

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie et des
Sciences de la Terre



كلية علوم الطبيعة والحياة
وعلوم الأرض

Département des Sciences
Agronomiques

Université de Ghardaia

قسم العلوم الفلاحية

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en Sciences Agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux
THÈME

Contribution à l'étude des nématodes phytopathogènes sur la
tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et un essai de lutte
biologique par l'utilisation des broyats des plantes.

Présenté par

BACHI Hadjer

Members du jury

Grade

BOUMADDE Abdelbasset

MAA

Président

SBIHI Abdelhafid

MAA

Examineur

MELOUK Salima

MAA

Encadreur

KHENE Bachir

MCB

Invité d'honneur

MOUFFOUK Ahlem

MAB

Invitée d'honneur

Mai, 2017

Remerciements

Tout d'abord, je remercie Dieu de m'avoir donnée la force nécessaire, et le courage pour réaliser ce travail.

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance et mon respect sans limite pour mon encadreur Madame MELLOUK Salima pour son soutien, ses encouragements, ses conseils et surtout son humilité.

J'adresse toute ma gratitude et mon profond respect au Monsieur BOUMADA Abdel basset, qui me fait l'honneur de présider le jury.

Je remercie vivement Monsieur SBIHI Abdelhafid pour avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie mes enseignants : Dr. KHENE B. doyen de faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre, Mr ALIOUA chef de département des sciences agronomiques,

Et je remercie tous mes enseignants et mes professeurs qui ont assuré ma formation sans oublier les personnels du département d'agronomie de Ghardaïa. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

Mes remerciements au chef du laboratoire de département à la faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomique KRAIMAT d'avoir accepté de réaliser une partie de mon travail dans la serre expérimentale. et pour ton aide statistique.

Un merci tout particulier s'adresse à l'agriculteur qui nous a permis l'accès à son exploitation Mr. AKIF Slimen.

Je tiens à remercier aussi toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Enfin merci à ma famille et plus particulièrement à mes parents pour m'avoir toujours soutenus.

A tous ceux que j'ai cité ou je n'ai pas pu citer, toutes mes excuses, que dieux vous bénisses et vous récompense. Amen

Bachí hadjer

Dédicaces

Mes très chers parents

Source d'amour et compréhension inépuisable. Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma vive gratitude, mon intime attachement et ma profonde affection, que Dieu vous accorde longue vie

A la mémoire de mes chers regrettés grands parents, paix à leur âme

A mes chère frères : Noureddine , Moustafa, Mohamed et Bilal

A mes sœurs : Souad , Meriem et Djouhiana

A la fille de ma sœur :Djawida

A mes très chers oncles et tantes

A toute ma grande famille BACHÏ et MOHAMMEDI

A tous mes enseignants.

A tous mes amis (es).

A toute la 5ème promotion master agronomie, 2017 surtout; Souad, Fatma ou lad laïd ,Rabiha, Fatima dahou , Sacia , Fatima ,Khalil ,Azzedine ,brahime .

Bachï hadjer

Liste de figure

Figure	Titre	Page
01.	Carte de l'hypothétique extension de la tomate dans le monde (Blancard, 2009).	03
02	Système racinaire de la tomate (Chaux et Foury, 1994)	04
03	Evolution de la production de la tomate à Ghardaïa entre 2006 au 2016(DSA Ghardaïa, 2017)	06
04	Nécroses apicales sur tomate (Blancard ,2009)	07
05	Les fentes de croissance de tomate (Blancard ,2009)	07
06	Le coup de soleil de tomate(Blancard ,2009)	07
07	Eclatement des fruits de la tomate((Anonyme, 2011).	08
08	Brûlures alternariennes sur Fruits de tomates (Blancard, 2009)	08
09	Alternariose sur feuille de tomate (Blancard , 2009)	08
10	Mildiou sur feuilles (Blancard , 2009)	09
11	Mildiou sur fruits (Blancard , 2009)	09
12	Fusariose des racines et du collet (Blancard, 2001)	09
13	Anthraxose sur fruits (Blancard, 1987)	10
14	Chancre bactérien sur fruit de tomate (Leboeuf, 2005).	11
15	Maladies bactériennes de la tomate ; A: Défoliation et tache bactérienne sur les fruits d'un plant de tomate ; B : Lésions de la tache bactérienne sur une feuille de tomate (Leboeuf, 2005).	12
16	Symptômes ToMV ,A :sur les feuilles, B :sur les fruites (Blancard et Marchoux ,1987)	13
17	Symptômes du TSWV sur feuille de tomate (Blancard et Marchoux ,2013)	13
18	Symptômes du TYLCV (Blancard et Marchoux ,2013)	14
19	Trous sur fruites de tomate (Blancard ,2009)	15
20	Pucerons vert sur feuille de tomate (Blancard ,2009)	15
21	Formation de fumagine sur fruit de tomate (Blancard ,2009)	15
22	Adulte <i>Tetranychus urticae</i> (Anonyme, 2011)	16
23	Morphologie et caractéristiques de mâle et femelle typique des nématodes phytoparasites (George, 2005).	22
24	Cycle de vie typique d'un nématode phytoparasite (Modifié ,2017)	23
25	Cycle développement des nématodes à galles(Caroline ,2009)	25
26	Cycle biologique des nématodes à kyste du genre Globodera (Blanchard , 2006)	26
27	Vue satellite de la station d'étude (Elbatma) (Google Erth;2017).	29
28	<i>Peganum harmala</i> L. (Kamassi ,2009)	31
29	<i>Ocimum basilicum</i> (Raimo et Yvonne, 2005)	32
30	Fleurs de girofle (Carole, 2013).	33
31	Croquis d'échantillonnage de nématodes	35
32	Pourcentage des nématodes identifiés	49
33	Pourcentage les genres du nématodes identifiée	50
34	Action de différentes doses de poudre de tomate sur nématodes	56
35	Action de différentes doses de poudre de <i>P. harmala</i> sur nématodes	57
36	Action de différentes doses de poudre Basilic <i>Ocimum basilicum</i> sur nématodes	58
37	Action de différentes doses de poudre Rose d'Inde sur nématodes	59

38	Action de différentes doses de poudre de Girofle sur nématodes	61
39	Action de différentes doses de poudre de tomate sur nématodes en pots plantée par tomate	62
40	Action de différentes doses de poudre de <i>P.harmala</i> sur nématodes en pots plantée par tomate	62
41	Action de différentes doses de poudre de basilic sur nématodes en pots plantée par tomate	62
42	Action de différentes doses de poudre de rose d'Inde sur nématodes en pots plantée par tomate	62
43	Action de différentes doses de poudre de girofle sur nématodes en pots plantée par tomate	62

Liste des photos

Photo	Titre	Page
01	Tige de tomate (Originale, 2017).	04
02	Feuille de tomate (Originale, 2017).	05
03	Fleur de tomate (Originale, 2017).	05
04	Fruit de tomate (Originale, 2017)	05
05	Graines de tomate (Originale, 2017).	05
06	Galerics sur feuilles (Originale, 2017)	14
07	<i>Tagetes erecta</i> (Originale, 2017)	33
08	Détection et diagnostique visuel direct A et B. Symptômes sur tout parcelle de tomate. C, D,E et F . Symptômes sur les racines. (Originale ,2017)	34
09	Matériel utilisé au terrain (Originale ,2017)	35
10	Echantillonnage de nématodes, A. Prélèvement du sol à l'aide de la tarière (Originale, 2017) ; B. Terrain d'échantillonnage du sol (Originale,2017)	36
11	Conservation et maintient d'échantillons (Originale ,2017)	36
12	Matériel utilisé à l'extraction des nématodes (Originale ,2017)	37
13	Protocole d'extraction des nématodes à partir du sol (Originale, 2017)	38
14	Pêchage des nématodes à l'aide d'un cil monté sur un support sous une loupe binoculaire (Originale, 2017)	39
15	Nématodes fixé par TAF (Originale, 2017)	39
16	Montage des nématodes sur les lames (Originale, 2017)	40
17	L'observation des nématodes au microscope et pris des photos (Originale, 2017)	41
18	Semis (Originale, 2017)	41
19	Repiquage (Originale, 2017)	42
20	Séchage des plantes (Originale, 2017)	42
21	Broyage les plantes (Originale, 2017)	43
22	Méthode a d'application les traitements (Originale, 2017)	44
23	Méthode 2 d'application les traitements, A. Préparation de solution (originale, 2017) ; B. Application les traitements sur les nématodes en boite de pétri (originale, 2017)	44
24	Application des traitements sur les pots de tomate (Originale, 2017)	45
25	Extraction des nématodes après traitement (Originale, 2017)	46
26	Etape de contage (Originale, 2017)	47
27	Racine de tomate après l'infestation (Originale, 2017).	54
28	Plante de tomate après l'infestation (Originale, 2017).	54
29	Effet de poudre de Tomate sur nématodes phytoparasites en boite de pétri	55
30	Effet de poudre de <i>P. harmala</i> sur nématodes phytoparasites en boite de pétri.	56
31	Effet de poudre de Basilic sur nématodes phytoparasites en boite de pétri.	58
32	Effet de poudre de Rose d'Inde sur nématodes phytoparasites en boite de pétri.	59
33	Effet de poudre de Giroflesur nématodes phytoparasites en boite de pétri	60

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Caractéristiques morphologiques de la tomate	04
02	Principales maladies non parasitaires de la tomate	07
03	Principaux insectes des tomates	14
04	Principaux nématodes signalées sur tomates (Blancard, 2009)	16
05	Taxonomie de phylum nematoda phytoparasites	20
06	Symptômes d'attaques de nématodes	26
07	Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de tomate.	55
08	Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de P.harmala.	56
09	Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de Basilic.	58
10	Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de Rose d'Inde	59
11	Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de Girofle.	60
12	Taux de mortalités et mortalités corrigée et probits en fonction les doses du traitement par poudres végétal des cinq plantes	61
13	Moyenne de hauteur de tige et longueur de racine des tomates traitées en fonction défèrent doses des poudre de traitement	63
14	les plantes des tomates et longueur des racines traitée par cinq poudres des plantes nématocides.	63
15	Equations des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de DL ₅₀ évaluées pour les cinq poudres de plantes nématocides	66

Liste abréviation

D.L₅₀ : Dose létale 50

D.S.A : Direction de Service Agricole.

E.O.P.P : l'organisation euro-méditerranéenne de la protection des plantes.

F.A.O: Food and Agriculture Organization.

I.N.R.A : Institut National de la Recherche Agronomique

I.N.P.V : Institut National de Protection des végétaux

J2 : Larve de 2^{ème} stade

M.A.D.R : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

O.N.M : l'office national de la météorologie

P.N.D.A : Programme National de Développement Agricole

T.M : Taux de Mortalité

M.C: Mortalité corrigée

T.Y.L.C.V: Virus des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*)

To.M.V: Virus Mosaïque de Tomate (*Tomato Mosaic Virus*)

T.S.W.V: Virus de la maladie bronzée de la tomate (*Tomato spotted Wilt Virus*)

L.S.D : La plus petite différence significative (Least Significant Difference)

Table des matières

Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste de tableaux	
Liste des abréviations	

Introduction	01
--------------------	----

Partie 01 : Etude bibliographique

Chapitre I:Présentation de la plante de tomate

1. Historique et origine	03
2. Classification	04
3. Caractéristiques morphologiques	04
4. Importance économique.....	06
5. Valeur nutritive	06
6. Principaux bioagresseurs de la tomate.....	07
6.1. Principales maladies.....	07
6.2. Principaux ravageurs	14

Chapitre II: Nématodes phytopathogènes

1. Généralité	18
2. Taxinomie	19
3. Morphologie	21
4. Biologie	22
4.1. Cycle biologique	22
4.2. Comportement	23
2.2.1. Relations avec le milieu	23
2.2.2. Relations avec l'hôte	24
5. Reproduction	24
6. Principaux nématodes parasites de tomate	25
6.1. Genre: <i>Meloidogyne</i> . spp(Nématodes à galles).....	25
6.2. Genre: <i>Globodera</i> (Nématodes à kystes).....	25
7. Symptômes	26
8. Dégâts	27
9. Méthodes de lutte	27

Partie 02 : Etude expérimentale

Chapitre III: Matériels et méthodes

1. Station prospection.....	29
2. Matériel biologique.....	30
2.1. Matériel animal	30
2.2. Matériel végétal	30
2.3. Plantes nématicides utilisées	30
3. Méthodologie	34

3.1. Au terrain.....	34
3.1.1. Choix de la station d'étude	34
3.1.2. Diagnostic visuel direct	34
3.1.3. Echantillonnage	34
3.1.4. Conservation et maintien d'échantillons.....	36
3.2. Au laboratoire	37
3.2.1. Extraction des nématodes « méthode de Cobb » pour identifier	37
3.2.2. Pêchage des nématodes	39
3.2.3. Fixation des nématodes.....	39
3.2.4. Montage temporaire d'un nématode sur lame.....	40
3.2.5. Identification	40
3.3. Sous serre	41
3.3.1. Obtention des plantes saines de la tomate	41
3.3.1.1. Teste de germination	41
3.3.1.2. Préparation de la tourbe	41
3.3.1.3. Semis.....	41
3.3.1.4. Stérilisation du le sol	42
3.3.2. Repiquage et élevage des nématodes.....	42
3.3.3. Séchage	42
3.3.4. Broyage	43
3.3.5. Extraction des nématodes pour traitement.....	43
3.3.6. Application des traitements	43
3.3.6.1. Sur les boite de pétri	43
3.3.6.2. Sur les pots de tomate infectée	45
3.3.7. Extraction des nématodes après le traitement	45
3.3.8. Comptage	46
3.3.9. Exploitation des résultats.....	47
3.3.9.1. Taux de mortalité (TM)	47
3.3.9.2. Taux de mortalité corrigée (MC).....	47
3.3.9.3. Calcul de la DL50.....	48
3.3.9.4. Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA")....	48

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Résultats.....	49
1 .Détection et identification	49
1.1. Prospection de parcelle de Tomate par nématodes phytoparasite	49
1.2. Espèces de nématodes identifiés.....	49
2 . Efficacités de l'infection	54
3 . Evolution de l'effet biocide des poudres des plantes sur le taux de mortalité des nématodes phytoparasites	54
3.1. Effet de poudre des plantes sur nématodes en boites de pétri	55
3.1.1. Effet de la poudre de tomate	55
3.1.2. Effet de la poudre de <i>P. harmala</i>	56
3.1.3. Effet de la poudre de Basilic	57
3.1.4. Effet de la poudre de Rose d'Inde	59
3.1.5. Effet de la poudre de Girofle	60
3.2. Effet de la poudre des plantes sur nématodes en pots plantées par tomate.....	61
3.3. Evolution de l'effet biocide des poudres des plantes sur croissance des plantes des tomates	62
3.4. Analyse de variance ANOVA	64

3.5. Dose létal 50 DL ₅₀	66
II. Discussion	67
Conclusion	70
Références bibliographiques	
Annexe	
Résumé	

Introduction

Introduction

Longtemps cultivée dans un but ornemental, la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) représente, de nos jours, une des cultures légumières les plus pratiquées dans le monde ; sous serre ou en plein champ (Lange & Bronson, 1981).

En Algérie, elle occupe une place très importante; 20^{ème} producteur de tomate dans le monde (Koudjil et al,2013), et représente une forte demande sur le marché national, avec une production d'un million de tonnes(Belaid, 2016).

Cependant, sa rentabilité reste d'un niveau relativement faible ; les deux contraintes technologiques les plus importantes à sa productivité faible sont l'incapacité des producteurs à éviter une surabondance du marché par l'échelonnement de la production dans le temps dans certaines régions (surtout aux régions Sud) et la prévalence des maladies et ravageurs (Blancard, 1988). Ces dernière, peuvent être, essentiellement, des arthropodes (insectes, acariens, etc ...) ou des « nématodes »; qui restent des facteurs déterminants des rendements (Al-hazmi ,1997), dont il est nécessaire de les prendre en considération (Lange & Bronson, 1981).

Plusieurs moyens de luttas ont été envisagés pour contrôler les nématodes. Avec l'inconvénient des pesticides de synthèse et les problèmes de pollution, il est intéressant de trouver d'autres méthodes, alternatives, en protection phytosanitaire, et de cibler, à la fois la production agricole et la gestion durable de l'environnement (Larew et Locke, 1990).

Dans ce contexte, nous nous sommes proposé d'appliquer et d'utiliser cinq broyats de plantes à effet nématocide, à savoir :

- ✓ Tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ;
- ✓ Harmel (*Peganum harmala* L.) ;
- ✓ Basilic (*Ocimum basilicum*);
- ✓ Girofle (*Syzygium aromaticum*);
- ✓ et Rose d'inde (*Tagetes erecta*).

En Ghardaia, les travaux relatifs à ces nématodes se sont limités à détecter sa présence dans plusieurs zones agricoles en Daya Ben Dahwa(Araba F.,2016)

De ce fait, des études complémentaires sont nécessaires afin de permettre de diminuer l'incidence due à ces nématodes. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude dont l'objectif est de compléter sa distribution dans zones de la culture de la tomate , d'identifier les espèces des nématodes indispensable à leur gestion et enfin une contribution à une lutte intégrée contre ce bioagresseur a été abordée. Les résultats de cette étude seront présentés après une analyse bibliographique sur les nématodes phytoparasit de la culture da la tomate.

Partie 01 :
Etude bibliographique

Chapitre I
Présentation de la culture de la Tomate

Chapitre I:Présentation de la culture de Tomate

1. Historique et origine de la tomate

La tomate (*Solanum lycopersicum* L. ou *Lycopersicon esculentum* Mill.) est une plante cultivée dans le monde entier pour son fruit. Elle est originaire des régions Andines côtières du Nord-Ouest de l'Amérique du Sud, dans une zone allant du Sud de la Colombie au Nord du Chili et de la côte Pacifique, aux contreforts des Andes (Equateur, Pérou). C'est en effet seulement dans ces régions, qu'on a retrouvé des plantes spontanées de diverses espèces, de l'ancien genre *Lycopersicon*(la tomate cerise) (Chaux et Foury ,1994) (fig. 01).



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

Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. De là, sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été introduite dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et au Mexique (Shankara, 2005) (fig. 01).

En Algérie, elle fut introduite pour la 1ère fois par les espagnoles au 17ème siècle, dans la région d'Oran en 1905 puis elle s'est étendue vers le centre du pays (Benzara, 2014).

2. Classification

Selon Gaussen et *al.* (1982) et Benton (2008) , la tomate est classée dans :

Règne	Plantae
Sous Règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Solanum ou Lycopersicon</i>
Espèce	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill

3. Caractéristiques morphologiques

La tomate cultivée, *Lycopersicon esculentum* est une espèce diploïde avec $2n=24$ chromosomes. C'est une plante vivace dans sa région d'origine mais en culture on la considère comme une plante annuelle (Blancard ,2009).

Tableau 01. Caractéristiques morphologiques de la tomate.

Appareil végétatif	Système racinaire	Fort et pivotant se développe jusqu'à une profondeur de 50 cm ou plus (Shankara et <i>al.</i> , 2005) (fig 02).	
	Tige	De forme anguleuse, épaisse aux entre nœud pubescent (couvert de poil), de consistance herbacée en début de croissance, se lignifie en vieillissant. (Chaux et Foury, 1994) (fig 03). Le port de croissance varie entre érigé et prostré. Elle pousse jusqu'à une longueur de 2 à 4 m.	

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

Photo 01. Tige de tomate (Originale, 2017).

	Feuille	<p>Composées de 5 à 7 folioles principales, longues de 10 à 25cm et d'un certain nombre de petites folioles intercalaires ovales, un peu dentés sur les bords, grisâtre à la face inférieure. Elles sont souvent repliées en forme de cuillères ou même à bords roulés en dessus. Ces feuilles sont alternées sur la tige (Chougar, 2011) (fig 04)</p>	 <p>Photo 02. Feuille de tomate (Originale, 2017).</p>
Appareil reproducteur	Fleur	<p>Les fleurs sont les organes sexuels de la tomate. Elles sont regroupées sur le même pédoncule en bouquet lâche en inflorescences formant des grappes plus ou moins bifurquées de 3 à 8 fleurs chez les variétés fixées et au-delà chez les hybrides (Chougar, 2011). (fig. 05).</p>	 <p>Photo 03. Fleur de tomate (Originale, 2017).</p>
	Fruit	<p>Des baies charnues à placentation centrale. L'épiderme est lisse, brillant. La taille est extrêmement variable, allant de 1.5 cm de diamètre, pour les tomates dites ``cerise``, à plus de 10 cm (Chaux et Foury, 1994) (fig 06).</p>	 <p>Photo 04. Fruit de tomate (Originale, 2017)</p>
	Graine	<p>Les graines sont nombreuses, en forme de rein ou de poire. Elles sont poilues, beiges, 3 à 5 mm de long et 2 à 4 mm de large. L'embryon est enroulé dans l'albumen. 1000 graines pèsent approximativement 2,5 à 3,5 g (Shankara <i>et al.</i> 2005). (fig 07).</p>	 <p>Photo 05. Graines de tomate (Originale, 2017).</p>

4. Importance économique

La tomate est une culture maraichère importante dans le monde et la plus cultivée et la plus consommée en Algérie (820137 Tonnes) après la pomme de terre (1 506 859 Tonnes). Elle représente 5,62% de la production maraichère nationale. C'est un légume qui est cultivé dans toutes les régions, notamment au littoral dans le secteur maraicher comme il occupe une grande place dans le secteur industriel. Sa culture sous serre connaît un grand essor dans les régions sahariennes (Bogorni et *al*, 2003).

4.2. Dans Ghardaïa

La production de la tomate à Ghardaïa en 2006 a été d'environ 9000 qx, et en 2016 la production a augmentée (81250 qx) (fig 08).

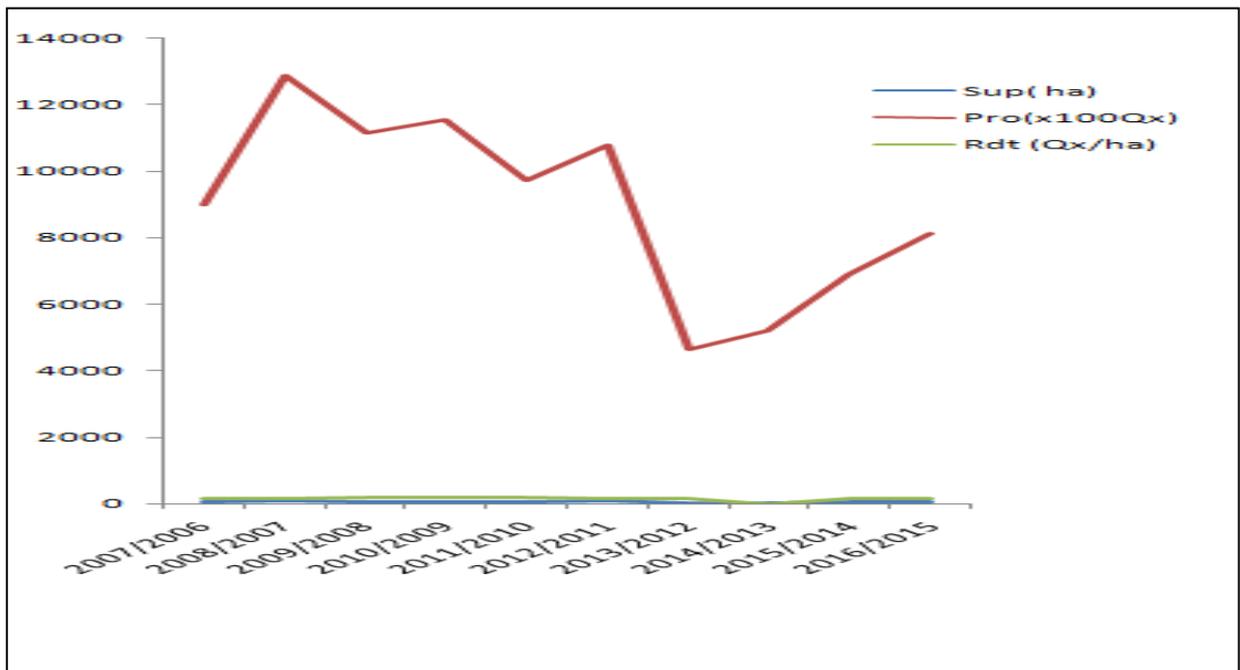


Figure 03. Evolution de la production de la tomate en Ghardaïa entre 2006 au 2016(DSA Ghardaïa, 2017)

5. Valeurs nutritives

La tomate renferme plus de 90% d'eau et de 3 à 4% des sucres. Elle est riche en β -carotène et apporte une large palette de vitamine, surtout du groupe B. Elle contient des sels minéraux, ainsi que des oligo-éléments (Patrick et *al* in Babaousmail, 2013) notent qu'elle est très pauvre en calories, ne fournit guère plus de 19 K calories aux 100g. Elle est très riche en carotène et lycopenne, et elle fournit des quantités appréciables de vitamine C.

De par sa valeur et qualités nutritives, plusieurs études ont montré son action préventive contre le développement de certains cancers, notamment celui de la prostate et du poumon, grâce à sa forte teneur en lycopène, caroténoïde qui donne à la tomate sa belle couleur rouge (Seignalet et Joyeux in Babaousmail, 2013).

6. Principaux bioagresseurs de la tomate

Selon Blancard (1988), les maladies de la tomate sont réparties en deux grands groupes : les maladies physiologiques (non parasitaires), les maladies parasitaires causées par un agent phytopathogènes (bactérie, champignon, virus, insectes, nématodes...).

6.1. Principales maladies

6.1.1. Les maladies non parasitaires

Tableau 02. Principales maladies non parasitaires de la tomate

Maladies	Symptômes /Causes	Photos
Nécrose apicale	Une tache brunâtre qui se nécrose par la suite et provoque le dessèchement pistillaire du fruit qui devient sujette aux attaques des champignons. Leurs causes carence en calcium, arrosage irrégulier (Blancard, 2009) (fig. 09).	 <p>Figure 04.nécroses apicales sur tomate (Blancard ,2009)</p>
Les fentes de croissance	Elles apparaissent sur la moitié supérieure du fruit, près du calice. Peuvent être annulaire ou concentrique. Elles affectent surtout les variétés anciennes. Leurs causes sont multiples, notamment en appliquant un arrosage excessif (Blancard ,2009) (fig. 10).	 <p>Figure05. Les fentes de croissance de tomate(Blancard ,2009)</p>
Le coup de soleil	C'est une maladie causée par un ensoleillement excessif, traduit par une lésion décolorée, en exposition latérale ou supérieure : c'est souvent la conséquence d'un effeuillage excessif (Blancard ,2009) (fig. 11).	 <p>Figure 06.Le coup de soleil de tomate(Blancard ,2009)</p>

<p>Eclatement des fruits de la tomate</p>	<p>Se manifestent par l'éclatement du fruit en mûrissant : La cause c'est l'arrosage excessif pendant les périodes sèches. Pour y lutter : Il faut maintenir l'humidité constante pendant le développement des tomates (CHAUX et FOURY, 1994) (fig. 12).</p>	 <p>Figure 07.Eclatement des fruits de la tomate(Anonyme, 2011).</p>
--	--	--

6.1.2. Maladies parasitaires

6.1.2.1. Maladies cryptogamique

6.1.2.1.1. Alternariose

L'Alternariose de la tomate est une maladie cryptogamique provoquée par un champignon *Alternaria solani sorauer* de la famille des Pleosporaceae sur la tomate. Ce champignon attaque également d'autres solanacées, dont la pomme de terre, le piment, l'aubergine (Figure 08,Figure 09) (Blancard, 2009)



Figure 08. Brûlures alternariennes sur Fruits de tomates (Blancard, 2009)



Figure 09. Alternariose sur feuille de tomate (Blancard , 2009)

6.1.2.1.2. Mildiou

La mildiou est une moisissure qui se trouve dans toutes les régions du monde, mais on le trouve plus fréquemment dans les régions montagneuses ou dans les basses terres, où les conditions climatiques sont fraîches et humides (Figure 10,Figure 11)(NAIKA et *al.*, 2005).



Figure 10. Mildiou sur feuilles (Blancard , 2009)



Figure 11. . Mildiou sur fruits (Blancard , 2009)

6.1.2.1.3. Fusariose

la fusariose de la tomate est causée par le champignon pathogène *Fusarium oxysporum*. (Mohamed et Haggag in Chougar, 2011).

Ce champignon ne s'attaque qu'à certains cultivars. Les plantes infectées par ce champignon du sol présentent un jaunissement des feuilles et un flétrissement se propageant à partir de la base de la tige. Au début, les symptômes ne sont visibles que sur une seule moitié de la surface des feuilles, des branches ou des plantes avant de se propager à l'ensemble de la plante (Figure 12) (Ruocco in Chougar, 2011).



Figure 12. Fusariose des racines et du collet (Blancard, 2001)

6.1.2.1.4. Verticilliose

La Verticilliose : causée par *Verticillium albo-atrum* et *Verticillium dahliae*. Tout comme la fusariose, cette maladie se manifeste en premier lieu au niveau des feuilles inférieures et progresse vers la partie supérieure de la plante. Contrairement à la fusariose, les symptômes de la verticilliose se manifestent sur l'ensemble de la surface des feuilles, des branches ou des plantes (Ruocco in Chougar, 2011)

6.1.2.1.5. Oïdium

Trottinc. et *al.* in Chougar, 2011, rappellent que l'Oïdium est une maladie causée par *Oïdium neolycopersici*, un champignon pathogène répandu dans les cultures sous abri. Cette maladie se manifeste dès les premiers stades par des tâches blanches sur le dessus des feuilles. Par la suite, lorsque ces tâches se transforment en lésions de couleur marron la plante peut perdre ses feuilles. Une autre espèce d'oïdium, causée par *Leveillula taurica*, est principalement observée dans les cultures sous tunnel non chauffé (Ruocco in Chougar, 2011), BESRI in Chougar, 2011, atteste que les anciennes variétés fixées sont modérément sensibles à ce parasite, alors que les nouveaux hybrides y sont extrêmement sensibles.

6.1.2.1.6. Anthracnose

L'Anthracnose est une maladie causée par le champignon *Collectotrichum coccodes*, qui occasionne des pertes conséquentes dans de nombreuses zones de production. Ses dégâts se manifestent essentiellement sur les fruits mûres, produits en plein champ et parfois en post-récolte (Blancard, 2010).

Les symptômes qui apparaissent sur ces fruits mûrs sont sous forme de petites lésions brunes claires, qui évoluent en taches circulaires légèrement déprimées et humides, réparties au hasard. Ces lésions évoluées prennent une tache brunâtre et des ponctuations noires apparaissent, elles correspondent aux micro- sclérotés. La cuticule des fruits reste intacte, elle peut se couvrir de petites masses de spores muqueuses en conditions climatiques humides. Plusieurs taches présentes sur les fruits peuvent confluer et entraîner une large pourriture (Figure 13) (Blancard, 2010).



Figure 13. Anthracnose sur fruits (Blancard, 1987)

6.1.2.1.7. Pourriture grise

La pourriture grise est provoquée par le champignon *Botrytis cinerea* est un problème récurrent en culture de tomate sous abris. *Botrytis cinerea* peut entraîner des pertes de rendements importantes en affaiblissant les plantes et en les détruisant (Balestri in Chougar, 2011).

Selon Chaux et Foury(1994), à températures assez basses le botrytis se développe surtout sur les plantes étiolées, provoque le développement d'un feutrage gris sur les feuilles.

6.1.2.2. Maladies bactériennes

Les maladies bactériennes les plus redoutables qui s'attaquent à la tomate sont :

6.1.2.2.1. Chancre bactérien

Le chancre bactérien est causé par *Clavibacter michiganensis*. La semence infectée est probablement la plus grande source d'inoculum dans le cas des infections primaires (systémiques). Les bactéries peuvent être présentes à la surface des graines(Figure 14), mais aussi dans les couches profondes du tégument.

L'agent pathogène peut aussi être introduit par des résidus de culture infectées, des mauvaises herbes ou des plants des tomates spontanés qui l'abritent, ainsi que par du matériel contaminé.



Figure 14. Chancre bactérien sur fruit de tomate (Leboeuf in Chougar, 2011).

6.1.2.2.2. Le feu bactérien

Cette bactérie est présente dans le monde entier, mais elle est plus répandue dans les pays tropicaux et subtropicaux.

Le pathogène est propagé par le biais de graines, d'insectes, de gouttes de pluie, de débris des plantes infectées (Figure 15).

Les pluies torrentielles et une humidité élevée favorisent le développement de la maladie.(Blancard, 2009)



Figure 15 Maladies bactériennes de la tomate ; A: Défoliation et tache bactérienne sur les fruits d'un plant de tomate ; B :Lésions de la tache bactérienne sur une feuille de tomate (Leboeuf, in Chougar, 2011).

6.1.2.2.3. Flétrissement bactérien

La bactérie qui provoque cette maladie est surtout commune dans les basses terres des pays tropicaux, où les températures sont relativement élevées. Il s'agit d'une maladie transmise par le biais du sol (Blancard, 2009)

Les premiers symptômes chez les plantes infectées sont le flétrissement des feuilles terminales, suivi après 2 à 3 jours d'un flétrissement soudain et permanent sans jaunissement (Naika et *al.* in Chougar, 2011).

6.1.2.3. Maladies virales:

6.1.2.3.1. ToMV (*Tomato Mosaic Virus*)

Selon Blancard et Marchoux 2009 .Le virus de la mosaïque du tomate (Tomato mosaic virus, (ToMV) provoque des symptômes très variés et assez comparables .En plus d'entraîner un ralentissement de la croissance des plantes, diverses anomalies de coloration peuvent apparaître sur les folioles et les feuilles : un éclaircissement des nervures, une marbrure, une mosaïque plus ou moins contrastée, en plages vertes, jaunes, voire blanches (aucuba). Le limbe est également plus ou moins gaufré et crispé (**Figure 16**)



Figure 16. Symptômes *ToMV* ,A :sur les feuilles, B :sur les fruites (Blancard et Marchoux ,2009)

6.1.2.3.2. TSWV(*Tomato spotted Wilt Virus*)

C'est le virus de la maladie bronzée de la tomate. Le TSWV est une maladie de la tomate, à conséquence importante dans les pays tropicaux. Les pieds contaminés sont rabougris et ont des feuilles jaunes, les fruits montrent des cercles légèrement en relief, de couleur rouge qui sont caractéristiques de la maladie (Figure 17) (Naika et al in Chougar, 2011).



Figure 17. Symptômes du TSWV sur feuille de tomate (Blancard et Marchoux ,2009)

6.1.2.1.3. TYLCV (*Tomato Yellow Leaf Curl Virus*)

Le virus de l'enroulement chlorotique des feuilles de la tomate, le TYLCV est répandu mondialement, il est transmis par la mouche blanche *Bemissia tabaci*. Les pieds infectés sont dressés et rabougris. Cette maladie fait jaunir les feuilles qui s'enroulent vers le haut ou vers le bas (Figure 18) (Melouk , 2001 ; Naika et *al* in Chougar, 2011)

Toute une récolte peut être détruite si les plants sont contaminés en pépinières (Naika et *al.* in ;Chougar, 2011)



Figure 18. Symptômes du TYLCV (Blancard et Marchoux ,2009)

6.2. Principaux ravageurs

6.2.1. Insectes

La tomate peut être sujette à des insectes très divers (Tableau 3)

Tableau 03 : principaux insectes des tomates

Ravageurs	Dégâts
<p>Mineuses</p> <p><i>Liriomyza bryoniae</i> (Mineuse des feuilles)</p> <p><i>Liriomyza strigata</i></p> <p><i>Liriomyza triifoli</i> (très dommageable)</p>	<p>Minuscules ponctuation jaunâtres et nombreuses galeries sur folioles, celles-ci se dessèchent ultérieurement</p>  <p>Photo 06. Galeries sur feuilles (Originale, 2017)</p>

<p>Noctuelles</p> <p><i>Heliothis armigeera</i></p>	<p>Perforation des folioles ; Trous sur fruits Provoquant leur maturation prématurée.</p>  <p>Figure 19. Trous sur fruit de tomate (Blancard ,2009)</p>
<p>Pucerons</p>	<p>Arrêt de croissance ; Déformation ; Formation de fumagine</p>  <p>Figure 20. Pucerons vert sur feuille de tomate (Blancard ,2009)</p>
<p>Aleurode</p>	<p>Arrêt de croissance ; Déformation ; Formation de fumagine</p>  <p>Figure 21. Formation de fumagine sur fruit de tomate (Blancard ,2009)</p>

6.2.2. Acariens

Les acariens dépouillent les feuilles, les tiges et les fruits de leur contenu cellulaire. Les tiges et les feuilles prennent une couleur « Bronzée » ou brun roux. Les feuilles se dessèchent et les plantes les plus touchées meurent (Ruocco , 2010)



Figure 22.Adulte *Tetranychus urticae*

Chapitre II
Nématodes phytopathogènes

Chapitre II: Nématodes phytopathogènes

1. Généralités

Les nématodes sont très peu connus au regard d'autres organismes de la biosphère. Ce sont des animaux visibles dans l'environnement du fait de leur petite taille, et assez peu abordés, voire pas du tout, au cours des cursus scolaires et universitaires (El-hazmi, 1997).

Ce sont des organismes vermiformes cylindriques non segmentés occupant des niches écologiques très diverses sur la planète. S'ils comprennent différentes formes, libres ou parasites d'animaux ou de végétaux, les nématodes sont des animaux aquatiques. Ils exploitent différents milieux tels que les océans et les mers, les eaux douces mais aussi les fluides corporels, les films d'eau dans le sol ou sur les végétaux. Les nématodes présentent une très grande diversité (El-hazmi, 1997).

Ils ont un régime alimentaire très diversifié ; certaines espèces sont bactériophages, d'autres sont, parasites d'animaux ou encore prédatrices. Parmi toutes les espèces de nématodes décrites, seulement 15% sont des parasites de plantes. (Blanchard ,2006)

Les nématodes phytoparasites ou anguillules sont d'importants ravageurs des plantes en agriculture. À l'échelle de la planète, les nématodes occasionnent plus de 100 milliards de dollars en perte de production annuellement. Ces petits vers microscopiques, tous munis d'un stylet creux, sont transparents et mesurent de 300 à 1500 μm de longueur et de 15 à 35 μm de diamètre. Leur petit diamètre ne permet pas de les voir à l'œil nu, mais ils sont facilement observables sous la loupe binoculaire (Bélair ,2005).

La première observation suggérant un nématode parasite de plantes sur racine de soja a été notée en Chine antique, il y a environ 2000 ans. La première description d'un nématode parasite de plantes, soit *Anguina tritici* (Steinbuch) Chitwood dans des grains de blé, a été effectuée par le révérend Tuberville Needham en l'an 1743 (Bélair ,2005 ; El-hazmi, 1997).

2. Taxinomie

L'identification et la nomenclature des nématodes est très délicate; vue leurs simplicité anatomique et l'existence de peu d'ornementation ou de structure particulière susceptible de les faire reconnaître facilement (Ritter, 1985). De Guiran (1983), affirme que la classification n'est pas définitive, mais change sans cesse avec les nouvelles découvertes, qui viennent sans cesse bouleverser les classifications déjà admises. Pour l'établir, les spécialistes se sont basés sur plusieurs critères :

Pour les catégories les plus élevées (Ordre , Sous-Ordre , Super-Famille, etc....), la distinction s'opère essentiellement par la structure de la partie antérieur du tube digestif, autrement dit le stylet et l'œsophage , bien qu'il y ait beaucoup d'autres différences.

Dans les catégories inférieures (genres , espèces), les critères de classification sont essentiellement morphologiques et biométriques , et en ce qui concerne les structures Ultra-microscopiques par l'utilisation de microscope électronique (Eisenback et Rammab, 1987). Certains auteurs se sont basé sur la biochimie (technique d'électrophorèse), matières chromosomique et sérologique (Eisenback et Rammab , 1987).

Avec la découverte de la biologie moléculaire et les progrès technologiques avancés (logiciels spécialisés et la disponibilité de l'Internet particulièrement). Une nouvelle classification s'est établie ; elle a remplacé le membre type du groupe par la population à bases taxonomiques unies , et en outre des définitions morphologiques, elle s'étends pour incorporer le biotope, la biologie et les données génétique (Taylor et Brown, 1997) mais cette dernière reste largement non adopté par les phytonématologistes. Couramment la morpho taxonomie (l'ancienne classification), est utilisée en nématologie (Taylor et Brown, 1997).

La classification la plus récente proposée pour les nématodes est la suivante :

Tableau 05 : Taxonomie des nématodes phytoparasites (Agrios, 2005).

Classe	Nematoda	
Ordre	Tylenchida	
	Sous Ordre	Tylenchina
	SuperFamille	Tylenchoidea
	Famille	Anguinidae Genus: <i>Anguina</i> Genus: <i>Ditylenchus</i> Belonolaimidae Genus: <i>Belonolaimus</i> Genus: <i>Tylenchorhynchus</i> Pratylenchidae Genus: <i>Pratylenchus</i> Genus: <i>Radopholus</i> Genus: <i>Nacobbus</i> Hoplolaimidae Genus: <i>Hoplolaimus</i> Genus: <i>Rotylenchus</i> Genus: <i>Heliocotylenchus</i> Genus: <i>Rotylenchulus</i> Genus: <i>Scutellonema</i> Heteroderidae Genus: <i>Globodera</i> Genus: <i>Heterodera</i> Genus: <i>Meloidogyne</i>
	SuperFamille	Criconematoidea
	Famille	Criconematidae Genus: <i>Criconemella</i> Genus: <i>Criconema</i> Genus: <i>Criconemoides</i> Genus: <i>Hemicycliophora</i> Paratylenchidae Genus: <i>Paratylenchus</i> Tylenchulidae Genus: <i>Tylenchulus</i>
Ordre	Aphelenchina	
	Famille	Aphelenchoididae Genus: <i>Aphelenchoides</i> Genus: <i>Bursaphelenchus</i>
Ordre	Dorylaimida	
	Famille	Longidoridae Genus: <i>Longidorus</i> Genus: <i>Xiphinema</i> Trichodoridae Genus: <i>Paratrichodorus</i> Genus: <i>Trichodorus</i>

3. Morphologie

Les nématodes sont des organismes vermiformes à symétrie bilatérale recouverts d'une cuticule continue et souple mais très résistante. Ils sont des organismes triploblastiques (trois feuilletts embryonnaires) et possèdent une cavité interne (formée par l'endoderme) non complètement recouverte de mésoderme. Les nématodes avaient été placés en fonction de ce critère morphologique dans les pseudo-coelomates (Blanchard, 2006).

La taille des nématodes phytophages, sont mesurent de 300 à 1500 μm de longueur et de 15 à 35 μm de diamètre (Bélair ,2005). Ils sont constitués d'un tube externe (cuticule) enveloppant deux tubes internes superposés, le tube digestif et le tractus génital (Cayrol et *al.*, 1992).

Les nématodes phytoparasites se caractérisent par la présence, dans la cavité buccale d'un stylet perforant. C'est cet organe en forme d'aiguille creuse que l'animal enfonce dans les tissus du végétal pour absorber le contenu prédigéré. Il est suivi d'un canal œsophagien qui comprend une partie musculaire qui se termine par le bulbe médian et d'une partie glandulaire(De Guiran, 1983).

La partie musculaire, appelée bulbe médian, est une pompe aspirante et refoulante permettant notamment l'injection de sécrétions salivaires dans les cellules végétales via le stylet et l'absorption du contenu prédigéré des cellules (De Guiran, 1983).

La partie glandulaire est composée de trois glandes salivaires : une dorsale et deux ventrales. Les deux glandes subventrales débouchent au niveau du bulbe médian et la glande dorsale débouche à la base du stylet. Les glandes salivaires ont une structure en forme de bouteille, avec dans leur région basale, un lobe cellulaire et une extension vers l'ampoule. Les glandes subventrales sont connectées au lumen de l'œsophage par un canal possédant une valve élaborée, dans le bulbe médian, juste derrière la chambre de pompage qui joue un rôle de valve unidirectionnelle. La glande dorsale s'ouvre sur l'œsophage juste derrière la base du stylet (Blanchard, 2006 in Smant et *al.*).

Le système nerveux est très complexe, mais peu visible à l'exception de l'anneau nerveux et de l'hémizonide. L'anneau nerveux entoure l'oesophage immédiatement en arrière du bulbe médian. En général, la paroi ventrale présente un léger renflement à cet endroit (Bellahammou ,2011 in Taylor)

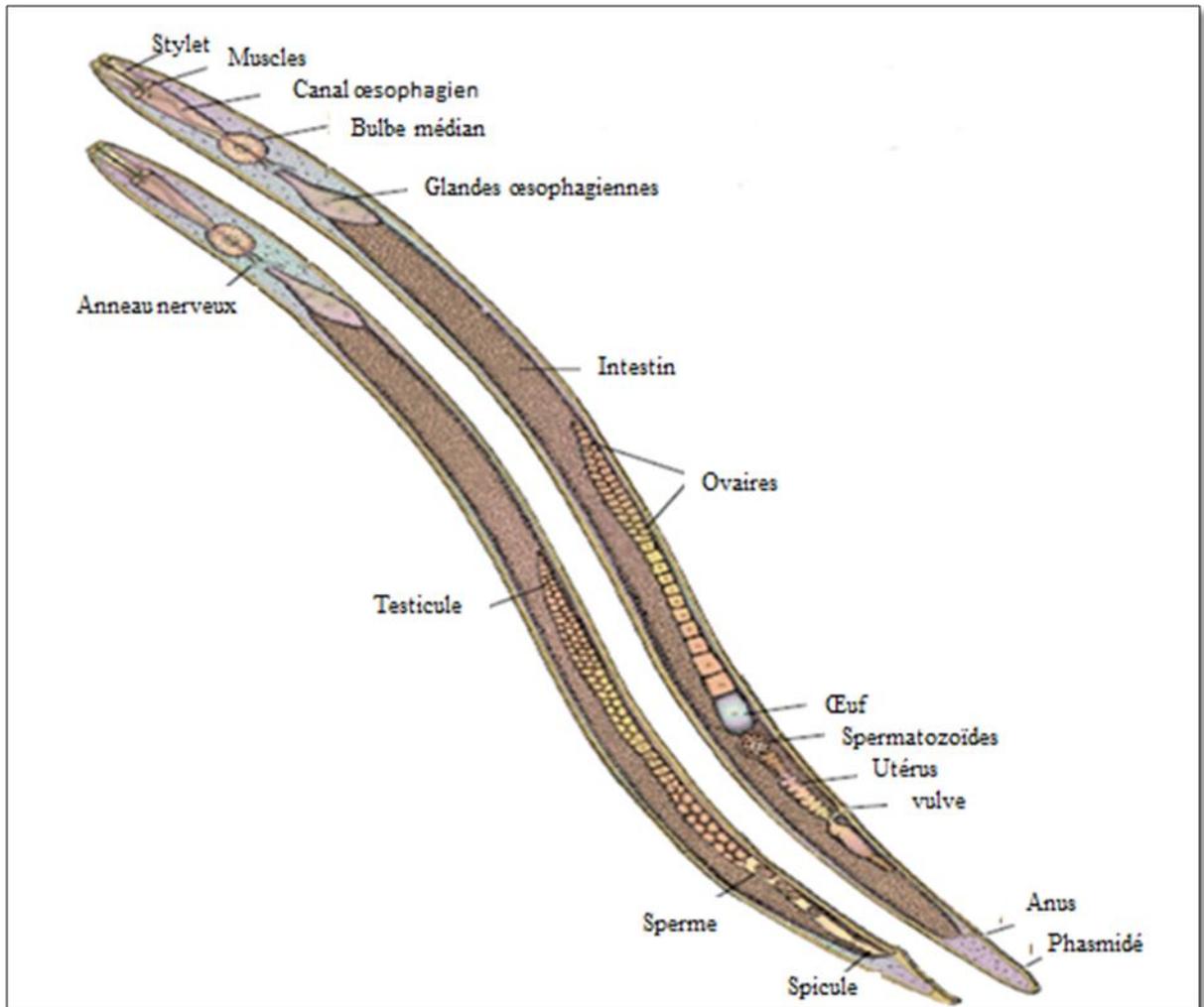


Figure 23. Morphologie et caractéristiques du mâle et de la femelle typique des nématodes phytoparasites (Agrios, 2005).

4. Biologie

3.1. Cycle biologique

Le cycle de développement des nématodes est typiquement divisé en 6 stades : le stade œuf, 4 stades juvéniles et le stade adulte. La durée de chacun de ces stades et du cycle biologique complet diffère selon les espèces et dépend de facteurs comme la température, la teneur en eau et la plante hôte.

En conditions favorables sous les climats tropiques, de nombreuses espèces ont des cycles de développement très courts avec plusieurs générations par saison. Cela peut conduire à des développements très rapides de populations à partir de seulement un auto-fertilisation ou deux individus (Coyne et al, 2010).

Les mâles ressortent de la racine pour migrer activement dans le sol. Les femelles, quant à elles, se renflent et deviennent citriforme (présence d'un cône vulvaire) pour les

Heterodera et piriforme (pas de cône vulvaire) pour les *Globodera*. Elles font saillie à la surface de la racine hôte. Les nématodes à kyste ont une reproduction amphimictique. Les mâles sont attirés par les phéromones libérées par la cuticule de la femelle. La femelle fécondée produit des œufs puis meurt et se transforme alors en kyste qui se désolidarise de la racine. Ce kyste qui contient jusqu'à 1000 œufs qui entrent en diapause, peut résister de nombreuses années dans le sol. Le cycle de développement complet est achevé en 30 jours à 20°C. En général, une seule génération par an est observée en conditions naturelles chez les *Globodera* (Blanchard, 2006).

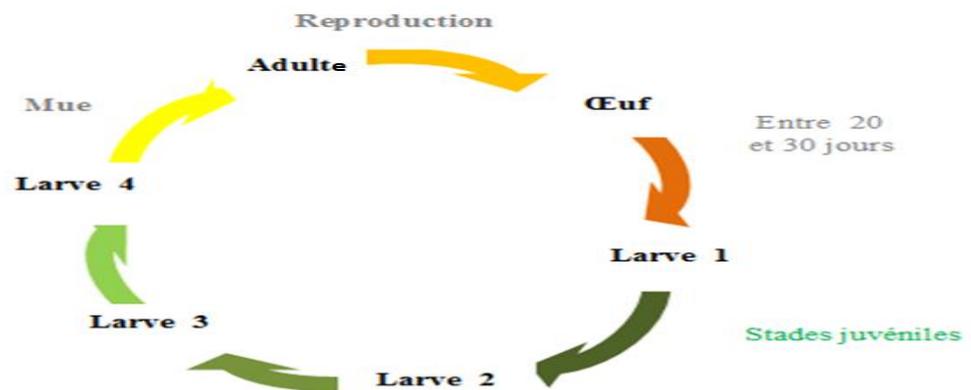


Figure 24. Cycle de vie typique d'un nématode phytoparasite (Modifié ,2017)

4.2. Comportement

4.2.1. Relations avec le milieu

Les nématodes sont des animaux qui respirent. Leur corps est constitué de 75 % d'eau. Ils vivent dans le film d'eau existant à la surface des particules de sol. Ce sont en fait des animaux aquatiques. A quelques exceptions près, ils se déplacent entre les particules par des mouvements ondulatoires. (Prot, 1984).

La granulométrie du sol, la température, le pH, etc..., influencent la répartition et l'abondance des différentes espèces. Certaines ne survivent pas à une inondation prolongée alors que d'autres sont inféodés aux rizières inondées, certains genres prolifèrent dans les sols sableux alors que d'autres préfèrent les sols argileux.

Les conditions climatiques auxquelles sont soumises les zones sahéliennes ont imposé une très forte sélection des espèces; en absence d'irrigation, seules survivent dans le sol celles qui sont capables de résister à une dessiccation poussée. (Prot, 1984).

4.2.2. Relations avec l'hôte

Les nématodes phytoparasites sont des parasites obligés. Cela signifie que pour survivre, compléter leur développement et se reproduire, ils doivent se nourrir sur les racines ou les parties aériennes d'une plante vivante (Prot , 1986).

Selon les relations qu'ils ont avec leur hôte, on les classe en quatre grands groupes :

- **les ectoparasites** : sont des nématodes qui s'alimentent à la surface des tissus racinaires des plantes (Coyne et *al*, 2010), ont des stylets plutôt longs et fins leur permettant de piquer les cellules végétales profondes depuis l'extérieur de la racine(Blanchard, 2006)
- **Les endoparasites migrants**: tous les stades des nématodes peuvent pénétrer complètement dans les tissus de la plante, restant mobiles et vermiformes et se nourrissant lorsqu'ils se déplacent à travers les tissus; Ils migrent souvent entre le sol et les racines (John & James, 2007).
- **Endoparasites sédentaires** : les nématodes immatures féminins ou juvéniles pénètrent complètement dans les tissus végétaux, développent un site d'alimentation permanent, deviennent immobiles et se gonflent dans des corps obèses. L'expansion des tissus végétaux (irritation) peut se produire autour des nématodes (*Achlysiella*, *Globodera*, *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Nacobbus*, *Punctodera* spp.) (John & James, 2007).
- **Les semi-endoparasites**: ils se fixent en un point de la racine. Seule une partie du corps, la tête, pénètre dans la racine, le reste du corps se trouvant à l'extérieur (Prot , 1984).

5. Reproduction

La reproduction des nématodes phytoparasites se fait selon les types suivants :

- **L'amphimixie** : la plupart des nématodes sont bisexués cela veut dire qu'il existe pour chaque espèce des femelles et des mâles reconnaissables par leurs caractères sexuels. Les espèces pour lesquelles les mâles et les femelles sont en nombres approximativement égaux se reproduisent par amphimixie. C'est la vraie reproduction sexuée au cours de la quelle il y a fusion d'un gamète mâle et d'un gamète femelle chacun possédant un stock différent d'unités chromosomiques.

- **L'automixie** : ou autofécondation chez les nématodes hermaphrodites qui produisent les deux types de gamètes (spermatozoïde et ovule).
- **Pseudogamie** : l' "ovule" est activé par l'intrusion d'un spermatozoïde qui reste ensuite inactif. Il n'y a pas de fusion nucléaire.
- **parthénogénèse** sans intervention du spermatozoïde (Prot, 1984)

6. Principaux nématodes parasites de tomate

Pour la culture de la tomate, les nématodes des racines noueuses présentent un problème important. Trois types fréquents de nématodes de nodosité des racines sont : *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *M. arenaria* (Shankara et al,2005).

6.1. Genre: *Meloidogyne*(Nématodes à galles)

Ce sont des endoparasites sédentaires : la larve fraîchement éclosée pénètre entièrement dans la racine et y accomplit l'ensemble de son cycle seuls les œufs sont émis à l'extérieur de la racine. En induisant leurs sites nourriciers dans les racines, ces vers provoquent la formation de galles typiques de l'infection (Figure 25) (Caroline ,2009)

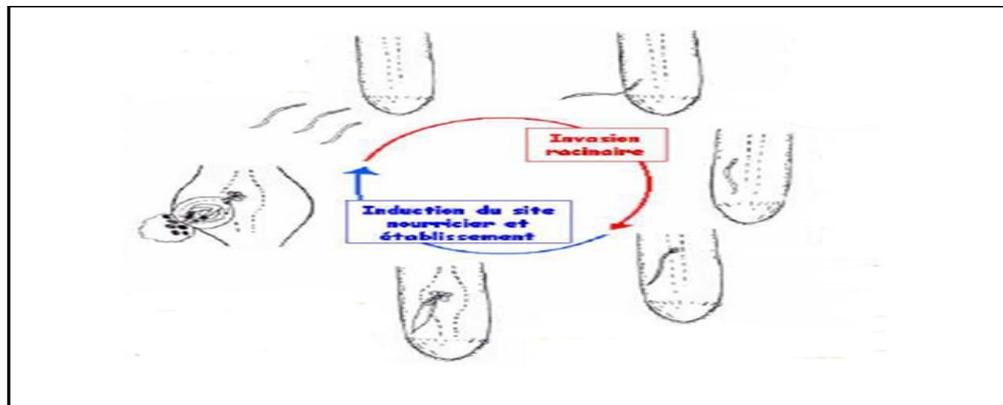


Figure 25. Cycle développement des nématodes à galles (Caroline ,2009)

6.2. Genre: *Globodera*(Nématodes à kystes)

Ce sont des nématodes de quarantaine qui constituent des menaces importantes et réelles pour le marché, sont des parasites obligatoires de la famille des solanacées (Bélaïr, 2005). Les œufs se développent ainsi à l'intérieur de la femelle fécondée, dont la cuticule se transforme en une enveloppe de protection : le kyste. Ce dernier peut contenir jusqu'à un millier d'œufs qui peuvent rester viables pendant 20 à 30 ans en l'absence des solanées hôtes. Les juvéniles du 2^{ème} stade pénètrent dans les racines et migrent jusqu'au cylindre central où

elles vont se fixer et induire la formation par digestion des parois d'un site nourricier appelé «Syncytium». Dans les racines, les juvéniles vont subir trois mues successives pour passer au stade adulte (Figure 26) (Galfout, 2014).

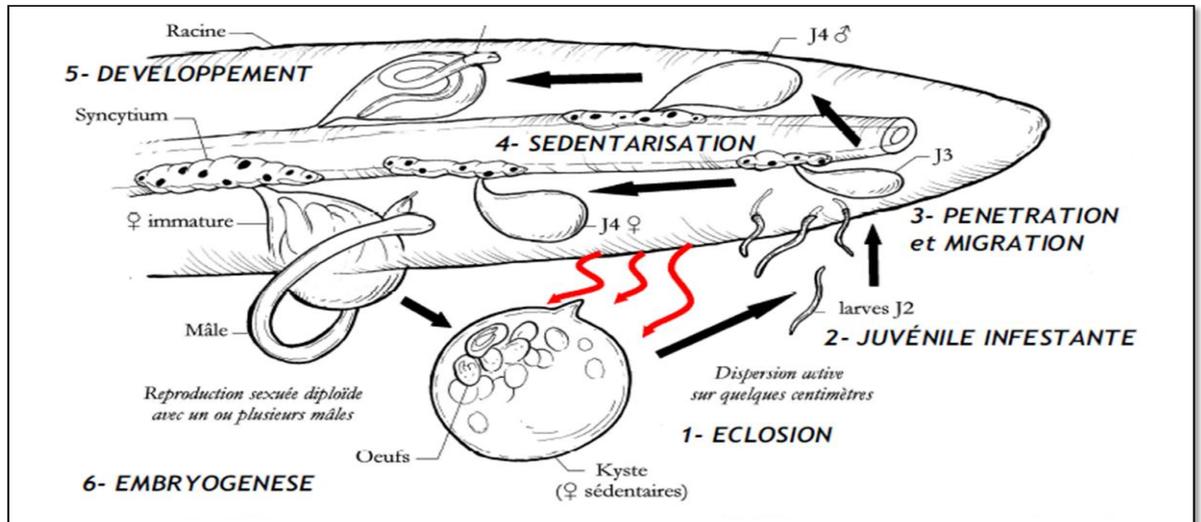


Figure 26 : Cycle biologique des nématodes à kyste du genre *Globodera* (Blanchard , 2006)

7. Symptômes

Les symptômes engendrés par les nématodes phytopathogènes sont très divers (tableau 6)

Tableau 06 : Symptômes d'attaques de nématodes (Coyne et al, 2010).

Symptômes	
Sur parties souterraines	Sur les parties aériennes
<ul style="list-style-type: none"> • Formation de galles. • Racines raccourcies, épaissies, enflées à leurs extrémités. • Lésions, nécroses et crevasses sur les racines et les tubercules. • Pourrissement et mort des racines et tubercules. • Présence de kystes ou de 'perles' sur les racines • Racines déformées et architecture racinaire altérée 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de galle, ou gonflement anormal des grains ou des feuilles • Des stries sur feuille, blanchissement et décoloration des feuilles • Epaisissements, crevasses et croissance désorganisée des tissus • Nécrose interne de la tige, association avec un anneau rouge, et de l'inflorescence • Chlorose/brunissement des feuilles ou aiguilles, possible mort de l'arbre.

8. Dégâts

Les nématodes phytophages sont des parasites obligatoires occasionnant des dégâts considérables sur les grandes cultures à travers le monde, représentant un coût d'environ 100 milliards d'euros. (Blanchard ,2006)

Ils sont animaux qui endommagent directement ou indirectement les cultures solanacées (tomate, pomme de terre, aubergine...), présents à la fois dans les serres et en plein champ (Al-hazmi ,1997)

Les lésions produites et la formation des galles constituent des voies de pénétration pour d'autres agents pathogènes. Aussi, les transformations physiologiques chez la plante attaquée favorisent l'établissement et le développement d'agents pathogènes cryptogamiques ou bactériens (PROT, 1986)

9. Méthodes de lutte

9.1. Mesures prophylactiques

Elles comprennent toutes les mesures permettant d'éviter la propagation des infestations des nématodes : nettoyage des outils agricoles, irrigation avec de l'eau non contaminée, élimination des parties contaminées du matériel végétal de replantation. (Prot, 1986 ; Al-hazmi et *al*, 1995).

Les techniques de désinfection du sol telles que l'inondation ou la solarisation sont assimilables à des mesures prophylactiques(Prot, 1986).

9.2. Méthodes culturales

Utilisation de la jachère nue ou travaillée, bien gérer les rotations culturales, un labour en période très sèche pour soumettre les nématodes à la dessiccation, chaulage, choix des dates de plantation et des variétés résistances, etc ... (Cayrol et *al*, 1992).

9.3. Lutte biologique

Les principes de lutte biologique contre les nématodes ont été exposés par l'INRA. Elles consistent à utiliser les ennemis naturels des nématodes qui sont nombreux et variés (amibes, bactéries, arthropodes, nématodes, champignons etc).

9.4. Lutte chimique

Elle est réalisée à l'aide de nématicides de synthèse existant sous diverses formes et ayant des modes d'actions variés. En cultures maraîchères deux produits fumigènes peuvent être recommandés: le méthane sodium et le DD (dichloropropane +dichloropropène). Ils nécessitent une bonne préparation du sol et un arrosage abondant avant et après application. Ils doivent être utilisés au moins trois semaines avant semis ou repiquage. Ils détruisent aussi les insectes, les champignons et les mauvaises herbes (Prot, 1986).

Partie 02 :
Etude expérimentale

Chapitre III
Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. Station prospection.

Notre étude expérimentale a été menée dans une parcelle de tomate naturellement infestée par le nématode phytoparasite au niveau de l'exploitation de monsieur Akif Slimane, située à environ de 15 kilomètres au nord-ouest de la commune de Daya Ben Dahwa, dans la région nord-ouest de la commune de Ghardaïa, à une latitude de $32^{\circ}33'08,886''\text{N}$ et $03^{\circ}29'30,991''\text{E}$. Cette exploitation s'intéresse d'une part aux cultures maraîchères, et arbres fruitiers et la phoeniciculture. D'autre part, à l'élevage ovin.



Figure 27. Vue satellite de la station d'étude (Elbatma) (Google Erth;2017).

2. Matériel biologique

2.1. Matériel animal

Le Matériel animal utilisé au cours de notre expérimentation sont les nématodes phytoparasites provenant des parcelles de tomate infestées de la zone de Daya Ben Dahwa.

2.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.

2.3. Plantes nématicides utilisées

Le choix des plantes est dû à son utilisation par les agriculteurs contre les insectes nuisibles et aussi contre les nématodes phytoparasites sous serres (Tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, *Peganum harmala*, Basilic *Ocimum basilicum*, Girofle *Syzygium aromaticum*, Rose d'inde *Tagetes erecta*). Et aussi avec l'aide de Mme Chahma Souad et Mme Malouk Salima.

- **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)**

- ***Peganum harmala* L**

Systematique

Embranchement :	Spermatophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous classe :	Rosidae
Ordre :	Sapindales
Famille :	Zygophyllaceae
Genre :	<i>Peganum</i>
Espèce :	<i>Peganum harmala</i> L. (Ozenda, 1991 in Kamassi ,2008).

Description botanique

Plante herbacée vivace, à tiges ordinairement peu rameuses, de 30 à 90 cm de haut, densément feuillés, à feuilles allongées et irrégulièrement. Elle présente des fleurs blanches avec des sépales inégaux. Les fleurs sont monoïques dotées de dix à quinze étamines à Anthères longues de 8 mm à filets très élargis et plat dans leur partie inférieure, et à gynécée de 8-9 mm de longueur. Les fruits sont des petites capsules sphériques, renfermant des graines noires (Figure 28) (Maire, 1933 in Kamassi ,2008).



Figure 28. *Peganum harmala L.* (Kamassi ,2008)

- **Basilic** *Ocimum basilicum*

Systematique

Règne	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Lamiales
Famille :	Lamiaceae
Genre :	<i>Ocimum</i>
Espèce :	<i>Ocimum basilicum L.</i> , 1753

Description

Généralement le basilic peut atteindre une hauteur de 60 à 90 cm et a un port dressé et branchu. Les feuilles sont lisses et de couleur vert clair, les fleurs sont petites et blanches. Le basilic cannelle a un port semblable, mais est beaucoup plus petit et atteint 30 à 40 cm, il a des feuilles violacées plus petites, des épis floraux roses et une odeur rappelant l'anis et la cannelle. (Raimo et Yvonne, 2005)



Figure 29. *Ocimum basilicum*(Raimo et Yvonne, 2005)

- **Rose d'Inde (*Tagetes erecta*)**

Systematique

Règne :	Plantae
Sous-règne :	Tracheobionta
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Sous-classe :	Asteridae
Ordre :	Asterales
Famille :	<i>Asteraceae</i>
Genre :	<i>Tagetes</i> L.

Description

Cette plante vigoureuse appartient à la famille des astéracées et au genre tagète. Elle est particulièrement florifère, facile à cultiver et de croissance rapide. Elle craint néanmoins les étés humides. Ses fleurs, des capitules solitaires jaunes, orangés, bruns, rouges ou multicolores, sont comestibles et ont un goût rappelant celui du fruit de la passion. Elles s'épanouissent du mois de juin aux mois de septembre et octobre. Ses feuilles dégagent une odeur assez désagréable, qui repousse certains insectes. C'est pourquoi les œillets d'Inde(Rose d'Inde) sont souvent plantés au milieu d'un jardin potager. Il en existe plusieurs variétés(Photo 36) : les œillets nains, les œillets à fleurs simples, les œillets à fleurs scabieuses et les roses d'Inde (*Tagetes erecta*) (Loudon ,1992)



Figure 07. *Tagetes erecta* (Originale, 2017)

- **Girofle** *Syzygium aromaticum*

Systematique

Règne	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Famille :	<i>Myrtaceae</i>
Genre :	<i>Syzygium</i> (Botineau,2007)

Description

Cet arbre de 15 à 20 mètres de haut apprécie les sols tropicaux maritimes drainés. Ses feuilles sont opposées, coriaces et persistantes. Ses fleurs blanc rosé sont groupées en petites cymes compactes et ramifiées. Le bouton floral (clou) a une morphologie typique : partie quadrangulaire (hypanthe) et une tête globuleuse, entourée par les 4 sépales et constituée des 4 pétales enfermant de très nombreuses étamines recourbées (Carole, 2013).



Figure 30. Fleurs de girofle (Carole, 2013).

3. Méthodologie

3.1. Au terrain

3.1.1. Choix de la station d'étude

Afin de sélectionner l'exploitation convenable pour notre étude, on a été orienté par la DSA (Direction des Services Agricoles) vers les zones qui souffrent de la présence des nématodes. Enfin, nous avons opté pour cette exploitation selon les critères de choix suivants :

- L'accessibilité.
- Surfaces suffisantes pour l'étude

3.1.2. Diagnostic visuel directe

Nous avons observé et détecté les symptômes sur partie aérienne et partie racine de la culture de tomate



Figure 08. Détection et diagnostic visuel direct **A** et **B**. Symptômes sur tout parcelle de tomate. **C**, **D**, **E** et **F**. Symptômes sur les racines. (Originale ,2017)

3.1.3. Echantillonnage

nous avons réalisé, au niveau de parcelle cultivée des échantillonnages aléatoires. Qui représenté dans le schéma d'échantillonnage suivant:

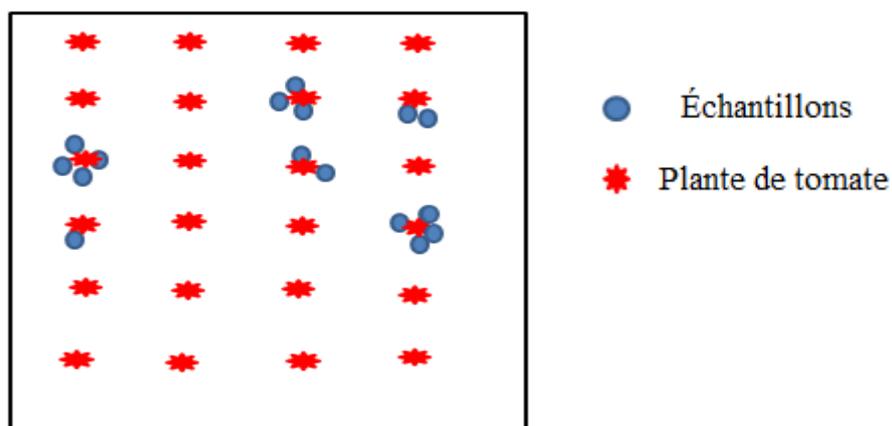


Figure 31. Croquis d'échantillonnage de nématodes

- **Matériel utilisé**

Le matériel utilisé sur terrain pour l'échantillonnage se compose :

- Tarière : pour creuser et prélever l'échantillon du sol.
- Couteaux (pour couper les racines)
- Bêche et binette, truelle à main
- Sachets en plastique : pour la collecte du sol ou des racines prélevés
- Appareil photo



Photo 09. Matériel utilisé au terrain (Originale, 2017)



Photo 10.Echantillonnage de nématodes, A.Prélèvement du sol à l'aide de la tarière (Originale,2017) ; B.Terrain d'échantillonnage du sol(Originale,2017)

3.1.4. Conservation et maintien d'échantillons

Les nématodes sont très fragiles. Les échantillons provenant du terrain sont conservés à la bonne condition. Ils ne doivent pas rester exposés au soleil directement ou dans un véhicule fermé au soleil.



Photo 11.Conservation et maintien d'échantillons (Originale ,2017)

3.2. Au laboratoire

3.2.1. Extraction des nématodes « méthode de Cobb » pour identifier

- **Matériel de l'extraction des nématodes**
 - Deux seaux en plastique de 6 à 10L . Trois tamis de 1.6cm, et 125 μm , et 63 μm . Bêchers. Pissette d'eau. Boîtes de Pétri. Lames et lamelles. Papier « kleenex » . Etiquettes. Supports émaillés. Loupe binoculaire. Microscope avec appareil photo.



Photo 12. Matériel utilisé pour l'extraction des nématodes (Originale ,2017)

Le choix de la méthode d'extraction dépend des conditions techniques et matérielles disponibles et aussi grâce aux d'études antérieures sur nématode.

Dans notre travail nous avons utilisé la technique de Cobb (méthode des seaux de Dalmasso 1966) (Figure 45).

- On pèse la quantité du sol (500g) .(Photo A)
- Sous fort courant d'eau sur tamis de 1,6mm .ce passage permet d'éliminer les débris organiques de grandes dimensions, les sables grossiers et les cailloux.(Photo B)
- On remplit le seau avec l'eau et mélange à la main et laisse sédimenter de 30 secondes ; les particules de sol les plus lourdes sédimenter au fond du seau .(Photo C)
- On décanter l'eau sur deux tamis superposé de 125 μm et de 63 μm l'un sur l'autre (Photo D) .
- On rince à l'eau les résidus restés sur les tamis à l'intérieur d'un béccher (Photo E et F).
- Jeter la terre restée au fond du seau.
- On Prend du papier « kleenex »le placer sur un support émaillé tout sur boîte pétri. (Photo G)
- On versé le contenu sur une boîte Pétri et rempli avec l'eau en bisette (Photo G et H)
- On recouvre la boîte de Pétri avec étiquetage et on laisse reposer 1 à 2 jours pour sortie les nématodes dans la boîte de Petri (Photo H)



Photo 13. Protocole d'extraction des nématodes à partir du sol (Originale, 2017)

3.2.2. Pêchage des nématodes

Après 24 heures ou 48 heures, les suspensions obtenues lors d'extraction dans les boîtes de Pétri, on a pêché les nématodes sous la loupe binoculaire à l'aide d'un cil monté sur un support.



Photo 14. Pêchage des nématodes à l'aide d'un cil monté sur un support sous une loupe binoculaire (Originale, 2017)

3.2.3. Fixation des nématodes

Les nématodes pêchés sont fixés par la solution de fixation, on tue les nématodes. On consiste à ajouter le tube suspension de nématodes au bain marie à 100 °C pendant 2 min. On ajoute des gouttes de solution de fixation TAF : (Triéthanolamine 2 ml, Formaline (formaldéhyde à 40%) 7 ml, Eau distillée 91 ml). dans des tubes de suspension des nématodes fraîchement tués à la chaleur.



Photo 15. Nématodes fixés par TAF (Originale, 2017)

3.2.4. Montage temporaire d'un nématode sur la lame

Placer la suspension de nématodes dans une boîte de Pétri que l'on observe sous la loupe binoculaire.

Les nématodes sont prélevés avec un cil fixé sur un porte aiguille. Au fur et à mesure que l'on pêche, les nématodes sont mis entre lames et lamelles dans une goutte d'eau. Les lames sont collées à l'aide de vernis à ongle afin de fixer la lamelle.



Photo 16.Montage des nématodes sur les lames (Originale, 2017)

3.2.5. Identification

L'identification des genres est basée sur des caractères morphologiques observables à la loupe binoculaire tels que :

- La taille et la forme du nématode,
- La présence et la forme du stylet et des boutons basaux,
- La position de la vulve,
- Le recouvrement intestinal par les glandes œsophagiennes,
- La forme de la queue, de la tête...

L'observation des nématodes au microscope est indispensable pour réaliser les examens morphologiques et les mesures permettant de différencier les espèces les unes des autres. Les espèces peuvent être caractérisées grâce à des paramètres connus sous le nom d'« indices de De Man » qui sont désignés par des lettres dans les descriptions.



Photo 17.L'observation des nématodes au microscope et prise des photos (Originale, 2017)

3.3. Sous serre

• Matériel utilisé

Le matériel utilisé sous serre se compose :

- Matériel végétale ; plantes des tomates
- Matériel animal ; nématodes (échantillons des nématodes)
- Truelle à main
- Pots
- Arrosoir

3.3.1. Obtention des plantes saine de la tomate

3.3.1.1. Teste de germination

On a testé les graines de tomate pour germination au laboratoire

3.3.1.2. Préparation de la tourbe

Nous avons mélangé la tourbe avec le sable stérilisé a autoclave est mis dans des alvéoles pour le semis.

3.3.1.3. Semis

Nous avons effectué un semis sur plaque en pépinière le 26 janvier 2017, à raison 3 graine par alvéole, dans un substrat de tourbe.



Photo 18. Semis (Originale, 2017)

3.3.1.4. Stérilisation du le sol

Nous avons stérilisé le sol en autoclave à 80 à 90°C pendant 30 minutes pour témoin.

3.3.2. Repiquage et élevage des nématodes

Les plantules de tomate a été repiqué le 09/02/2017 dans des pots de 1kg remplis de sol infectée par les nématodes (Le sol qui a été prise à partir d'échantillons)

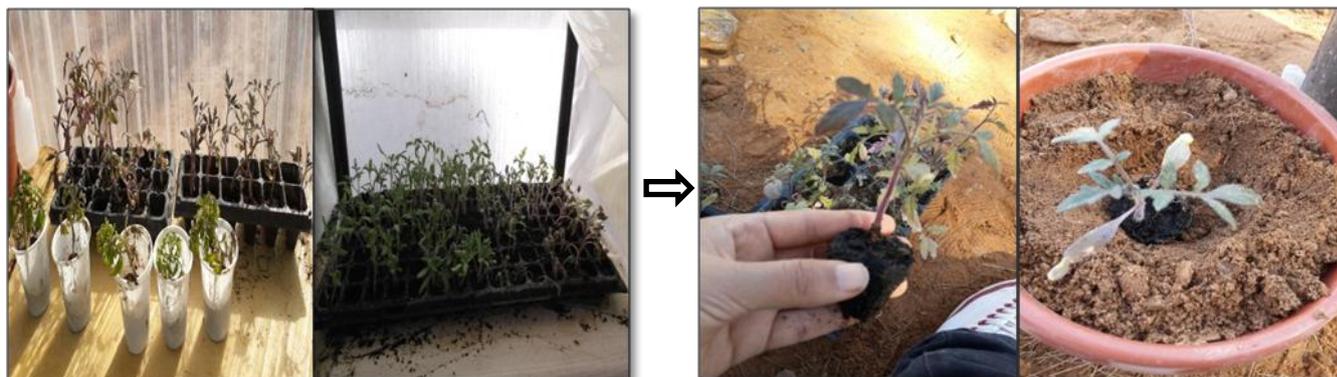


Photo 19 .Repiquage (Originale, 2017)

3.3.3. Séchage

Les feuilles et fleurs des plantes sont séparées des tiges et mises à sécher pendant deux semaine à l'air ambiant, à l'abri du soleil.



Photo 20.Séchage des plantes (Originale, 2017)

3.3.4. Broyage

On a Broye les plantes séchées à l'aide d'un moulin.

- **Matériel de broyage**

- Les plantes séchées (Tomate (*Lycopersicon esculentum*), *P.harmala* , Basilic (*Ocimum basilicum*) , Girofle (*S. aromaticum*), Rose d'inde (*Tagetes erecta*))
- Moulin
- Sachets en plastique et pots, étiquettes.



Photo 21. Broyage les plantes (Originale, 2017)

3.3.5. Extraction des nématodes pour traitement

On a utilisé la même méthode et matériel d'extraction primaire.

3.3.6. Application des traitements

- **Matériel utilisé**

- balance de précision ou normale
- boîte hermétique, fiole
- papier filtre, micropipette, entonnoir

3.3.6.1. Sur les boîtes de pétri

Pour l'application des traitements en boîtes de pétri on a utilisé deux méthodes ;

Méthode a : On a pesé des doses (0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,5 ; 1 ; 2,5 ; 5) de traitement de poudre des plants après en appliquer directement sur la solution l'extraction des nématodes.

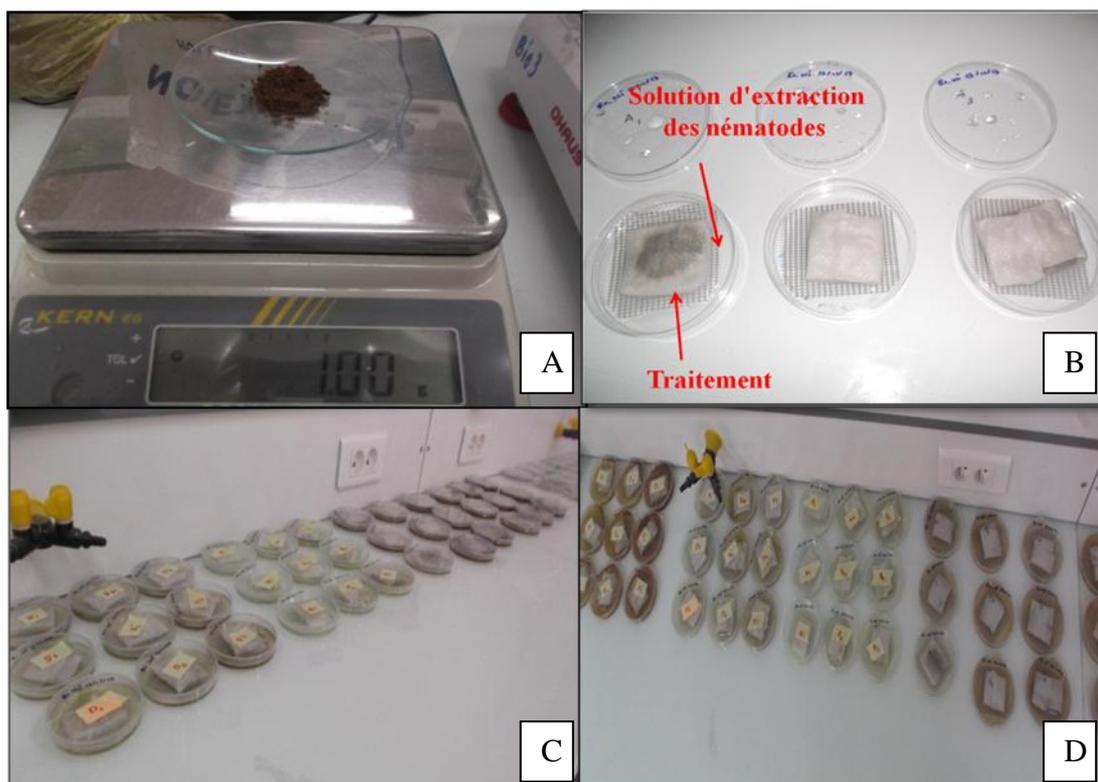


Photo 22. Méthode a d'application des traitements (Originale, 2017)

Méthode b :

- On préparer les solutions à partir les poudres des plants de traitement à des doses différent et 100 ml de l'eau du robinet (photo A)
- On prend 15 μ l de solution de 100 ml et verser dans 15ml de solution d'extraction des nématodes (photo 23).

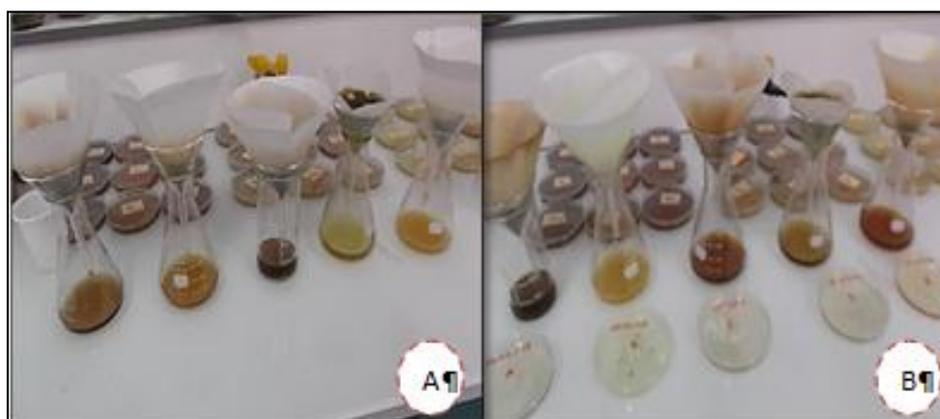


Photo 23. Méthode 2 d'application les traitements, **A.** Préparation de solution (originale, 2017) ; **B.** Application les traitements sur les nématodes en boîte de pétri (originale, 2017)

3.3.6.2. Sur les pots de tomate infectée

Après 16 jours en l'infection par nématode, on a effectué notre traitement (Figure 55) dans chaque dose on a choisi 5 répétition et un témoin positif.



photo 24. Application des traitements sur les pots de tomate (Originale, 2017)

3.3.7. Extraction des nématodes après le traitement

Il consiste à déterminer les traitements les plus efficaces sur les nématodes. Après 4 semaines de l'application les traitements on extrait des nématodes. On a utilisé même méthodes d'extraction avec simple différent en matériel (Figure 56)



photo 25. Extraction des nématodes après traitement (Originale, 2017)

3.3.8. Comptage

A l'aide de la loupe binoculaire on fait calculer la population des nématodes vivant pour chaque traitement et dose ; on a échantillonné les nématodes une existant dans solution d'extraction des nématodes à l'aide micropipette de 200 μl ; on prendre 100 μl d'extraction verser dans la lame (Figure 57).

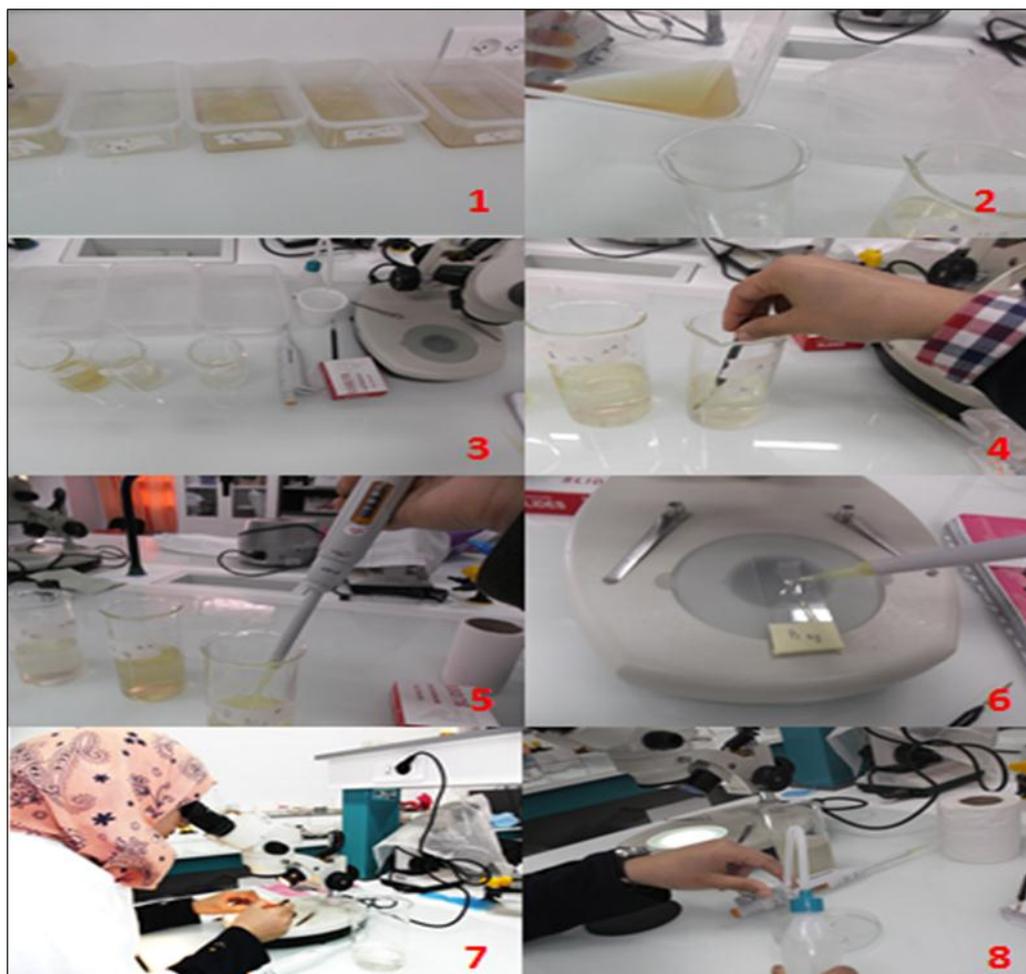


photo 26.Étape de contage (Originale, 2017)

3.3.9. Exploitation des résultats

3.3.9.1. Taux de mortalité (TM)

Il correspond au pourcentage des individus morte par rapport au nombre total des individus, il est estimé à l'aide de la formule suivante :

$$TM = (\text{Nombre des individus morts} / \text{nombre total des individus}) \times 100$$

3.3.9.2. Taux de mortalité corrigée (MC)

Pour calculée le pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du dose du traitement. On utilise la formule de SCHNEIDER et la table des probits.

Formule de SCHNEIDER :

$$MC = [M2 - M1 / 100 - M1] \times 100$$

MC :% de mortalité corrigée;

M2 : % de mortalité dans la population traitée;

M1 : % de mortalité dans la population témoin.

3.3.9.3. Calcul de la DL₅₀

le dose létal 50 (DL₅₀), correspond au dose nécessaire pour que 50% des individus d'une population meurent suite à un traitement par une substance quelconque. Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes de la dose du traitement.

3.3.9.4. Analyses statistiques (analyse de la variance "ANOVA")

Dans notre travail on a utilisé l'analyse statistique (ANOVA), pour déterminé l'efficacité des traitements sur les nématodes dans les boite de pétri et les pots de tomate, et les doses des traitements, ainsi taux de mortalité les nématodes de chaque traitements, par l'utilisation de logiciel XL stat 2009.

Chapitre IV
Résultats et discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

I. Résultats.

1. Détection et identification

1.1. Prospection de parcelle de la tomate par nématodes phytoparasite

On détecté la cause de perte de la parcelle de tomate de l'exploitation de monsieur Akif Slimane par le diagnostic visuel direct ; par l'observation les symptômes la partie arienne et les racines aussi nous avons base sur la diagnostic au laboratoire. à cause de la présence des nématodes phytoparasites.

1.2. Espèces des nématodes identifiées

Notre travail a été réalisé dans une parcelle au niveau d'une palmeraie de la région de Daya ben dahwa Les échantillons ont porté sur des prélèvements de sol dans la rhizosphère de la tomate dans la station prospectée.

Nous avons basé dans l'indentification des nématodes sur les clés de Roland N. P. , Maurice M., and James L. S.,2010 ; John B. & James L. S.,2007 ; Kimenju J.& al, 2006; Starr J. & al ,2002 ; Al-hazmi ,1997.

Après les analyses nématologique des échantillons de sol (la population initiale), nous avons identifié 16 genres variables pourcentage (fig 58, fig 59). Le principaux genres identifiée sont ; *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Rotylenchulus* , *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*.

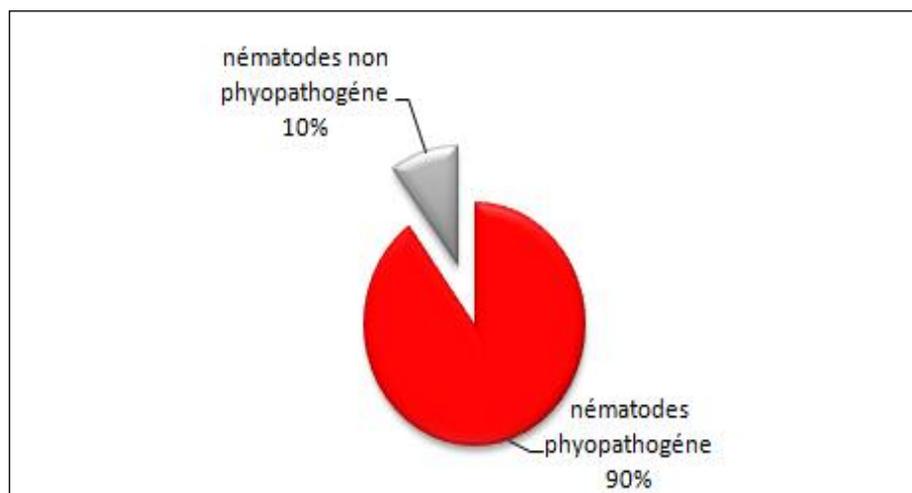


Figure 32. Pourcentage des nématodes identifiées

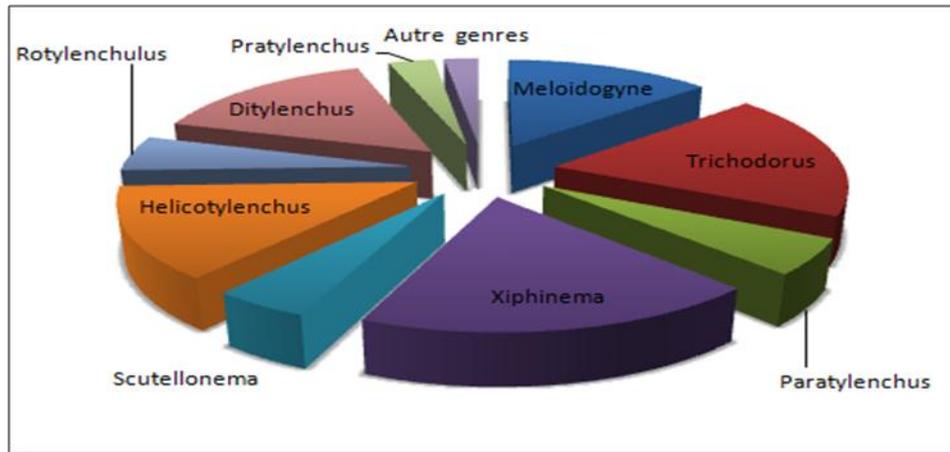
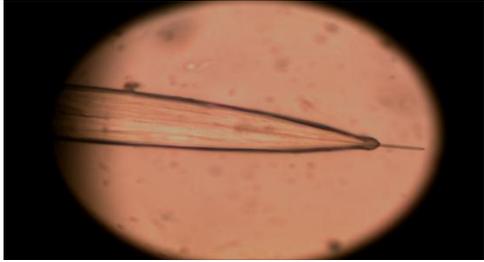
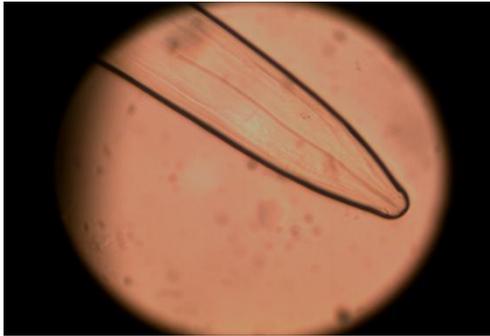
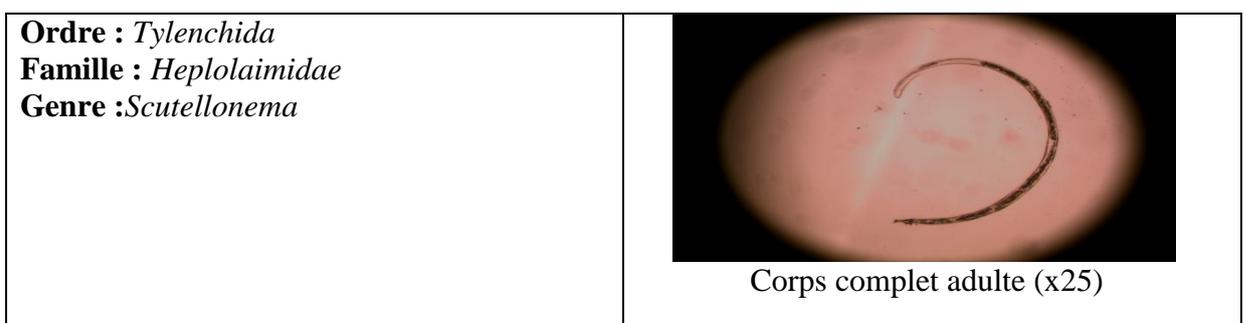
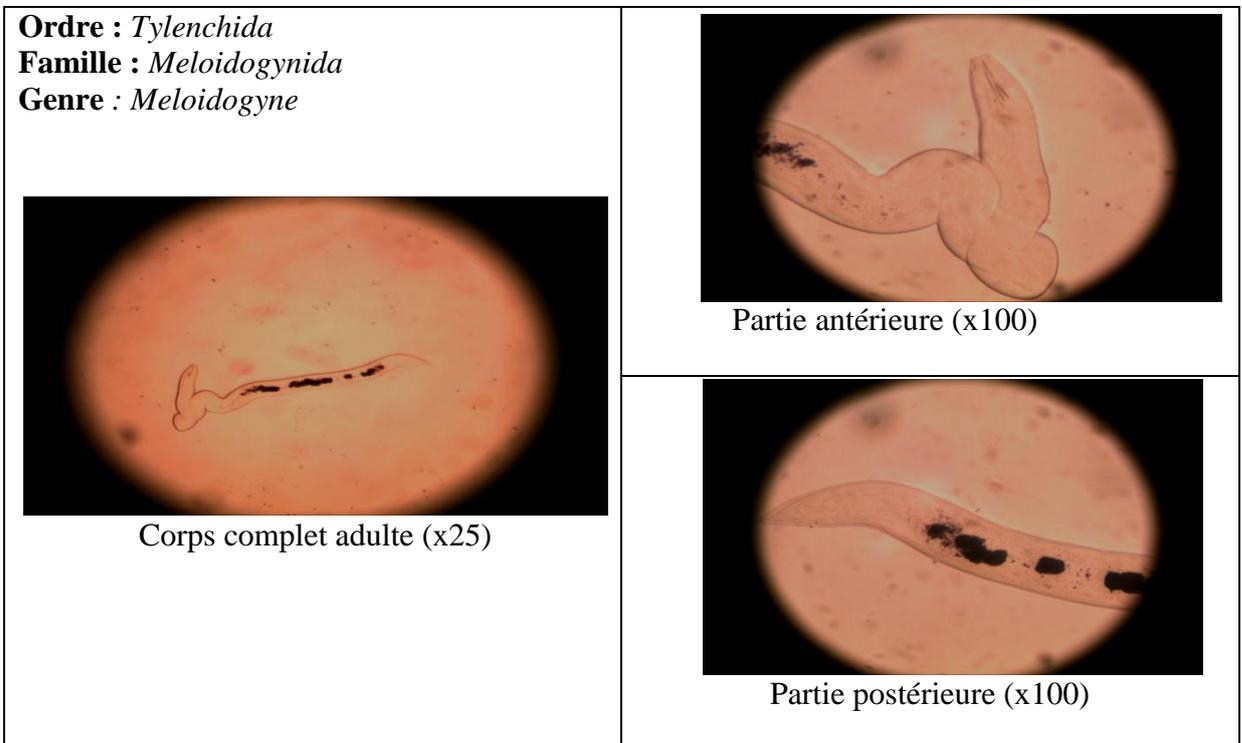
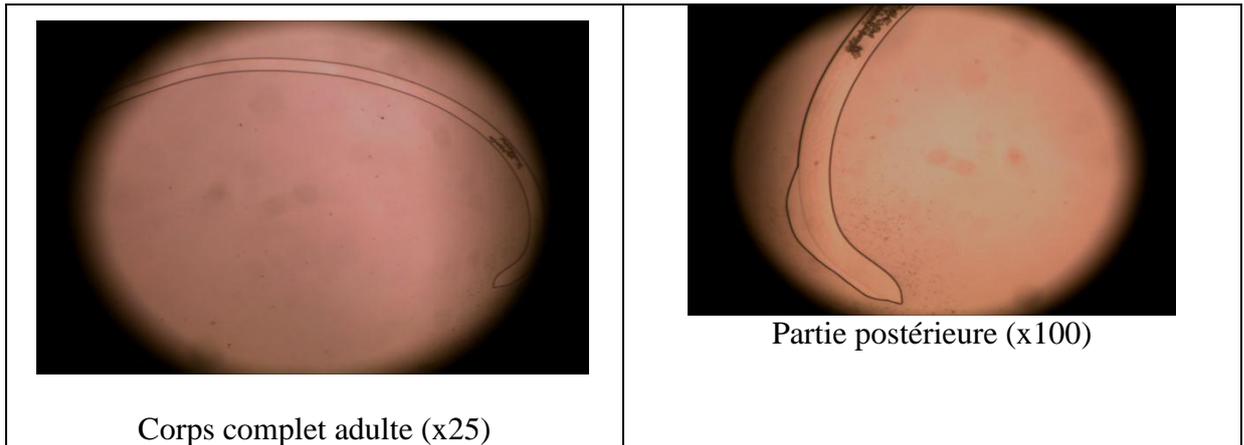


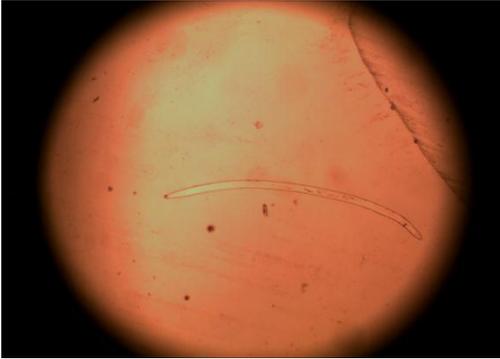
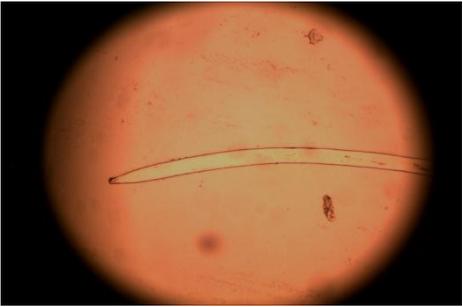
Figure 33. Pourcentage les genres du nématode identifiée

Les genres nématodes pytopathogène identifiée

<p>Ordre : <i>Tylenchida</i> Famille : <i>Paratylenchidae</i> Genre : <i>Paratylenchus</i></p>  <p>Corps complet adulte (x25)</p>	 <p>Partie antérieure (x100)</p>  <p>Partie postérieure (x100)</p>
--	---

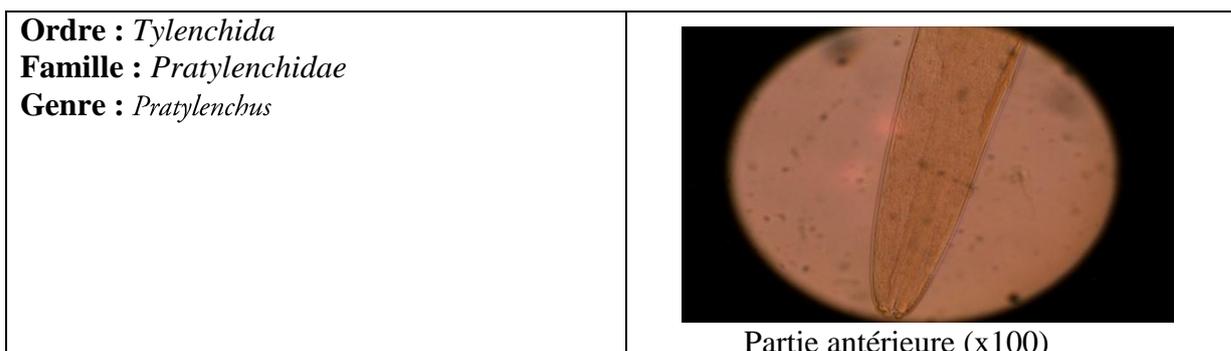
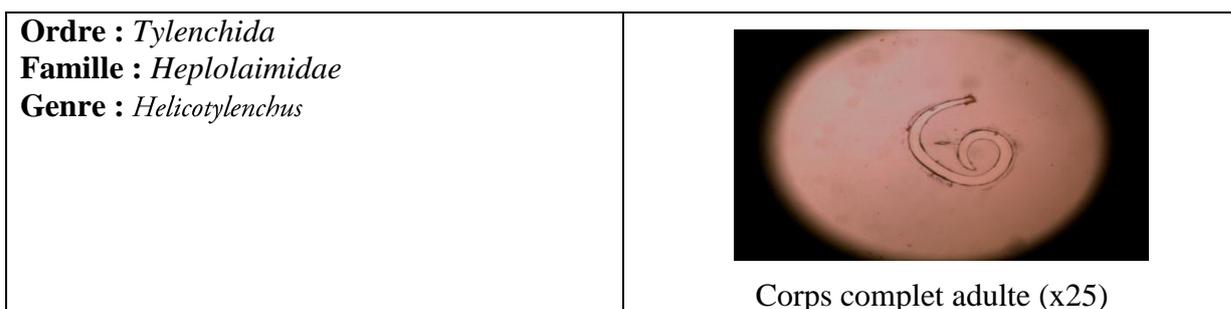
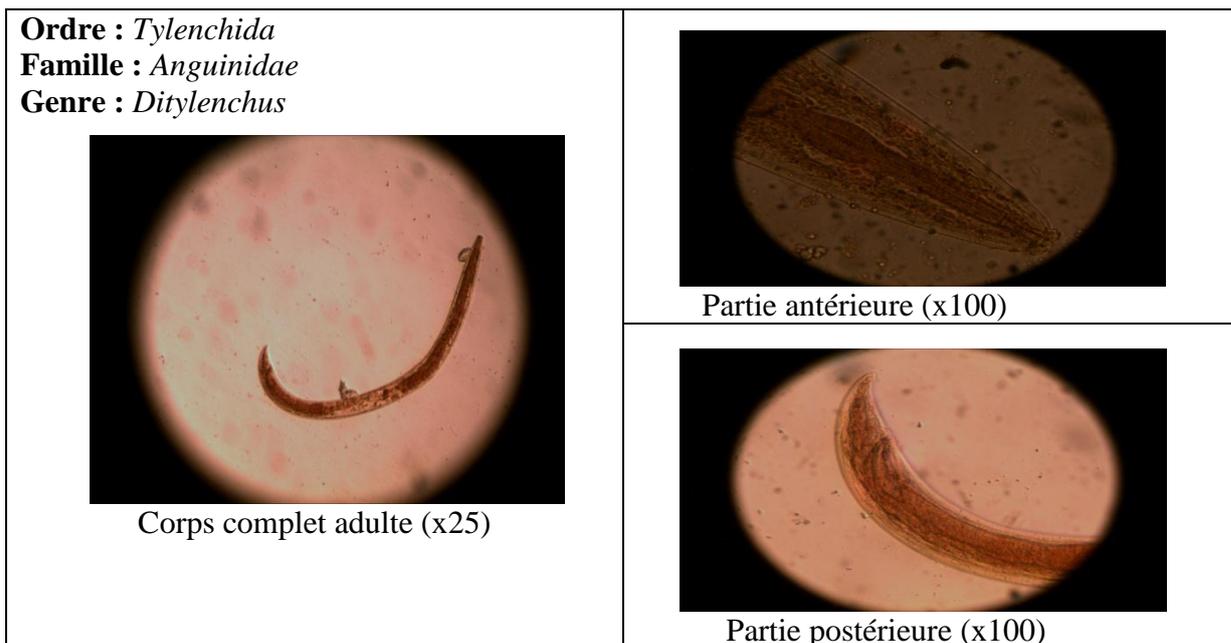
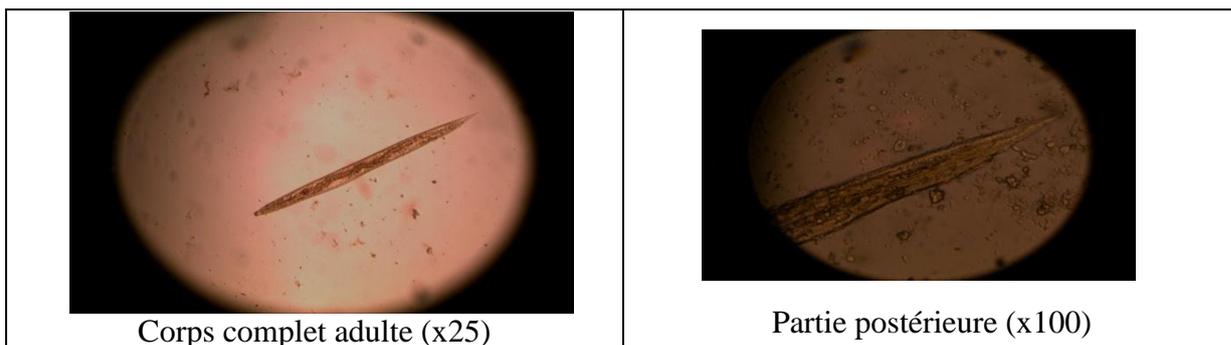
<p>Ordre : <i>Dorylaimidae</i> Famille : <i>Trichodoridae</i> Genre : <i>Trichodorus</i></p>	 <p>Partie antérieure (x100)</p>
---	--

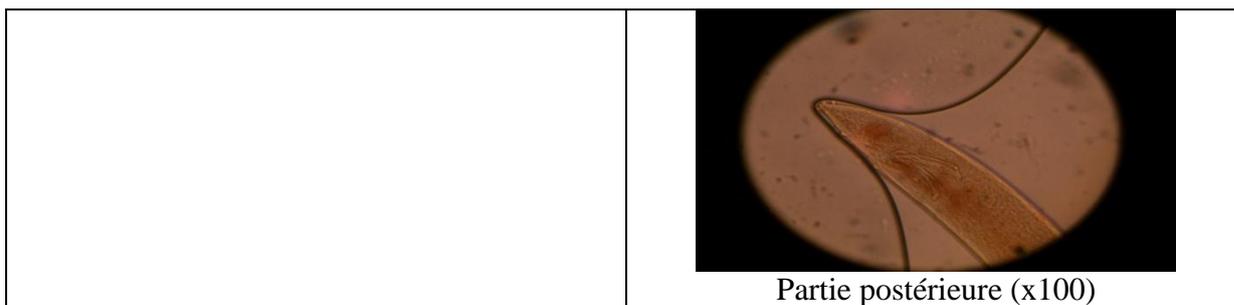


<p>Ordre : <i>Dorylaimida</i> Famille : <i>Longidoridae</i> Genre : <i>Xiphinema</i></p>  <p>Corps complet adulte (x25)</p>	 <p>Partie antérieure (x40)</p>  <p>Partie postérieure (x40)</p>
---	--

<p>Ordre : <i>Tylenchida</i> Famille : <i>Hoplolaimidae</i> Genre : <i>Rotylenchulus</i></p>  <p>Corps complet adulte (x25)</p>	 <p>Partie antérieure (x100)</p>  <p>Partie postérieure (x100)</p>
---	---

<p>Ordre : <i>Tylenchida</i> Famille : <i>Heteroderidae</i> Genre : <i>Meloidogyne</i></p>	 <p>Partie antérieure (x100)</p>
---	--





2. Efficacités de l'infection

Résultat d'analyse les pots de témoin positive (sans traitement), c'est augmentation la population des nématodes (40 nématodes/100 μ l) par rapport la population primaire (avant plantation la tomate), (25 nématodes/100 μ l).



Photo 27. Racine de tomate après l'infestation (Originale, 2017).



Photo 28. Partie aérienne de tomate après l'infestation (Originale, 2017).

3. Evolution de l'effet des poudres des plantes sur taux de mortalité des nématodes phytoparasites et sur croissances des plantes de tomate

L'efficacité d'une poudre des plantes est évaluée par la mortalité, pour chaque poudre des plantes, le pourcentage moyen de mortalité est calculé, sachant que dans toute population, il existe une mortalité naturelle. De ce fait, les résultats ont été exprimés en pourcentage de mortalité corrigée et l'efficacité des nématicides a été évaluée par les droites de régression. Les résultats consignés dans les photos suivants montrent que les poudres des plantes présentent une activité nématicide qui augmente avec l'élévation au niveau des doses et les technique de l'exposition des traitements sur nématodes (in vitro, in vivo).

3.1. Effet des poudre des plantes sur le taux de mortalité des nématodes phytoparasites en boite de pétri

3.1.1. Effet de poudre de Tomate (*L. esculentu*)

Les taux de mortalité corrigé élevé sont de 100% à dose 2,5g, et le taux de mortalité corrigés faible 48,89% à dose 0,30 g après 24h chez les poudre de tomate en boite de pétri

Il a été remarqué, chez les nématodes traités à poudre de tomate en boite de pétri après 2 h à une dose 2,5 g leurs morts et déformation les défèrent stades des nématodes (photo 29).

Photo 29. Effet de poudre de la tomate sur nématodes phytoparasites en boite de pétri.

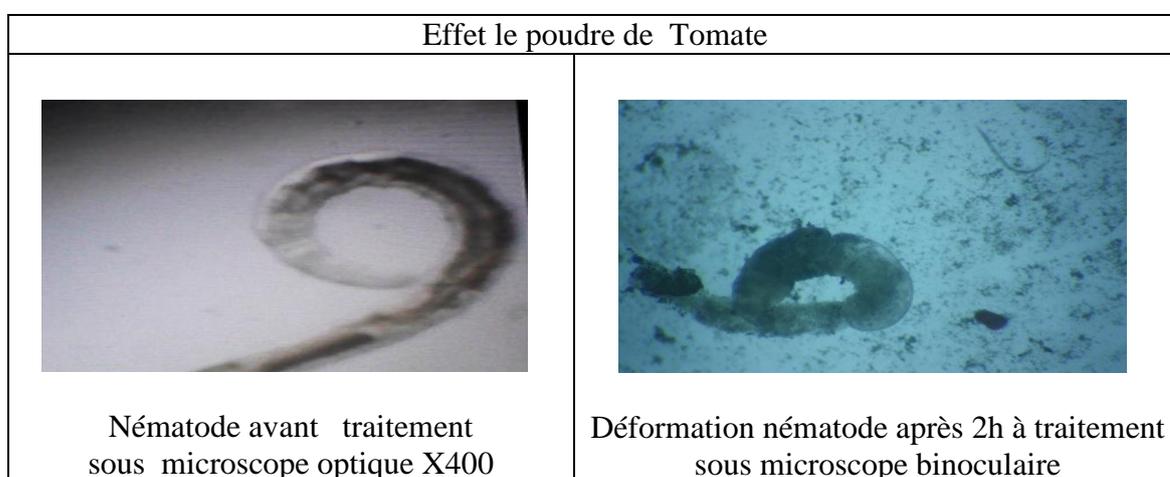


Tableau 07. Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de tomate.

Poudres végétal	Dosse(g)	Log (dose)	TM	MC	Probit
<i>Tomate lycopersicon esculentum</i>	0,1	-1	60	55,55	5,139
	0,2	-0,69	79	76,67	5,727
	0,3	-0,52	54	48,89	4,971
	0,5	-0,30	90	88,89	6,211
	1	0	98,5	98,3	7,100
	2,5	0,39	100	100	7,614
	5	0,69	99,5	99,44	7,361

Les donnes de tableau 07 sont notés la courbe suivante :

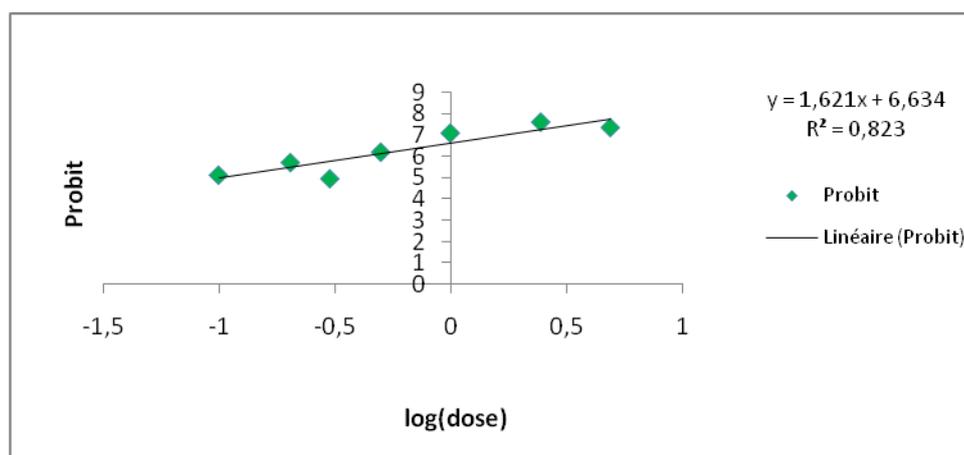


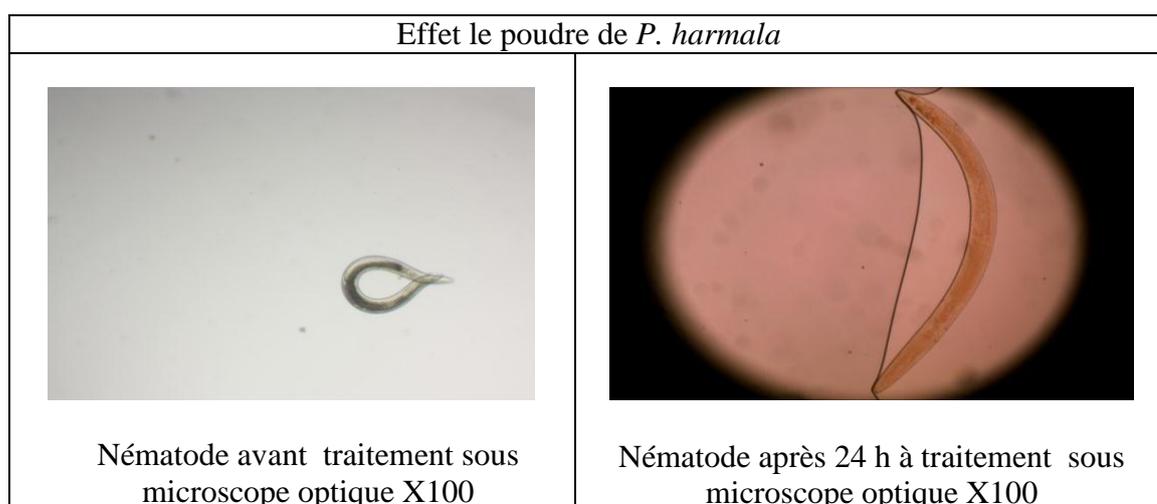
Figure 34. Action de différentes doses de poudre de tomate sur nématodes en boîte de pétri .

3.1.2. Effet de la poudre de *P. harmala*

Le pourcentage de mortalité corrigée élevée chez le poudre de *P. harmala* après 24hest 44,44% à dose 5g pour testé, et le taux de mortalité corrigés faible 5,55 % à dose 0,1g (Photo 29).

Il a été remarqué, chez les nématodes traités à poudre de *P.harmala* est leurs mortes avec forme fixé. (Photo 30).

Photo 30. Effet de poudre de *P. harmala* sur nématodes phytoparasites en boîte de pétri.



Tableaux 08. Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de *P. harmala*.

Poudres végétal	Dosse(g)	Log (dose)	TM	MC	Probit
<i>P.harmala</i>	0,1	-1	15	5,55	3,404
	0,2	-0,69	12,5	2,78	3,044
	0,3	-0,52	20	11,11	3,782
	0,5	-0,30	36,5	29,44	4,448
	1	0	25	16,67	4,035
	2,5	0,39	45	38,89	4,718
	5	0,69	50	44,44	4,862

Les donnes de tableau 08 sont notés la courbe suivante :

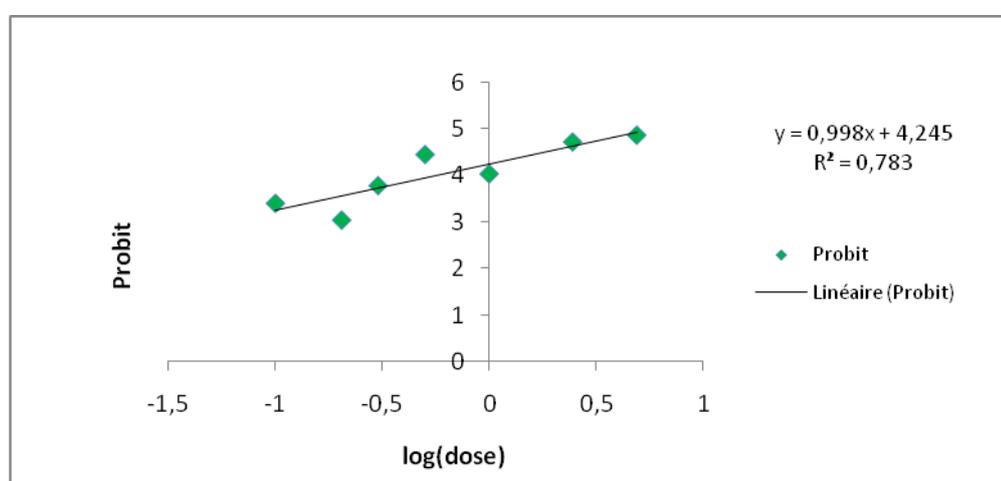


Figure 35. Action de différentes doses de poudre de *P. harmala* sur nématodes en boîte de pétri .

3.1.3. Effets de la poudre de Basilic *O. basilicum*

Le taux de mortalité corrigés élevée sont de 100% à dose 1 et 2,5g,et le taux de mortalité corrigés faible 67,78% à dose 0,1g après 24h chez les poudre de Basilic en boîte de pétri.

Il a été remarqué, chez les nématodes traités à poudre de Basilic en boîte de pétri après 24 h à dose 1et 2,5 g leurs morts et déformation les défèrent stades des nématodes (Photo 31).

Photo 31. Effet de poudre de Basilic sur nématodes phytoparasites en boîte de pétri.

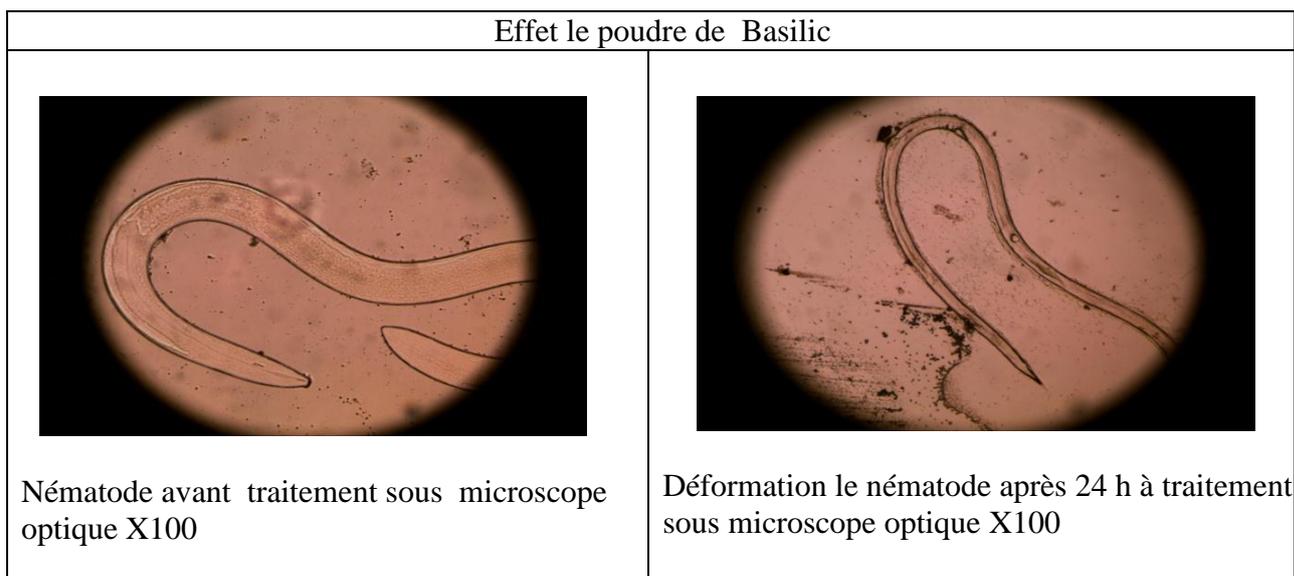


Tableau 09. Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de Basilic .

Poudres végétal	Dosse(g)	Log (dose)	TM	MC	Probit
Basilic <i>ocimum basilicum</i>	0,1	-1	71	67,78	5,461
	0,2	-0,69	76	73,33	5,619
	0,3	-0,52	89,5	88,33	6,188
	0,5	-0,30	99	98,89	7,291
	1	0	100	100	7,614
	2,5	0,39	100	100	7,614
	5	0,69	98	97,78	7,012

Les donnes des tableaux 09 sont notés la courbe suivante :

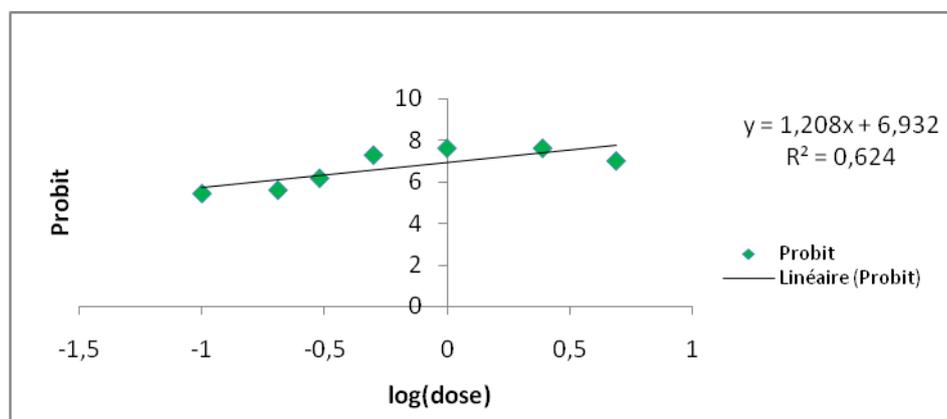


Figure 36 . Action de différentes doses de poudre Basilic sur nématodes en boîte de pétri .

3.1.4. Effets de la poudre de Rose d'Inde *T. erecta*

Le taux de mortalité corrigés élevée sont de 85,55% à dose 2,5g, et le taux de mortalité corrigés faible 5,55% à dose 0,1 g après 24h chez les poudre de Rose d'Inde en boite de pétri (Tableau 14)

Il a été remarqué, chez les nématodes traités à poudre de tomate en boite de pétri après 24 h à une dose 2,5 g leurs morts et déformation les défèrent stades des nématodes (Photo 32).

Photo 32. Effet de poudre de Rose d'Inde sur nématodes phytoparasites en boite de pétri.

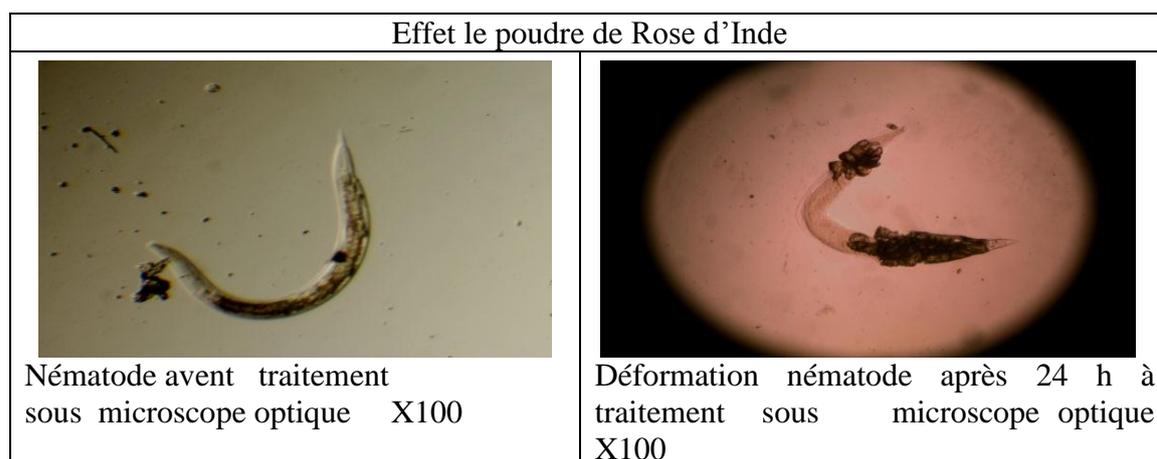


Tableau 10. Taux de mortalités et probits en fonction les doses de poudre de Rose d'Inde.

Poudres végétal	Dosse(g)	Log (dose)	TM	MC	Probit
<i>Rose d'Inde tagetes erecta</i>	0,1	-1	15	5,55	3,404
	0,2	-0,69	60	55,55	5,139
	0,3	-0,52	51	45,55	4,888
	0,5	-0,30	59	54,55	5,114
	1	0	75	72,22	5,592
	2,5	0,39	87	85,55	6,060
	5	0,69	83	81,11	5,885

Les donnes des tableaux 10 sont notés la courbe suivante :

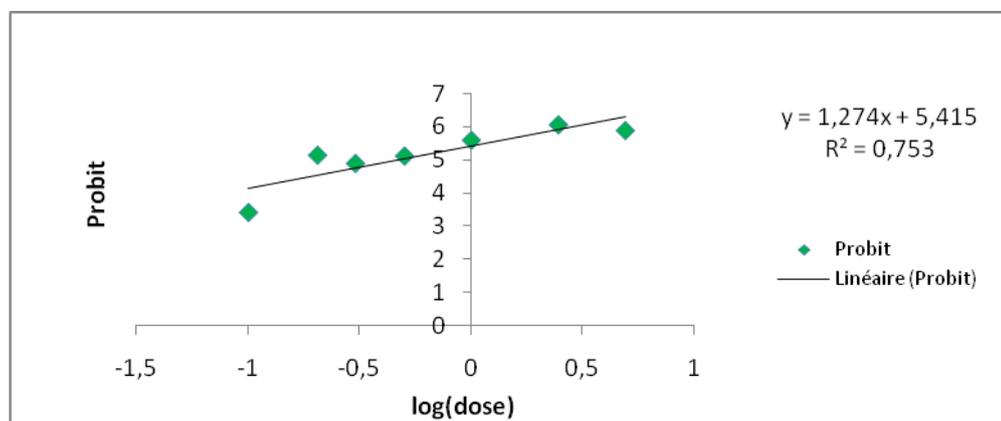


Figure 37. Action de différentes doses de poudre Rose d'Inde sur nématodes en boite de pétri.

3.1.5. Effets de la poudre de Girofle *syzgiumar omaticum*

Le taux de mortalité corrigés élevée sont de 100% à dose 5g, et le taux de mortalité corrigés faible 38,89% à dose 0,10 g après 24h chez les poudre de Girofle en boite de pétri

Il a été remarqué, chez les nématodes traités à poudre de Girofle *syzgiumar omaticum* en boite de pétri après 24 h à une dose 5 g leurs morts et déformation les défèrent stades des nématodes (Photo 33).

Photo 33. Effet de poudre de Giroflesur nématodes phytoparasites en boite de pétri

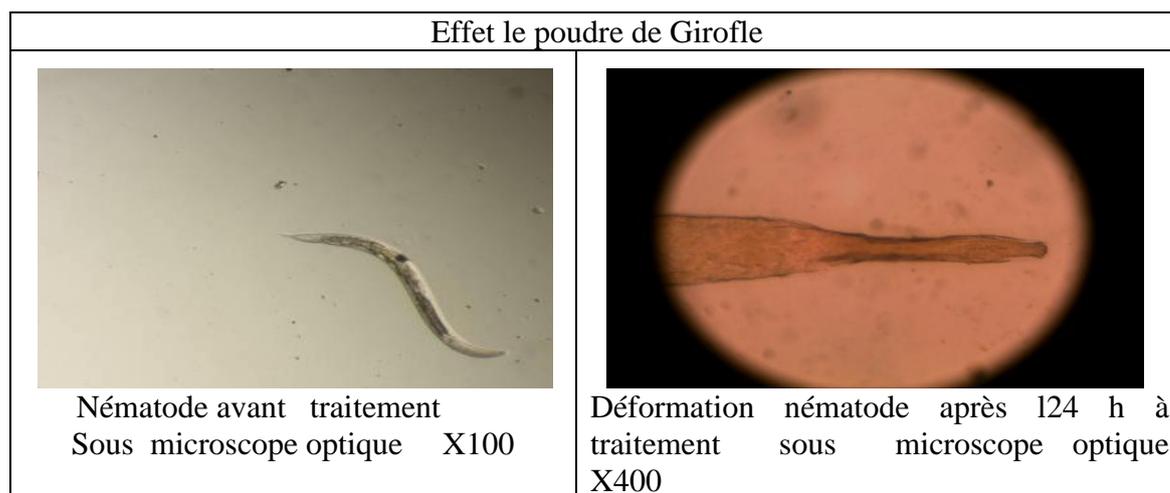


Tableau 11. Taux de mortalités et probit en fonction les doses de poudre de Girofle.

Poudres végétal	Dosse(g)	Log (dose)	TM	MC	Probit
<i>Girofle syzgiumar omaticum</i>	0,1	-1	45	38,89	4,718
	0,2	-0,69	56	51,11	5,034
	0,3	-0,52	76	73,33	5,619
	0,5	-0,30	89,5	88,33	6,189
	1	0	97	96,67	6,835
	2,5	0,39	98	97,78	7,012
	5	0,69	100	100	7,614

Les donnes des tableau 11 sont notés la courbe suivante :

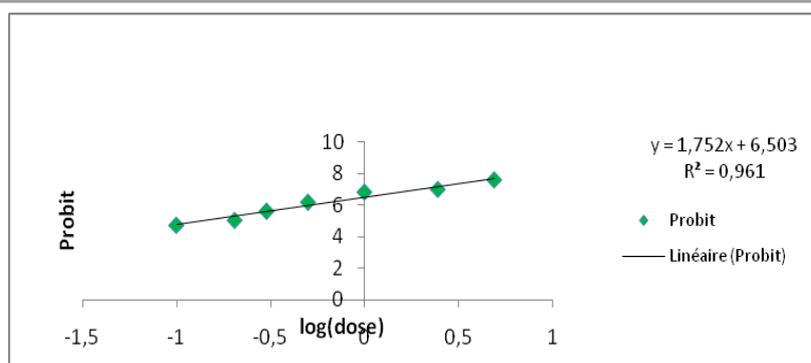


Figure 38. Action de différentes doses de poudre de Girofle sur nématodes en boîte de pétri

3.2. Effet de poudre des plantes sur taux de mortalité des nématodes phytoparasites en pots plantée par tomate

Nous rappelons que l'objectif de cette étude consiste à tester l'efficacité de différentes poudres des plantes in vivo sur le développement des nématodes sur une culture tomate. Les résultats de l'effet des différents traitements sont représentés dans le (Tableau 12).

Pour la pourcentage de mortalités corrigée de chaque poudre de traitement à différent dose, on a calculée les moyenne des taux de mortalités et comparée avec témoin ;on remarque différents des pourcentages de mortalités corrigée dans les 5 poudres de traitement, les pourcentages élevées est en poudre de Basilic 92,6%, et 75,56 en tomate et girofle , et 68,89% à Rose d'Inde, et faible pourcentages en poudre de *peganum harmala* 48,89%.

Tableau 12. Taux de mortalités et mortalités corrigée et probits en fonction les doses des traitements par poudres végétal des cinq plantes

Poudre végétale	Dose(g)	Log (dose)	TM	MC	Probit
Tomate <i>lycopersicon esculentum</i>	2g	0,30	90	88,89	3,664
	5g	0,70	90	88,89	3,664
	10g	1	54	48,89	3,3597
<i>Peganum harmala</i>	2g	0,30	63	58,89	3,4499
	5g	0,70	54	48,89	3,3597
	10g	1	45	38,89	3,2534
Basilic <i>ocimum basilicum</i>	2g	0,30	90	88,89	3,664
	5g	0,70	100	100	2,679
	10g	1	90	88,89	3,664
Rose d'Inde <i>tagetes erecta</i>	2g	0,30	81	78,89	3,6
	5g	0,70	72	68,89	3,53
	10g	1	63	58,89	3,4499
Girofle <i>syzgium aromaticum</i>	2g	0,30	81	78,89	3,6
	5g	0,70	72	68,89	3,53
	10g	1	81	78,89	3,6

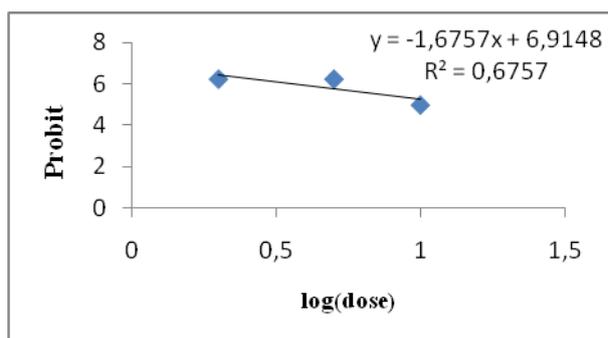


Figure 39. Action de différentes doses de poudre de tomate sur nématodes en pots plantée par tomate

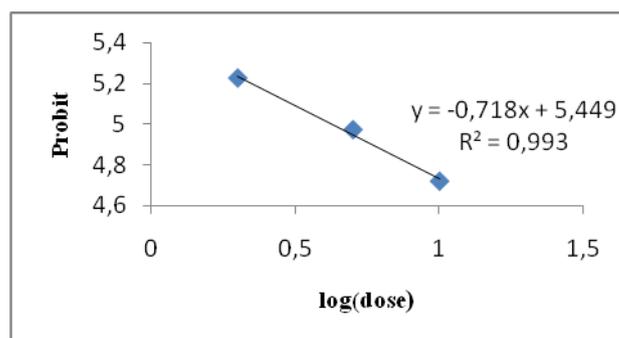


Figure 40. Action de différentes doses de poudre de *P. harmala* sur nématodes en pots plantée par tomate

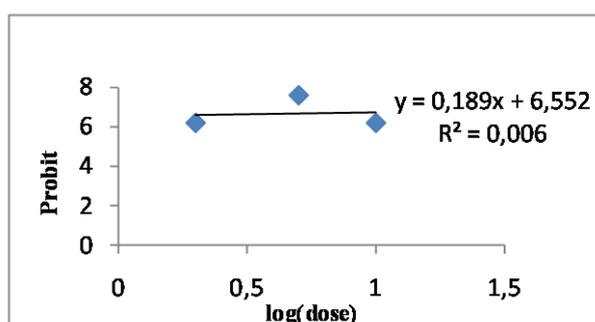


Figure 41. Action de différentes doses de poudre de basilic sur nématodes en pots plantée par tomate

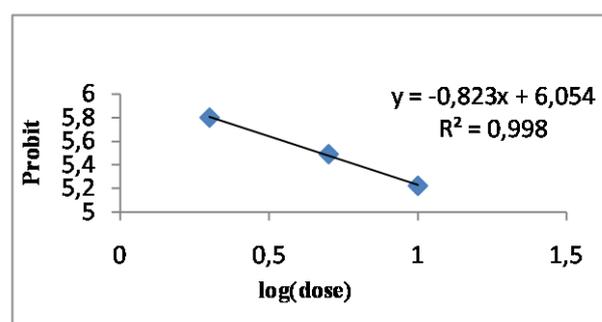


Figure 42. Action de différentes doses de poudre de Rose d'Inde sur nématodes en pots plantée par tomate

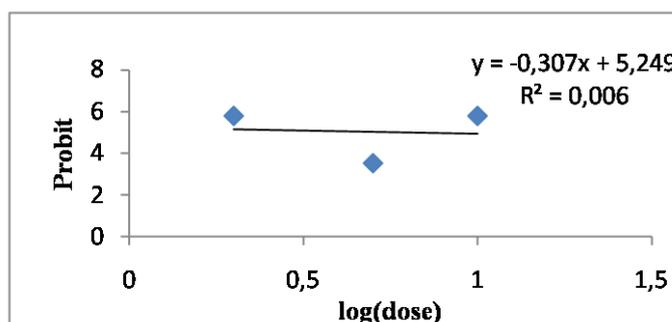


Figure 43. Action de différentes doses de poudre de girofle sur nématodes en pots plantée par tomate

3.3. Evolution de l'effet biocide des poudres des plantes sur la croissance des plantes des tomates

Le résultat de test l'efficacité du défèrent poudres des plantes in vivo sur croissance des plantes des tomates infectée par défèrent nématodes phytoparasite (Tableau 13).

Tableau 13: Moyenne de hauteur de tige et longueur de racine des tomates traitée en fonction des différentes doses des poudres de traitement

Poudres végétal	Dosse(g)	Hauteur de tige(cm)	Longueur de racine(cm)
Tomate	2	30	13
	5	32	13
	10	32	14
<i>Peganum harmala</i>	2	12	4
	5	10	5
	10	15	3
Basilic <i>ocimum basilicum</i>	2	15	10
	5	19	12
	10	30	19
Rose d'Inde <i>tagetes erecta</i>	2	20	5
	5	22	12
	10	24	10
Girofle <i>syzgium aromaticum</i>	2	18	6
	5	20	7
	10	25	8
Témoin	-	35	18

Tableau 14. Les plantes des tomates et longueur des racines après traitée par cinq poudres du plant nématicides.

les plantes tomates traitée	Longueur de racine
 <p>Plantes de tomates traitée par 5g de poudre de tomate</p>	 <p>Racine de tomate traitée par poudre de tomate</p>
 <p>Plantes de tomates traitée par 10g de <i>P. harmala</i></p>	 <p>Racine de tomate traitée par poudre de <i>P. harmala</i></p>



4. Analyse de variance ANOVA

L'Analyse de variance ANOVA à défèrent facteur de comparaisons multiples des moyennes, va le teste FICHER (LDS).

Les résultats de l'analyse de la variance à un critère de effectués pour l'évaluation de l'effet des poudres végétaux sur la taux mortalité les nématodes, et l'effet sur croissance des plantes des tomates, sont rapportés dans les tableaux suivant:

5.1. Analyse de la variance (Variable MC) in vitro

Pour la variable MC(mortalité corrigé) in vitro, les tables d'ANOVA montrent un effet très significatif du poudre végétale (p -value < 0.0001) et aussi significatif du 1 facteur dose (p -value < 0.0001).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
poudres végétaux	4	20996,697	5249,174	47,475	< 0,0001
Dosse(g)	6	10864,830	1810,805	16,377	< 0,0001

L'efficacité des poudres végétaux est classée à 3 groupes ; le groupe (A) c'est groupe faible effet (*P. harmala*), (B) c'est groupe signifie à moyenne effet (Rose d'Inde), et groupe (C) le groupe plus signifie à fort effet (Girofle, Tomate, Basilic).

Modalité	Moyenne	Groupes
<i>P. harmala</i>	21,269	A
Rose d'Inde	57,154	B
Girofle	78,016	C
Tomate	81,106	C
Basilic	89,444	C

Les doses sont aussi classées à 3 groupes ; (A) groupe à faible dose (0,1) ; (B) c'est groupe signifie à moyenne dose (0,2 ; 0,3) ; (C) groupe plus signifie à fort dose (0,5 ; 1 ; 2,5).

Modalité	Moyenne	Groupes
0,1	34,664	A
0,2	51,888	B
0,3	53,442	B
0,5	72,020	C
1	76,772	C
2,5	84,444	C
5	84,554	C

Analyse de la variance (Variable MC) in vivo :

Pour la variable MC (mortalité corrigée) in vivo ; les tables d'ANOVA montrent non significatif du facteur dose (p -value = 0,103).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
poudres végétaux	4	2978,062	744,515	6,501	0,012
Dosse(g)	2	699,418	349,709	3,054	0,103

L'efficacité des poudres végétaux dans le teste in vivo est classée à 3 groupes ; le groupe (A) c'est groupe faible effet (*P. harmala*, et Rose d'Inde), (B) c'est groupe signifie à moyenne effet (Rose d'Inde, Girofle, Tomate) ; et groupe (C) le groupe plus signifie à fort effet (Girofle, Tomate, Basilic).

Modalité	Moyenne	Groupes		
<i>P. harmala</i>	48,890	A		
Rose d'Inde	68,890	A	B	
Girofle	75,557		B	C
Tomate	75,557		B	C
Basilic	92,593			C

Analyse de la variance (Variable hauteur de tige (cm)) :

Chez Analyse de la variance hauteur de tige, le facteur de poudres végétaux est significatif (p-value = 0,001), et non significatif du le facteur dosse (p-value = 0,023).

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
poudres végétaux	4	543,600	135,900	16,373	0,001
Dosse(g)	2	103,600	51,800	6,241	0,023

Analyse de la variance (Variable longueur de racine) :

Chez Analyse de la variance longueur de racine non signifie, les deux facteurs non dignifie(p-value = 0,172)chez le facteur de dosse ,et(p-value = 0,006)chez le facteur poudres végétaux .

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
poudres végétaux	4	206,267	51,567	8,500	0,006
Dosse(g)	2	26,800	13,400	2,209	0,172

6. Dosse létal 50 (DL50) des différentes poudres des plantes d'étudiées

Tableau 15. Equations des droites de régression, coefficients de régressions et les valeurs de DL₅₀ évaluées pour les cinq poudres de plantes nématocides

Plantes	Niveau de test	Equation de régression	Coefficient de régression (R ²)	DL ₅₀
Tomate <i>L. esculentum</i>	in vitro	$y = 1,6218x + 6,6346$	R ² = 0,823	1,007
	in vivo	$y = -1,6757x + 6,9148$	R ² = 0,6757	1,142
<i>P. harmala</i>	in vitro	$y = 0,9985x + 4,2458$	R ² = 0,7834	0,755
	in vivo	$y = -0,718x + 5,4496$	R ² = 0,9932	0,633
Basilic	in vitro	$y = 1,2082x + 6,9324$	R ² = 0,6241	1,599
	in vivo	$y = 0,1896x + 6,5523$	R ² = 0,0068	8,187
Rose D'Inde	in vitro	$y = 1,2746x + 5,415$	R ² = 0,7539	0,325
	in vivo	$y = -0,823x + 6,0546$	R ² = 0,9984	1,281
Girofle	in vitro	$y = 1,7522x + 6,5038$	R ² = 0,9619	0,858
	in vivo	$y = -0,307x + 5,2494$	R ² = 0,0068	0,812

DL₅₀ relativement élevés. L'effet le plus marquée chez les tests in vitro de traitement Rose d'Inde, ayant des DL₅₀, signalés plus faibles comparativement à ceux constatés chez test in vivo. Cela traduit la toxicité des poudre s'avérant plus élevée pour les nématodes comparativement à teste in vivo.

II. Discussion

Le sol de la rhizosphère des plantes est un écosystème dynamique, complexe et en variation perpétuelle. Les plantes cultivées, la température et la texture du sol, les techniques d'aménagement et les pratiques culturales affectent la distribution et le degré d'abondance des nématodes ainsi que leur composition générique et spécifique (McSorley, 2003 ; Bakonyi et al., 2007 in Galfout, 2014).

En effet, les régions de daya ben dahwa exactement en Botma sont en majorité l'explantations il est isoles et le transport il est difficile, Elles sont caractérisées par des sols sableuxLa majorité des agriculteurs dans ces régions ne font pas de traitements du sol et n'utilisent que les variétés sensibles, quelques-uns seulement appliquent un traitement du sol par des nématicides à base d'organophosphorés comme le Mocap. Cette culture principale est généralement irriguée par gout à goutte.et la fertilisation est pour la plupart minérale.

Selon Witehead 1987 in Galfout, 2014, le choix variétal peut jouer un rôle important et les nématodes s'adapte à des conditions saisonnières de l'environnement très larges, ainsi ce nématode se développe et se reproduit à des températures variant de 20 à 27°C ,et s'adaptent également à une large gamme de texture du sol allant de sableux à argileux.

Les résultats relatifs à notre contribution sur l'analyses nématologique des échantillons de sol (la population initiale), nous avons identifié 16 genres variables pourcentage. Le principaux genres identifiée sont *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Rotylenchulus* , *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*.

Les pesticides utilisés en agriculture apparaissent responsables d'une pollutionde la plus part des biotopes. Pour réduire les inconvénients qui surviennent de cesproduits chimiques, l'utilisation de bio pesticide d'origine végétale parait une des poudres pour minimiser les préjudices.

Ce contexte on étudiée les compositions chimiques du Tomate, *P.harmala*, Basilic, Rose d'Inde et girofle .

Les feuilles de tomates sont toxiques à cause des quantités importantes d'alcaloïdes qu'elles contiennent. Par exemple, la déhydrotomatine et l'α-tomatine sont des glycoalcaloïdes présents en grande quantité dans les feuilles et les tiges de tomate (Kozukue et al, 2004).

Les feuilles de tomate contiennent également d'autres métabolites secondaires, comme les composés phénoliques ; Les principaux sont la rutine et l'acide chlorogénique, ces deux molécules sont également impliquées dans la résistance des plantes contre certaines maladies, voire contre des herbivores (Johnson K S, 2005; Mittelstra et al, 2006).

Peganum harmala contient des acides aminés (valine, proline, thréonine, histidine, acide glutamique, l'aniline, N-phénylformamide, et N-acétylaniline phénylalanine), des carbohydrates, des flavonoïdes, des coumarines, des bases volatiles, des tanins, des stérols, et des triterpènes (Tahrouch et al., 2002 et 1998 ; Harbome and Baxter, 1999 ; Sharaf et al., 1997). Leur teneur s'élève brusquement en été, durant la phase de mûrissement du fruit, au moment de la récolte de la graine. L'harmaline est un méthoxy-harmalol et une dihydroharmine, elle constitue les 2/3 des alcaloïdes totaux de la graine (Tahrouch et al., 2002).

Principaux composants de basilic est phénol ; eugénol, ester ; acétate d'eugényle. L'huile essentielle de basilic est principalement composée de méthylchavicol (46,9 %), géraniol (19,1 %), néral (15,15 %), géraniol (3,0 %), nérol (3,0 %) et caryophyllène (2,4 %) (Shizari, 2014).

La feuille de basilic est une importante source de polyphénols dont les principaux sont la rutine, l'isoquercétine, la quercétine, l'acide p-coumarique (Vlase, 2014).

Les plus connues des plantes « pièges » sont sans doute les tagètes propriétés nématicides de ces plantes, qui bloquent le développement des larves dans les racines, sont connues des civilisations d'Amérique Centrale et du Sud depuis longtemps. L'oeillet d'Inde (*Tagetes patula*, la rose d'Inde *T. erecta*) et le tagète des parfumeurs *T. minuta* (plus adapté aux climats tempérés) sont les plus efficaces contre les nématodes, installés au pied des légumes ou enfouis comme engrais verts (Cayrol 1991). Et elle a déjà été très étudié et une méthode de lutte l'utilisant comme précédent cultural a été proposée. Pour lutter contre les nématodes à galles. (Djian-Caporalino, 2008).

Les résultats des traitements nématicides à base cinq poudres végétaux (Tomate, *P. harmala*, Basilic, Rose d'Inde et Girofle.) in vitro et in vivo ils est variable des taux de

mortalité corrigé. Cette différence dans l'efficacité du fait de variation dans la composition chimique des poudres végétaux étudiées, et aussi méthode d'application les traitement.

Conclusion

Conclusion

L'agriculture saharienne a été depuis longtemps de type familial, avec un système oasien basé sur la phoeniciculture couvrant environ 60.000 hectares (80.000.000 de palmiers), en association avec la céréaliculture et le maraîchage. Parmi ce dernier, nous notons une dominance des solanacées: tomate-poivron-piment-aubergine et des cucurbitacées (Djarroudi, 2001).

Le mode de culture en palmeraie offre un microclimat qui réunit d'une part, les conditions édaphiques et climatiques typiques pour accroître la production et augmenter le rendement. Mais, il favorise la pullulation des nématodes phytoparasites, notamment qui cause de nombreux problèmes aux cultures des zones sahariennes. Il est très connu par son agressivité et les pertes considérables de rendements dans les cultures maraîchères (Senghor, 1998 ; Villenave et al., 1998). Cependant, les nématodes peuvent avoir un impact substantiel sur la dynamique nutritive dans le sol, en agissant sur la décomposition de la matière organique du sol et en augmentant la minéralisation des éléments nutritifs des plantes (Griffiths, 1994 ; Bardgett et al., 1999 ; Verschoor et al. 2002 in Bellahammou, 2011).

Pour l'amélioration de la production de la tomate et protéger la culture contre les nématodes phytoparasite, une large gamme de méthodes alternatives, on basée sur l'usage des nématicide de Cinq types des plantes bio pesticides (Tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, Peganum *harmala*, Basilic *Ocimum basilicum*, Girofle *Syzygium aromaticum*, Rose d'inde *Tagetes erecta*).

Résultat l'analyses nématologique des échantillons de sol (la population initiale), nous avons identifié 18 genres viables pourcentage. Le principaux genres identifiée est *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*.

Les poudres végétaux utilisées in vitro se sont révélées plus efficaces significativement sur taux de mortalité les nématodes avec les doses, Le taux de mortalité corrigés élevée en poudre basilic sont de 100% à dose 1 et 2,5g, en poudre de tomate sont de 100% à dose 2,5g, en poudre Girofle sont de 100% à dose 5g ,et en poudre Rose d'Inde sont de 85,55% à dose 2,5g, le taux de mortalité corrigés viable en poudre *P.harmala* 44,44% à dose 5g et témoin à 1%.

Et l'effet in vivo efficaces significativement aussi sur taux de mortalité corrigé des variables nématodes Les moyenne des taux de mortalité corrigé est 92,6% chez Basilic et 75,56% en tomate et girofle ,et 68,89% à Rose d'Inde, et en poudre de *P. harmala* 48,89% faible pourcentages en témoin 10% .et non significatif sur la longueur de racine et hauteur de tige des plantes tomates traite. . Les plantes utilisées dans la présente étude seraient donc de potentielles alternatives à l'utilisation des nématicides dans la lutte contre les nématodes de la tomate et ceux des cultures maraîchères en générales.

En perspective, pour une meilleure poursuite de la recherche des molécules actives des cinq plantes de la présente étude, il est souhaitable de:

- Tester leurs efficacités en plein champ;
- Etudier l'action des poudres végétaux sur d'autres paramètres notamment la éclosion l'œuf à défèrent genre nématode et l'histologie du tube digestif;
- Suivi les tests biologiques par des tests de caractérisation et d'identification phyto-chimique des pudres végétaux ou bien des extraits végétaux pour identifier le principe actif.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Al-hazmi et al, 1995.** Occurrence, distribution and plant association of plant nematodes in Saudi Arabia, Agric. Res. center, King Saud University, Res. Bull. No 52, 45p.
الحازمي احمد سعد, 1997. مقدمة في نيماتولوجيا النباتات, مطابع جامعة ملك سعود, الرياض 362 صفحة
- Agnès N.F et al 2009.** -Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemon viminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae) Revue S. tropicultura-137-143p.
- Agrios, George N., 2005 .** -Plant pathology , Ed. Acad. Press .I.N.C, London, San-Francisco, New York. P827-872, 903p
- Akantetou K et al, 2011 .** -Evaluation du potentiel insecticide de l'huile essentielle de *Ocimum canum* Sims sur *Aphis gossypii* Glover (Homoptera : Aphididae) au Togo, Int. J. Biol. Chem. Sci. 5(4): 1491-1500p, August 2011
- Anonyme., 2010.** Guide pratique de la culture de tomate sous serres. Ed, Institut Technique des Cultures Maraichères et Industriel (I.T.C.M.I.), Staoueli, Algérie, -20p.
- Anonyme., 2011.** -Fiches techniques valorisées des cultures maraichères et Industrielles. Ed, Institut Technique des Cultures Maraichères et Industriel (I.T.C.M.I.), Staoueli, Algérie
- Araba F., 2016.** - Inventaire des nématodes phytoparasites des cultures maraichères dans la région de Daya ben dahoua (Wilaya de Ghardaïa).
- Babaousmail M, 2013.** - Etude des différents ravageurs des cultures maraichères, cas de *Tuta absoluta* Meyrick sur la tomate, Master Agro. , Univ.ghardaia.
- Benzara .A, 2014.** -Utilisation de quatre types de piégeage pour l'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* (Meyrick , 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae)
- Benton J., 2008-** Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. Ed. CRC Press, USA, 399p.
- Bellahammou S., 2010-** Contribution à l'étude de la diversité de la nématofaune associée aux cultures maraichères dans la vallée d'Oued Righ, Wilaya d'Ouargla. Thèse. Ing. Agro. Blida. 78p
- Bellahammou S ., 2011.** -L'effet des amendements organiques sur la structure des communautés de nématodes sur culture de tomate dans la région de Touggourt en Algérie. Mémoire de Master académique. Université Saad Dahleb de Blida.
- Bélaïr G. 2005.** - "Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes... par la racine." Phytoprotection 861.p: 65-69.
- Bertrand C ., 2001.** Lutter contre les nématodes à galles en Agriculture Biologique , Ed ; GRAB

- Blancard D.1988-** maladies de la tomate (observer, identifier, lutter), Ed. INRA, Paris ,211p.
- Blanchard A.,2006 .** -Identification, polymorphisme et évolution moléculaire de Genès du pouvoir pathogène chez le nématode a kyste de la pomme de terre *globodera pallida*. Equipe Biologie et génétique des nématodes. Do de l'univ de rennes 1, Français.
- Blancard D., L H., Marchoux G., CT., 2009.-** Maladies de la tomate : identifier, connaître, maîtriser. Editions Quae : 679 pages.
- Belaid D.,2016.-** la culture de la tomate. Liv.Ingénieur Agronome. Collection Dossiers Agronomiques .Algérie.
- Botineau, 2007. -**Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs ;. Ed ;TEC & DOC, -197 P
- Bogorni P.C., Da Silva A.R. et Carvalho G.S., 2003 –** Leafmesophyll consumption by *Tuta absoluta* (Meyrick, 1971)(Lepidoptera, Gelechiidae) in three cultivars of *Lycopersicon esculentum*Mill. Ciencia rural, Santa Maria, P7-11.
- Bouchikhi et al, 2011.-**Lutte contre les trois bruches *Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831),*Bruchus rufimanus* Boheman,1833 et *Callosobruchus maculatus*(Fabricius, 1775) (Coleoptera :Chrysomelidae : Bruchinae) par les huiles essentielles extraites d'*Origanum glandulosum* (Lamiacées)Butll. Inst. Cat. Hist. Nat., 76: 177-186p.
- Camara K .,1992.**Lutte contre les nematodes en culture d'ananas
- Caroline D-C., 2009. -**Les plantes pièges et la lutte Contre les nématodes à galles
- Carole M., 2013.-** 200 plantes qui vous veulent du bien, Editions Larousse, Paris ,448 p.
- Cayrol J.C et al, 1992.-** La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. Courrier de la cellule environnement de l'INRA N°17. France. pp 31-44.
- Chaux C et Foury C. 1994.-** production légumière, Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris P563
- Coyne D.L. et al, 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
- Chougar S.2011.-** Bioécologie de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* (MEYRICK, 1917) (Lepidoptera : Gelechiidae) sur trois variétés de tomate sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la wilaya de Tizi-Ouzou.
- Cronquist A., 1981.** An integrated system of classification of following plants. Colombia University. 1256p.

- Djerroudi (O.Z.), 2001**-Contribution à l'étude de la nuisibilité de *Meloïdogyne javanica* (Nematoda : Meloïdogynidae) sur aubergine. Essais de traitements chimique, biologique et solaire contre ce nématode sous abris plastique dans la région d'Ouargla. Mem de Magister. Scien. Agro.INA El Harrach, Alger
- De Guiran G. 1983** .-Les nématodes parasites des cultures en tempérés Ed. la littorale , S.A., Besierzs 42 pp.
- Eisemback J.D et Rammab A. 1987** .- Evaluation of the utility of a stylet extraction technique for understanding morphological diversity of several genera of plant parasitic nématode. Journal of nematology, 1963 : 384-386p .
- Gaussen H., Lefoy J. et Ozenda P., 1982**. Précis de Botanique. Deuxième Ed. Masson,Paris. 172p.
- Galfout,2014**.-Contribution à l'étude des nématodes du genre *Globodera* (Skarbilovich, 1959) sur pomme de terre et Gestion intégrée contre ce bio-agresseur.
- Gerst J.J. 1992**.- Les bâches aérées tiré de : Les plastiques en agriculture, Co-édition CPA et PHM- Revue horticole, France. P 359-37.
- Gerst J.J. 1992**. --Les bâches aérées tiré de : Les plastiques en agriculture, Co-édition CPA et PHM- Revue horticole,France. P 359-378.
- John B. & James L. S.,2007**.- Plant Nematodes of Agricultural Importance, A Colour Handbook, Manson Publishing Ltd,153p.
- Kemassi A, 2008**.-Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775).Mem Magister Université kasdi merbah-ouargla -160p
- Kimenju J.& al, 2006**. - Nematology training manual, *NIESA Training Manual*. 128p
- Koudjil M et al,2013**.- Perte en rendement et déprédation par la mineuse, *Tuta absoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) sur la culture de tomate, dans la wilaya de Chlef (Algérie).*Revue « Nature & Technologie »*. B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 12/ Janvier 2015, Pages 73à 85.
- Laumonier R., 1979**. Culture légumière et maraîchère, Tome II, Ed. J.B Ballière, Paris, 276p
- Larew H.G., Locke J.C. 1990**. Repellency and toxicity of horticultural oil against whitefly on *Chrysanthemum*. *HortScience* 25 (11), p. 1406–1407.
- Lange W H. & Bronson L., 1981**.-Insect Pests of Tomatoes, Annual Review of Entomology, Department of Entomology, Univ. California, Davis, California 95616.

- Loudon, 1992.** - The Ladies' Flower-garden of Ornamental Annuals. Ed; univ.harvard , California Academy of Sciences,504 p
- Melouk S.** 2001.-Inventaire des vecteurs de virus de la vigne. Thèse, Ing, Université Blida-55p.
- Melouk S.** 2001.-diagnostic biologique et immun enzymatique par la das-élisa du virus de la feuille jaune en cuillère de la tomate (*TYLCV*)Thèse Mag Université Blida-178p.
- Moreira C., 2011 ;** Fondements de la protection des cultures. Moreira, mars 2011
- Nafadjara et al 2013.**-Activités insecticides de l'huile essentielle de *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng. sur les larves de stade II de *Dysdercus voelkeri* Schmidt (Heteroptera:Pyrrhocoridae) J. Soc. Ouest-Afr. Chim. (2013) 035 ; 8 – 14p
- Pierre N.** 2007. Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique: Cultures industrielles et d'exportation, cultures fruitières, cultures maraichères. Presses Agronomiques de Gembloux, 238 pages
- Polese J.M.** ,2007. La culture de la tomate. Ed Artémis .95p.
- Prot J.C,** 1984_ Introduction a la nématologie. Laboratoire de Nématologie O.R.S.T.O.M. - B.P. 1986. 29p
- Prot J.C,** 1986_ Les nématodes parasites des cultures maraichères - Laboratoire de Nématologie O.R.S.r.O.M. - B.P. 1986 - DAKAR – Sénégal
- Raimo et Yvonne,** 2005. – BASIL: the genus *ocimum*, harwood academic publishers.
- Ritter M .** 1985 .-Connaissances nouvelles sur la biologie des nématodes: Conséquences pratiques. Cah.Acad . Agari . de France71 .7 : 691.704 .
- Ruocco M.,et al., 2010.** Food quality safety.Lutte biologique n°2.Tomate.CNR, Italie, UE. 104p
- Ruocco M., Massimo G., Oscar A., Bernard B. et jurgen K., 2010.** Food quality safety.Lutte biologique n°2.Tomate.CNR, Italie, UE. 104p
- Roland N. P. , Maurice M., and James L. S.,2010.**- Root-knot Nematodes, CAB International.488p
- Senghor K., 1998-** Etude de l'incidence du nématode phytoparasite *Meloidogyne javanica* sur la croissance et la symbiose fixatrice d'azote de douze espèces d'Acacia (Africains et Australiens) et mise en évidence du rôle des symbiotes endo et ectomycorhiziens contre ce nématode. Projet d'obtention le grade de docteur de 3ème cycle de Biologie Animale, d'ordre 27, Univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, Fac. des Sciences et Techniques,123p.

Shankara N. et al, 2005 . La culture de latomate production, transformation et commercialisation, Ed. Prota,-.105P.

Starr J. & al, 2002.- Plant Resistance to Parasitic Nematodes, CABI Publishing, 261p.

Taylor C.E. et Brown D.J.F 1997. Nematode vectors of plant viruses ed.library of congress catalogin- in - publication Data . Scotland UK. 286 p.

Tedonkeng P. et al, 2002.-Bioactivité de l'huile essentielle des feuilles de l'Ageratum houstonianum Mill sur les tiques (*Rhipicephalus appendiculatus*) de la chèvre naine de Guinée dans l'ouest Cameroun,Revue S.tropicultura-109-112p

Villenave C. et al 1998 - Influence du travail du sol et l'apport de compost sur les peuplements de nématodes phytophages. CD - rom, Poster, Symposium n0 :32, XVIè Congrès Mondial de l'Association Internationale de science du sol.

Annexes

Tableaux : production la culture de tomate en 2006 au 2016 en Ghardaïa(DSA Ghardaïa, 2017)

Années	Sup(ha)	Pro(x100Qx)	Rdt (Qx/ha)
2016/2015	55	8125	148
2015/2014	47	6920	147
2014/2013	35	5225	-
2013/2012	31	4650	150
2012/2011	72	10800	150
2011/2010	56	9720	174
2010/2009	65	11550	178
2009/2008	66	11150	169
2008/2007	80	12880	161
2007/2006	60	9000	150

Figure : la production de cultures maraichères en 2016(DSA Ghardaïa, 2017)

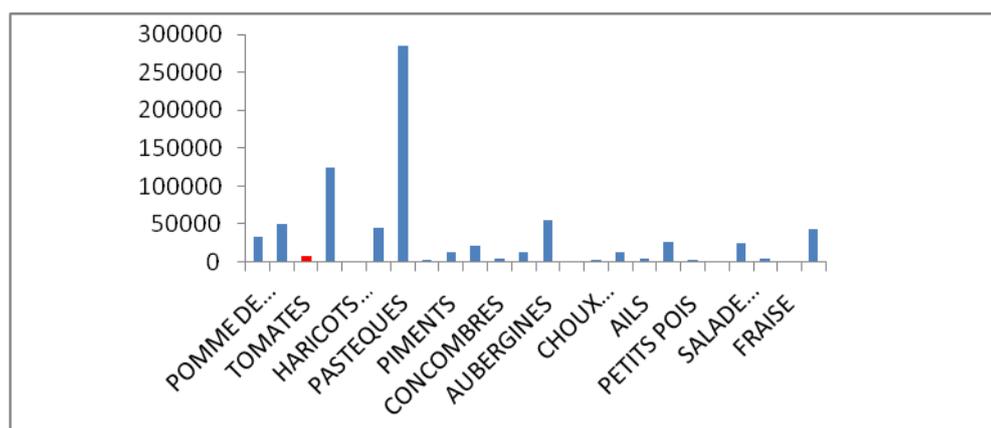


Figure : racine de tomate après l'infestation



Figure : racine de vigne infecté par nématodes

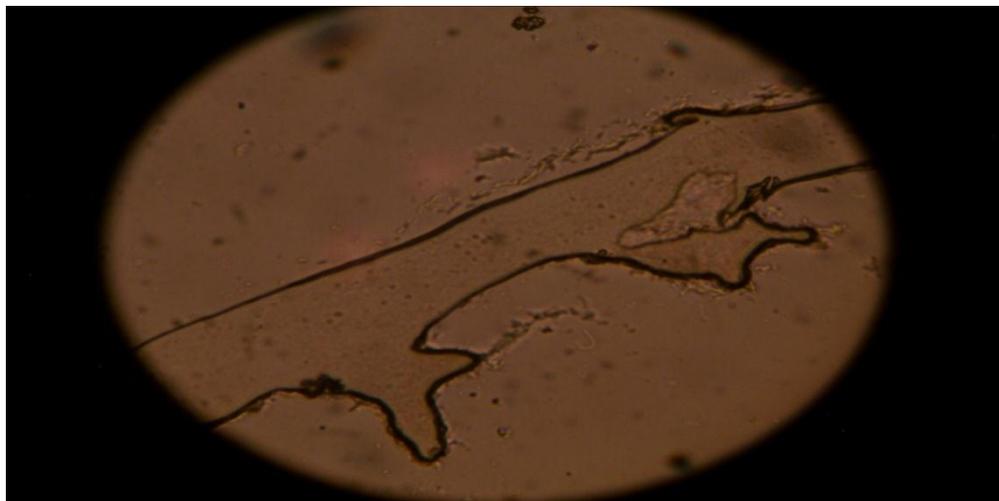


Figure : nématode après traitement par poudre de tomate

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour poudre végétale (Fisher (LSD)) :

Modalité	Moyenne(MC)	Groupes		
Peganum	48,890	A		
Rose	68,890	A	B	
Girofle	75,557		B	C
Tomate	75,557		B	C
Basilic	92,593			C

Modalité	Moyenne(hauteur de tige(cm))	Groupes		
Peganum	12,333	A		
Girofle	21,000		B	
Basilic	21,333		B	
Rose	22,000		B	

Tomate	31,333	C
--------	--------	---

Modalité	Moyenne(longueur de racine)	Groupes			
Peganum	4,000	A			
Girofle	7,000	A	B		
Rose	9,000		B	C	
Tomate	13,333			C	D
Basilic	13,667				D

Synthèse des comparaisons multiples par paires pour Dosse(g) (Fisher (LSD)) :

Modalité	Moyenne(MC)	Groupes			
10	62,890	A			
5	75,112	A	B		
2	78,890		B		

Modalité	Moyenne(hauteur de tige(cm))	Groupes			
2	19,000	A			
5	20,600	A			
10	25,200			B	

Modalité	Moyenne(longueur de racine)	Groupes			
2	7,600	A			
5	9,800	A			
10	10,800	A			

Modalité	Moyenne	Groupes			
Peganum	4,000	A			
Girofle	7,000	A	B		
Rose	9,000		B	C	
Tomate	13,333			C	D
Basilic	13,667				D

Contribution à l'étude des nématodes phytopathogènes sur tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) et un essai de lutte biologique

Résumé

Ce travail avait pour objectif de contribuer à l'amélioration de la production de la tomate par l'usage des nématicides de cinq types des plantes bio pesticides (Tomate *Lycopersicon esculentum* Mill, *Peganum harmala*, Basilic *Ocimum basilicum*, Girofle *Syzygium aromaticum*, Rose d'inde *Tagetes erecta*). Les cinq poudres des plantes été testées sur la tomate pour leurs effets sur différents nématodes phytoparasite. Pour cela, des doses différentes ont été préparés pour chaque préparation. Nous avons utilisé la méthode d'application in vitro et in vivo.

Les résultats du détection de la cause de perte de la culture de la tomate au niveau de l'exploitation de monsieur akif slimane en région Daya ben dahwa à Ghardaïa par le diagnostic visuel direct ; par l'observation des symptômes de la partie arienne et les racines aussi par diagnostic au niveau de laboratoire.

Le résultat l'analyses nématologique des échantillons de sol (la population initiale), nous avons parmi d'identifié 16 genres viables pourcentage. Le principaux genres identifiée sont *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*.

Les résultats révèlent que le taux de mortalité des nématodes varient en fonction des doses et en fonction de la méthode d'application in vitro in vivo.

Motes clés : Daya ben dahwa ,Tomate, plante nématicide , nématodes.

Abstract

The main aim of this work was to contribute on the improvement of tomato production by using of nematicides of five biopesticide types (Tomato *Lycopersicon esculentum* African rue or harmel, *Peganum harmala*, Basil *Ocimum basilicum*, Clove *Syzygium aromaticum*, Mexican marigold *Tagetes erecta*). The five powders of the plants were tested on the tomato for their effects on different phytoparasite nematodes. For this purpose, different doses were prepared for each preparation and also method of application in vitro and in vivo.

The results of the detection took part from tomato parcel at the Farm of Mr. Akif Slimane in Daya region Ben Dahwa by direct in Ghardaïa visual inspection; including observation of symptoms for air part and roots and by laboratory diagnosis.

From the result of nematological analyzes of soil samples (the initial population), we identified 16 genus with variable percentage. The main genus which is identified were *Paratylenchus*, *Trichodorus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*.

The results shows that the mortality rate of nematodes varies according to the stem and it's depend on the methods of application in vitro in vivo .

Key words: Daya ben dahwa, Tomato, nematicide, nematode.

ملخص

هذا العمل يهدف إلى المساهمة في تحسين إنتاج الطماطم من خلال استخدام مبيدات من خمسة أنواع من مساحيق نباتية (مسحوق الطماطم، مسحوق القرنفل)، خمسة مساحيق تم اختبارها على الطماطم لأثارها (Rose d'Inde)، مسحوق الحرمل، مسحوق ريحان، مسحوق القطيفة على مختلف انواع النيماتودا المضرّة للنباتات. وكمية الجرعات مختلفة وكذلك هناك طريقتين لتطبيق مبيدات طريقة في المختبر وفي اخرى في دفيئة زجاجية.

نتائج تشخيص اسباب خسائر محصول الطماطم في مزرعة السيد عكيف سليمان التي تقع في ضاية بن ضحوا في غرداية وذلك من خلال تشخيص الاعراض للقسم العلوي والقسم الجذري لنباتات الطماطم. وعن طريق التشخيص المخبري يتضح ان السبب هو وجود نيماتودا الطفيلية للنباتات. من خلال نتيجة تحليل النيماتولوجي لعينات التربة (المجموعة الأولى)، حددنا 16 نوع متفاوت النسب. الأنواع الرئيسية المحدد هي

Paratylenchus, *Trichodorus*, *Meloidogyne*, *Xiphinema*, *Scutellonema*, *Rotylenchulus*, *Helicotylenchus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*.

وأظهرت النتائج أن ناجعية مكافحة النيماتودات تختلف باختلاف كمية الجرعات وكذلك طريقة التطبيق في المختبر وفي دفيئة زجاجية. وعلاوة على ذلك، طبيعة المساحيق النباتية كيميائية تختلف من مسحوق إلى آخر.

كلمات المفتاحية: النيماتودا، طماطم، مبيد، ضاية بن ضحوا.