent ingredients from *Lantana camara* (*Verbenaceae*) flowers and their repellency against *Aedes mosquitoes*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 12 : 406-408.
  41. MISRA L. and LAATSCH H., 1999. Triterpenoids, Essential oil and Photo-oxidative 28-->13- Lactonization of Hepatoprotective Oleanolic acid from *Lantana camara*. CIMAP communication no. 99/73J, India, 14p.
  42. OUDHIA P., 2001. Allelopathic research on chickpea seeds in Chhattisgarh (India) region: an overview. *Ecol. Environ. Conserv.*, 7 : 31-34.
  43. BANSAL G.L., 1998. Allelopathic effect of *Lantana camara* on rice and associated weeds under the midhill conditions of Himachal Pradesh, India in: Verdeguer M., Amparo Blazquez M. and Boira H., 2009. Phytotoxic effects of *Lantana camara*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Eriosephalus africanus* essential oils in weeds of Mediterranean summer crops. *Biochemical Systematics and Ecology* 37, Spain: 362-369.

44. OUDHIA P. and TRIPATHI R.S., 1999. Allelopathic effect of *Lantana camara* L. on rice. *Agr. Sci. Digest* 19 : 43–45.
45. OUDHIA P. and TRIPATHI R.S., 2000. Allelopathic effect of *Lantana camara* L. on wheat var. sujata. *Crop Res.* 19 : 357–360.
46. OUDHIA, P., 1999. Allelopathic effects of *Lantana camara* L. on germination of soybean. *Legume Res.* 22 : 273–274.
47. ANONYME, 2003. Weed Management Guide – *Lantana camara*. Weeds of national significance, Australia, 6p.
48. CAVALLI J-F, 2002. Caractérisation par CPG/IK, CPG/SM et RMN du carbone-13 d'huiles essentielles de Madagascar. Th. Doc. Chim. Orga. et analytique, Univ. de Corse Pascal Paoli, Corse (France), 261p.
49. SWARBRICK, J.T., WILLSON B.W. & HANNAN-JONES M.A., 1998. *Lantana camara* L. In: *The Biology of Australian Weeds* (eds. Panetta, F.D., R.H. Groves & R.C.H. Shepherd), R.G. & F.J. Richardson, Melbourne: 119–140.
50. DAY M.D., WILEY, C.J., PLAYFORD, J. and ZALUCKI, M.P., 2003. *Lantana* Management status and future prospects. Australian Centre for International Agricultural Research Canberra. ACIAR Monograph, 102p.
51. SHARMA OP, MAKAR HPS and DAWRA RK., 1988 in Maria Jancy Rani P., Kannan P.S.M. and Kumaravel S., 2011. GC-MS analysis of *Lantana camara* L. leaves. *International Journal of Pharma Research and Development – Online (IJPRD)*: 63-66. [www.ijprd.com](http://www.ijprd.com)
52. DUA V.K., PANDEY A.C. and DASH A.P., 2010. Adulticidal activity of essential oil of *Lantana camara* leaves against mosquitoes. *Indian J Med Res* 131 : 434-439.
53. DUA VK, PANDEY AC, SINGH R, SHARMA VP and SUBBARAO SK., 2003. Isolation of repellent ingredients from *Lantana camara* (*Verbenaceae*) flowers and their repellency against *Aedes mosquitoes*. *J Appl Entmol*; 127 : 509-511.
54. AMBIKA S.R., POORNIMA S., PALANIRAJ R., SATI S.C. and NARWAL S.S., 2003. Allelopathic plants. 10. *Lantana camara* L. *Allelopathy J.* 12: 147–161.
55. FINCH H., PEGG N.A., MCLAREN J., LOWDON A., BOLTON R., COOTE S.J., DYER U., MONTANA J.G., OWEN M.R., DOWLE M., BUCKLEY D., ROSS B.C., CAMPBELL C., DIX C., MOONEY C., MAN-TANG C. and PATEL C, 1998. 5,5-trans lactone-containing inhibitors of serine proteases

- : identification of a novel, acylating thrombin inhibitor, *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 8 : 2955-2960.
56. MAHATO S.B., SAHU N.P., ROY S.K. and SHARMA O.P., 1994. Potential Antitumor Agents from *Lantana camara* : Structures of Flavonoid and Phenylpropanoid Glycosides. *Tetrahedron*, 50 : 9439-9446.
  57. OGENDO J. O., DENG A. L., BELMAIN S.R., WALKER D.J. and MUSANDU A.A.O., 2004. Effect of Insecticidal Plant Materials, *Lantana camara* L. and *Tephrosia vogelii* Hook, on the Quality Parameters of Stored Maize Grains. *The Journal of Food Technology in Africa*, Vol. 9, No. 1, Kenya, : 29-36.
  58. MORYA K., PILLAI S. and PATEL P., 2010. Effect of powdered leaves of *Lantana camara*, *Clerodendrum inerme* and *Citrus limon* on the rice moth, *Corcyra cephalonica*. *Bulletin of Insectology* 63 (2), India : 183-189.
  59. ALI N.I., SIDDIQUI A., ZAKI M.J. and SHAUKAT S.S., 2001. Nematicidal potential of *Lantana camara* against *Meloidogyne javanica* in Mungbean. *Nematol. Medit.*, 29, Univ. karachi, Pakistan : 99-102.
  60. AHMAD F., RATHER M.A. and SIDDIQUI M.A., 2010. Nematicidal Activity of Leaf Extracts from *Lantana camara* L. against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood and its use to Manage Roots Infection of *Solanum melongena* L. *Braz. Arch. Biol. Technol.* Vol. 53(3): 543-548.
  61. SATHISH KUMAR M. and MANEEMEGALAI S., 2008. Evaluation of Larvicidal Effect of *Lantana Camara* Linn Against Mosquito Species *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Advan. Biol. Res.*, 2 (3-4), India : 39-43.
  62. ZOUBIRI S. and BAALIOUAMER A., 2011. Larvicidal activity of two Algerian *Verbenaceae* essential oils against *Culex pipiens*. *Vet. Parasitol.*, Algeria, 4p., doi:10.1016/j.vetpar.2011.04.033.
  63. SHARMA S., SINGH A. and SHARMA O.P., 1999. An improved procedure for isolation and purification of lantadene A, the bioactive pentacyclic triterpenoid from *Lantana camara* leaves. *J. Med. Aromatic Plant Sci.* : 686-688
  64. ANONYME, 1996. Activités pour réduire les risques liés aux pesticides dans les pays de l'OCDE et certains pays de la FAO. Direction de l'Environnement, Publications de l'Hygiène et de la Sécurité de l'Environnement, Série sur les Pesticides No. 4, 85 p.
  65. PHILOGENE B.J-R., FABRES G. et REGNAULT-ROGER C., 2005. Protection des cultures, environnement et développement durable : Enjeux pour le XXIe siècle. In Regnault-Roger C, Fabres G. Philogène B J.R

- .Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris : 1- 14.
66. REGNAULT-ROGER C. PHILOGENE B.J.R. et FABRES G., 2005- Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec and Doc, Paris, 1013p.
  67. BARRIENTOS Z.R., APABLAZA H.J., NORERO S.A. e ESTAY P.P., 1998. Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). Ciencia e Investigacion Agraria 25:133–137.
  68. URBANEJA A., VERCHER R., GARCIA MARI.F. e PORCUNA J.L., 2007. La polilla del tomate, *Tuta absoluta*. Phytoma Espana, n°194 : 16-23.
  69. OEPP, 2008. Premier signalement de *Tuta absoluta* (Lepidoptera; Gelechiidae) en Espagne. Bulletin N° 01 Paris, Liste A1 de OEPP in [archives.eppo.org/EPPOReporting/2008/Rsf-0801.pdf](http://archives.eppo.org/EPPOReporting/2008/Rsf-0801.pdf).)
  70. KILIÇ T., 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. Phytoparasitica. 38(3): 243-244.
  71. DESNEUX N., WAJNBERG E., WYCKHUYS K-A. G., BURGIO G., ARPAIA S., NARVAEZ-VASQUEZ C.A., GONZALEZ-CABRERA J., RUESCAS D.C., TABONE E., FRANDON J., PIZZOL J., PONCET C., CABELLO T. and URBANEJA A., 2010. Biological invasion of European tomato crops by *Tuta absoluta*: ecology, geographic expansion and prospects for biological control. J Pest Sci., 83:197–215.
  72. CLARKE JF., 1962. New species of microlepidoptera from Japan. Entomol News 73, 102p.
  73. COELHO MCF e FRANCA FH, 1987. Biologia e quemotaxia da larva e descricao da pupa e adulto da traça-do-tomateiro. Pesqui Agropecu Bras 22:129–135.
  74. RAVIDAT M-L. et ROUZES R., 2010. Information *Tuta absoluta*. Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt d'Aquitaine, Livrade (France), 4p.
  75. ARNO J. et GABARRA R., 2011. Lutte contre *Tuta absoluta*, un nouveau ravageur qui envahit l'Europe. ENDURE Formation en Protection Intégrée - No.5, Cabrils, Espagne, 8p.
  76. VERCHER R, CALABUIG A. e FELIPE C., 2010. Ecologia, muestreos y umbrales de *Tuta absoluta* (Meyrick). Phytoma Espana 217: 23–26.
  77. PATRICIA ESTAY P., 2000. Polilla del Tomate *Tuta absoluta* (Meyrick). La platina Informativo, 9, 4p.
  78. OEPP, 2005. *Tuta absoluta*. Bulletin OEPP/EPPO, N° 35, 434–435.

79. MONSERRAT A., 2009. La polilla del tomate *Tuta absoluta* en la Region de Murcia: bases para su control. Serie Técnica y de Estudios , 34p.
80. VANDOORNE J-M., 2010. Bio.Bulletin. Biobest France, 8 p.
81. LUC M., MAGGENTI A. & FORTUNER R., 1988. A reappraisal of *Tylenchina (Nemata)*. The family *Heteroderidae* Filip' ev & Schuurmans Stekhoven, 1941. Rev. Nematol., 11(2) : 159-176.
82. NETSCHER C., 1970. Les nématodes parasites des cultures maraîchères au Sénégal. Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 11 : 209-229.
83. PROT J.C., 1984. Les nématodes phytoparasites des cultures maraîchères. Dakar USAID (Eds.), 28p.
84. HAMMACHE M., 2010. Influence de quelques types de sols algériens sur le développement des nématodes a galles ; *Meloïdogyne incognita*, *M. javanica* et *M. arenaria (Tylenchida, Meloïdogynidae)*. Lebanese Science Journal, 11(2) : 47-61.
85. JACOB J.J., et MIDDEPIAATS W.C.T., 1988- Fascicule de détermination des principaux nématodes phytoparasites au stéréoscope. Cours de nématologie. TSPV2. DFPV/AGRHYMET/CILSS (Niamey).
86. MATEILLE T., 1996- Initiation à la nématologie : application aux cultures maraichères. Département de formation en protection des végétaux, Niamey BP 12625 – Niger, 52p.
87. BERTRAND C., 2001. Lutter contre les nématodes à galles en agriculture biologique. GRAB (Groupe de recherche en agriculture biologique) AVIGNON, ITAB (Institut technique de l'Agriculture Biologique), Paris, 4p.
88. DE GUIRAN G. et NETSCHER C., 1970. Les nématodes du genre *Meloïdogyne* , parasites des cultures tropicales., Cah. ORSTOM, sér. Biol., n°11 : 152 – 181.
89. DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE H. et ARRUFAT A., 2009. Gestion des nématodes à galles : lutte conventionnelle et luttés alternatives ; l'atout des plantes pièges. PHYTOMA, INRA UMR Interactions Biotiques et Santé Végétale (IBSV) INRA, (Sophia Antipolis), GRAB Groupe de Recherche en Agriculture Biologique, (Avignon), CIVAMBIO66, 19 Avenue de Grande Bretagne,(Perpignan), 18p.
90. NOIR S., 2002- Diversité des gènes de résistance au sein du génome des caféiers (*Coffea* L.) Analyse génétique de la résistance au nématode à galles, *Meloïdogyne exigua* chez *C. arabica*. Université Montpellier II.
91. DIRK D-W et ROMULO G.D., 1998. Nématodes à galle des bananiers et plantains. Parasites et ravageurs des Musa : fiche technique n°3. Réseau international pour l'amélioration de la banane et de la banane plantain, Parc Scientifique Agropolis II, 34397 Montpellier Cedex 5, France.4p.

92. PROT J.C., 1975- Recherche concernant le déplacement des juvéniles de *Meloïdogyne spp.* vers les racines. Cahier ORSTOM, Série biologique, 10, 351 p.
93. DE GUIRAN G., 1983. Nématodes, les ennemis invisibles. La Littorale S.A. (Ed.), France, 41p.
94. NIEBEL A., GHEYSEN G. and VAN MONTAGU M., 1994. Plant-cyst nematode and plant-root-knot nematode interactions. Parasitol. Today, 10 : 424-430.
95. OYEKANMI E. In COYNE D.L., NICOL J.M. et CLAUDIUS-COLE B., 2010. Les nématodes des plantes: Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire. Secrétariat SP-IPM, Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA), Cotonou, Benin, 82p.
96. MATEILLE T., SCHWEY D. et AMAZOUZ S., 2005. La Défense des Végétaux .Phytoma N°584. végétaux du soleil : 40-43.
97. BIMLESH K., SARABJOT K., SHAKTI P., PRASHANT T. and KALYANI D., 2010. Comparative study of anthelmintic activity of aqueous and ethanolic extract of bark of *holoptelea integrifolia*. Int. J. Drug dev. & res., The Netherlands 2(4):758-763. Available online <http://www.ijddr.in>.
98. TAFIFET L., 2010. Effet bactéricide, fongicide et nématicide *in vitro* de quatre espèces végétales spontanées. Th. Mag. Agro. USDB, Blida (Algérie), 159 p.
99. DJELLOUT H., 2009- Evaluation du pouvoir antibactérien de quatre plantes spontanées. Th. Ing. Agro. Univ. Blida (Algérie), 60 p.
100. AOUINTY B., OUFARA S., MELLOUKI F. et MAHARI S., 2006. Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des extraits aqueux des feuilles du ricin (*Ricinus communis* L.) et du bois de thuya (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.) sur les larves de quatre moustiques culicidés : *Culex pipiens* (Linné), *Aedes caspius* (Pallas), *Culiseta longiareolata* (Aitken) et *Anopheles maculipennis* (Meigen). Biotechnol. Agron. Soc. Environ. ,10 (2): 67 – 71.
101. NAYAK BS, RAJU SS. and RAMSUBHAG A., 2008. Investigation of wound healing activity of *Lantana camara L.* in Sprague dawley rats using a burn wound model. International Journal of Applied Research in Natural Products, Vol. 1(1): 15-19. Available online <http://www.healthy-synergies.com>
102. STAGLIANO M., 1992. Procédés d'extraction des produits naturels par solvants volatiles (Actifs & additifs en cosmétologie). Tec & Doc.- Lavoisier, chap. 19, Paris : 408-422.

103. JANG, Y.S., KIM M.K., AHN Y.J. and LEE H.S., 2002. Larvicidal activity of Brazilian plants against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens pallens* (Diptera: Culicidae). Agric. Chem. Biotechnol., 45(3): 131-134.
104. ABBOTT WS., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Econ Entomol ; 18 : 265-266.
105. AMER-ZAREEN M, JAVED Z. and JAVED N. 2003- Nematicidal activity of ginger and its effect on the efficacy of *Pasteuria penetrans* for the control of Root knot nematodes on tomato. Asian Journal of plant Sci 2(11): 858-860.
106. AGBENIN N.O., EMECHEBE MARLEY A.M,P.S. and AKPA A. D., 2005- Evaluation of nematicidal action of some botanicals on *meloidogyne incognita* in vivo and in vitro. Journ of Agri and Rural Development in the Tropics and Subtropics, Volume 106, No.1: 29–39.
107. JOURAND P., RAPIOR S., FARGETTE M. and MATEILLE T., 2004 - Nematostatic activity of aqueous extracts of West African *Crotalaria* species. Nemat., 6(5): 765-771.
108. COX CL J., LAMBERT B. MCCARTY, TOLER JOE E., Stephen A. Lewis and Bruce Martin S., 2006- Suppressing Sting Nematodes with *Brassica* sp., *Poinsettia*, and Spotted Spurge Extracts, 20p.
109. SUSAN A. HASABO and NOWEER E.M.A., 2005. Management of Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* on Eggplant with some Plant Extracts. Egypt. J. Phytopathol., Vol. 33, No.2 : 65-72
110. FINNEY , D.F., 1971. Probit Analysis, 3rd ed. Cambridge University Press, 333 p.
111. S.P.S.S. Inc., 2009- SYSTAT 13 for Windows, statistics and graphics.
112. HAMMER Ø., HARPER D.A.T. and RYAN P.D., 2001- PAST : Palaeontological Statistic software package for education and data analysis. <http://folk.uio.no/ohammer/past>, Palaeontologica Electronica 4(1): 9 p.
113. PHILIPPEAU G., 1986- Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. I.T.C.F., Paris, 63 p.
114. AUGER J. et THIBOUT E, 2002- substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. In Regnault-Roger, C, Philogène , B J.R , Vincent C .Biopesticides d'origine végétale . Tec & Doc, Paris : 77-96.
115. HADDOUCHI F. et BENMANSOUR A., 2008- huiles essentielles, utilisations et activités biologiques. Application à deux plates

aromatiques.article de synthèse, Université de Tlemcen.les techniques de laboratoire N°8, 8p.

116. YAKHLEF G., 2010. Etude de l'activité biologiques de feuilles de *Thymus vulgaris* et *Laurus nobilis*. Thes mag. Univ Batna. 110p.
117. SHARMA O.P, MAKKAR H.P.S, DAWARA R.K., 1988. A review of the noxious plant of *Lantana camara*. *Toxicon*; 26 : 975-87.
118. SAXENA R.C., DIXIT O.P. and HARSTTAN V., 1992. Insecticidal action of *Lantana camara* against *Callosobruchus chinensis* (Coleoptera: Bruchidae). *J. stored Prod. Res.*, 28: 279-281.
119. SINGH H.N.P., PRASAD M.M. and SURHA K.K., 1993. Efficacy of leaf extract of some medicinal plants against disease development in bananas. *Lett. appl. Microbiol.*, 17: 269-271.
120. VERMA D.K., SINGH S.K. and TRIPATHI V., 1997. A rare antibacterial flavone glucoside from *Lantana camara*. *Indian Drugs*, 34: 332-335
121. SUKUL S. and CHAUDHURI S., 1999. Study of phenol compounds from the leaves of *Lantana camara*. *J. Phytol. Res.*, 12: 119-121.
122. VERMA D.K., SINGH S.K., NATH G. and TRIPATI V., 1997. Antimicrobial active triterpenoids from *L. camara*. *Indian Drugs*, 34: 390-392.
123. GOPIESHKHANNA V. and KANNABIRAN K., 2007. Larvicidal effect of *Hemidesmus indicus*, *Gymnema sylvestre*, and *Eclipta prostrata* against *Culex quinquefasciatus* mosquito larva. *African J. Biotech.*, 6(3): 307-311.
124. PELAH, D., ABRAMOVICH Z., MARKUS A. and WIESMAN Z., 2002. The use of commercial saponine from *Quillaja saponaria* bark as a natural larvicidal agent against *Aedes aegypti* and *Culex pipiens*. *J. Nigerian Ethnopharmacol.*, 81(3): 407-409.
125. MAHMOUD S., ALAA K., XIAOYANG L. and JAMES S., 1999. Antibacterial triterpenoids isolated from *Lantana camara*. *Pharmaceut. Biol.*, 37(1): 63-66.
126. BARRE J.T., BOWDEN B.F., COLL J.C., DE JESUS J., DE LA FUENTE V.E., JANAIRO G.C. and RAGASA C.Y., 1997. A bioactive triterpene from *Lantana camara*. *Phytochem*, 4: 321-324.
127. AL-RAJHY D.H., ALAHMED A.M., HUSSEIN H.I. and KHEIR S.M., 2003. Acaricidal effects of cardiac glycosides, azadirachtin and neem oil against the camel tick, *Hyalomma dromedaril* (Acari: Ixodidae) *Pest Management Sci.*, 59(11): 1250-1254.

128. PATEL J., KUMAR G.S, QURESHI M.S and JENA P.K., 2010. Anthelmintic activity of ethanolic extract of whole plant of *Eupatorium odoratum*. International Journal of Phytomedicine; 2: 127-132.
129. ALITONOU G., AVLESSI F., BOKOSSA I., AHOUSSE E., DANGOU J., SOHOUNHLOUÉ D.C.K., 2004. Composition chimique et activités biologiques de l'huile essentielle de *Lantana camara* Linn. C. R. Chimie 7, université d'Abomey-Calavi, Bénin : 1101–1105.
130. BOUCHIKHI TANI Z., BENDAHOU M. et KHELIL M.A., 2010. Lutte contre la bruche *Acanthoscelides obtectus* et la mite *Tineola bisselliella* par les huiles essentielles extraites de deux plantes aromatiques d'Algérie. Lebanese Science Journal, Vol. 11, No. 1, Algérie : 55-68.
131. OJIMELUKWE P.C. and ADLER C. 1999. Potential of zimtadehyde, 4-allyl-anisol, linalool, terpineol and other phytochemicals for the control of confused flour beetle (*Tribolium confusum* J. D. V.) (Col: Tenebrionidae). J. Pest. Sci., 72: 81-86.
132. PRATES H.T., SANTOS J.P., WAQUIL J.M., FABRIS J.D., OLIVEIRA A.B. and FOSTER J., 1998. Insecticidal activity of monoterpenes against *Rhyzopertha dominica* (F) and *Tribolium castaneum* (H). J. Stored Prod. Res., 34: 243-249.
133. SUNDUFU A.J and SHOUSHAN H., 2004. Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L occurring in South China. Flavour Fragr J; 19 : 229-32.
134. ADDEL-HADY N.M, ADDEL HALIM A.S, A-GHADBAN A.A., 2005. Chemical composition and insecticidal activity of volatile oils of leaves and flowers of *Lantana camara* L cultivated in Egypt. J Egypt Soc Parasitol; 35 : 687-98
135. MANSOUR S.A., MESSEHA S.S and EL GENGAHI S.E., 2000. Boatanical biocides. 4. Mosquitocidal activity of certain *Thymus capitatus* constituents. J Nat Toxins; 9 : 49-62.
136. CAVALCANTI E.S.B., DE MORAIS S.M., LIMA M.A.A, SANTANA E.W.P., 2004. Larvicidal activity of essential oils from Barazilian plants against *Aedes aegypti* L. Mem Inst Oswaldo Rio de Janeiro; 99 : 551-554.
137. ADHIKARI SR, SHAKYA R, SHRESTHA HD, SHAKYA DM, SHRIVASTAVA D., 1992. Variation of essential oil and eucalyptol content of randomly selected *Eucalyptus camaldulensis* trees. Banko Janakari; 3 : 3-7.
138. DONG Y., ZHANG M. and LING B., 2005. Antifeeding effects of crude lantadene from *Lantana camara* on *Plutella xylostella* and *Spodeoptera*

- litura* larvae (Article in Chinese). Ying Yong Sheng Tai Xue Bao., 16(12): 2361-2364.
139. DEKA M.K., SINGH K. and HANDIQUE R., 1998. Antifeedant and Repellent effects of Pongam (*Pongamia pinnata*) and wild sage (*Lantana camara*) on tea mosquito bug (*Helopeltis Theivora*). Indian J. Agricultural Sci., 68(5): 274-276.
140. CHENG S.-S., CHUA M.-T., CHANG E.-H., HUANG C.-G., CHEN W.-J., CHANG S.-T., 2009. Variation in insecticidal activity and chemical compositions of leaf essential oils from *Cryptomeria japonica* at different ages. Bio resour. Technol. 100 : 465–470.
141. ISMAN M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protect. 19: 603–608.
142. GRODNITZKY J.A. and COATS J.R., 2002. QSAR evaluation of monoterpenoids insecticidal activity. J. Agric. Food Chem. 50 : 4576–4580
143. DUKE S.O., ROMAGNI J.G., and DAYAN F.E., 2000. Natural products as sources for new mechanisms of herbicidal action. Crop Protect. 19: 583–589.
144. SINGH H.P., BATISH D.R. and KOHLI R.K., 2002. Allelopathic effect of two volatile monoterpenes against bill goat weed (*Ageratum conyzoides* L.). Crop Protect 21 : 347–350.
145. WURYATMO E., KLIEBER A. and SCOTT E.S., 2003. Inhibition of citrus postharvest pathogens by vapor of citral and related compounds in culture. J. Agric. Food Chem. 51 : 2637–2640
146. CÄRDENAS-ORTEGA N.C., ZAVALA-SÄNCHEZ M.A., AGUIRRE-RIVERA J.R., PEÄREZ-GONZÄLEZ C. and PEÄREZ-GUTIENÄRREZ S., 2005. Chemical composition and antifungal activity of essential oil of *Chrysactinia mexicana* Gray. J. Agric. Food Chem. 53 : 4347–4349
147. CRISTANI M., D'ARRIGO M., MANDALARI G., CASTELLI F., SARPIETRO M.G., MICIELI D., VENUTI V., BISIGNANO G., SAIJA A. and TROMBETTA D., 2007. Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with model membranes: Implications for their antibacterial activity. J. Agric. Food Chem. 55 : 6300–6308
148. CANTORE P.L., SHANMUGAIAH V. and IACOBELLIS N.S., 2009. Antibacterial activity of essential oil components and their potential use in seed disinfection. J. Agric. Food Chem. 57 : 9454–9461

149. COX S.D. et MANN C.M., 2000. The mode of antimicrobial action of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil). *Journal of applied microbiology* 88-1: 170-175.
150. DORMAN H.J.D. et DEANS S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of applied microbiology* 88-2: 308-316.
151. BURT S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International journal of food microbiology* 94: 223-253.
152. LAHLOU M., 2004. Methods to study phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytotherapy research* 18: 435-448.
153. BEN SASSI H., SKHIRI F.H., CHRAIEF I., BOURGOUGON N., HAMMAMI M. and AOUNI M., 2008. Chemical composition and antimicrobial activities of the essential oil of (Tunisian) *Chrysanthemum trifurcatum* (Desf.) Batt. and Trab. flowerheads. *C.R.Chimie* 11 : 324-330.
154. ISMAN MB., 2002- Problèmes et perspectives de commercialisation des insecticides d'origine botanique. *In*. Regnault-Roger, C, Philogene , B J.R , Vincent C 2002. *Biopesticides d'origine végétale* . Tec & Doc, Paris : 301-312.
155. GOMMERS FJ, 1981. Biochemical interactions between nematodes and plants and the irrelevance to control: a review. *Helminthological Abstracts (B)* 50 : 9–24
156. CHITWOOD DJ, 2002- Phytochemical based strategies for nematode control. *Annual Review of Phytopathology* 40 : 221–249
157. SAKSENA N and Tripathi HH., 1985 . Plant volatiles in relation to fungistasis. *Fitoterapia*.56: 243-244.
158. BEGUN S, MOHAMMAD BS and SIDDIQUI SS., 1995. Triterpenoids from the aerial parts of *Lantana camara*. *J. Nat. Prod.* 58: 1570-1574.
159. DEENA MJ and THOPPIL JE., 2000. Antimicrobial activity of the essential oil of *Lantana camara*. *Fitoterapia*. 71(4): 453-455.
160. EHWAE A. KELE , A. IMALI E. OGUN and KAYA A., 1999- Antimicrobial activity of *Urtica dioica* L. and *Rheum ribes* L. *Bio-Science Research Bulletin*, 18: 43-50.

161. BELARBI M, BEGHADAD CH, SOUR S, SOUALEM, Z, BOUALI S et BOUSSEDI S , 2008- étude de l'activité antioxydante des polyphenols d'*Urtica dioica*. 66p.
162. ELALLAGUI N., 2005. Effet des extraits vegetaux sur les nematodes à galles de la tomate. Memoire de DESA, Univ Ibn Zohr, faculté des sci Agadir. 35p.
163. OKA Y, NACAR S, PUTIEVSKY E, RAVID U, YANIV Z and SPIEGEL Y, 2000. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. *Phytopathology* 90 : 710–715.
164. SALEH M., 1974. Gas chromatographic analysis of the essential oil of *Lantana camara* L. varieties. *Planta Medica* 25 : 373-375.
165. HART NK, LAMBERTON JA, SIOUMIS AA. and SUARES H., 1976. New triterpenoids of *Lantana camara*. A comparative study of the constituents of several taxa. *Australian Journal of Chemistry* 29 : 655-671.
166. SHARMA OP. and SHARMA PD., 1989. Natural products of the Lantana plant- the present and prospects. *Journal of Scientific and Industrial Research* 48 : 471-474.
167. SIDDIQUI BS, RAZA SM, BEGUM S. and SIDDIQUI S., 1995. Pentacyclic triterpenoids from *Lantana camara*. *Phytochemistry* 38 : 681-685.
168. AHMAD F., RATHER M.A. and SIDDIQUI M.A., 2010. Influence of organic additives on the incidence of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica* in roots of tomato plants. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 43: 168-173.
169. QAMAR F., BEGUM S., RAZA S.M., WAHAB A. and SIDDIQUI B.S., 2005. Nematicidal natural products from the aerial parts of *Lantana camara* L. *Natural Product Research*, 19: 609-613.
170. BEGUM S., WAHAB A., SIDDIQUI B.S., and QAMAR F., 2000. Nematicidal Constituents of the Aerial Parts of *Lantana camara*. *J. Nat. Prod.*, 63(6), Pakistan : 765–767.
171. SANO Z., NAKASONO T. and ARAKI M., 1983. Penetration and development of *Meloidogyne incognita* in some enemy and host plants. *Kyushu Plant Protection Research*, 29: 132-136.
172. TANDO A.S., ATWAL A.S. and BAJAJ Y.P.S., 1989. In vitro inhibition of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* by sesame root exudates and its amino acids. *Nematologica*, 35 : 115-124.

173. ZHAO B.G., 1999. Nematicidal activity of quinolizidine alkaloids and the functional group pairs in their molecular structure. *Journal of Chemical Ecology* 25 : 2205-2215.
174. OKA Y., DANIEL B.H.B. and COHEN Y., 2001. Nematicidal activity of powder and extracts of *Inula viscosa*. *Nematology*, 3 : 735–742.
175. OEPP/EPPO, 2008- EPPO Standards. EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests, European and Mediterranean Plant Protection Organization PM 1/2(17) English.
176. OEPP/EPPO, 2009- EPPO Standards. EPPO A1 and A2 lists of pests recommended for regulation as quarantine pests, European and Mediterranean Plant Protection Organization PM 1/2(18) English.
177. BRIDGE J. and PAGE S.L.J., 1980. Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26: 296–298.