

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT BIOTECHNOLOGIE



Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Science agronomique

Spécialité : Phytopharmacie et protection des végétaux

THEME

***Impact des produits phytosanitaires sur la diversité
des champignons nématophages***

Présenté et soutenu publiquement par :

M^{elle} BENELAZIZ Ihcene ET M^{elle} LEMITI Amira ET M^{elle} BABAALI Yasmine

Membre du jury :

Présidente	Mme KHADDAR R.	M.C.B	U.S.D.B.1
Promotrice	Mme SABRI K.	M.A.A.	U.S.D.B.1
Examinatrice	Mme OUANIGHI H.	M.A.A.	U.S.D.B.1

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous tenons à remercier avant tout Dieu le tout puissant de nous avoir accordé la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Notre profonde gratitude s'adresse tout d'abord à :

Mme **SABRI K.** (M.A.A.), pour avoir accepté de nous encadrer et de diriger ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à Madame **OUANIGHI H.** (M.A.A.) et Madame **KHADDAR R.** (M.C.B.) de l'Université de Blida, qui ont bien voulu faire partie du jury.

Notre profonde gratitude va également à Madame **Nadjia**, technicienne du laboratoire de Zoologie pour sa disponibilité et pour le temps consacré.

Notre profonde gratitude va également à madame **IHCENE**, technicienne du laboratoire de PFE pour sa disponibilité et pour le temps consacré.

Nous exprimons également nos remerciements à tous les enseignants du département de l'Agronomie, et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous mes camarades de la promotion

Dédicace

La famille BENELAZIZ

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour le respect, la reconnaissance.

Aussi, c'est tout Simplement Je souhaite qu'Allah vous préserve une longue vie.

Un grand merci à Madame SABRI k. pour m'avoir encadré et j'en suis très honorée.

Je vous remercie pour votre implication et vos nombreux conseils.

Mes sœurs:

INESS, ICHERAK, ASSIL et CHIRAZ Je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A tous les membres de ma famille : BENELAZIZ

A vous LEMITI AMIRA et BABAALI YASMINE Je vous souhaite tout le bonheur.

A tous mes enseignants :

Merci de votre soutien

A mes chères amie et proche :

KHADIDJA, KARIM, ZINEB je vous souhaite une vie pleine de bonheur.

MELLE BENELAZIZ IHCENE

Dédicace

La famille LEMITI.

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour le respect, la reconnaissance.

Aussi, c'est tout Simplement Je souhaite qu'Allah vous préserve une longue vie.

*Un grand merci à **Madame SABRI k.** pour m'avoir encadré et j'en suis très honorée.*

Je vous remercie pour votre implication et vos nombreux conseils.

Mes frères et ma sœur

IBERAHIM ET MERIEM je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur

MOHAMED tu seras à jamais dans nos cœurs. Dieu accorde la paix à ton âme.

A tous les membres de ma famille : LEMITI

*A vous **BENELAZIZ IHCENE** et **BABAALI YASMINE** Je vous souhaite tout le bonheur.*

À mes chères cousines

MANEL et RYM. À toutes les personnes que J'aime.

MELLE LEMITI AMIRA

Dédicace

La famille BABAALI

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour le respect, la reconnaissance.
Aussi, c'est tout Simplement Je souhaite qu'Allah vous préserve une longue vie.*

Un grand merci à Madame SABRI k. pour m'avoir encadré et j'en suis très honorée.

Je vous remercie pour votre implication et vos nombreux conseils.

Mes sœurs et mes frères

*HADJER, MADINA, YASSER et MOHAMED, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une
vie Plain de santé*

A tous les membres de ma famille : BABAALI

A vous BENELAZIZ et LEMITI AMIRA je vous souhaite une vie Plain de santé.

A tous mes enseignants :

Merci de votre soutien

A mes chères amie et proche :

CHAIMA, ASMA, FELLA ET RADHIA, JE vous souhaite une vie Plain de santé et de bonheur.

MELLE BABAALI YASMIE

Liste des figures :

Figure.n°01 :	Morphologie des juvéniles du 2ème stade d'un <i>Meloidogyne</i> (JAMES KERRIGAN et al.,2012).....	6
Figure.n°02 :	Morphologie du mâle d'un <i>Meloidogyne</i> (Mullin, 2000).....	7
Figure.n°03 :	Morphologie d'une femelle de <i>Meloidogyne sp</i> (SARDANELLI et al.,1999).....	7
Figure.n°04 :	Cycle de développement des nématodes à galles (NIEBEL et al., 1994 ; DJIAN-CAPORALINO et al.2009)....	9
Figure.n°05 :	Dégât de <i>Meloidogyne</i> sur les racines (INRA2016).....	11
Figure.n°06 :	Méthodes d'estimation du degré d'infestation (B'CHIR, 1981).....	18
Figure.n°07 :	La fleur de la tomate (ROTEM et al ., 1970).....	20
Figure.n°08 :	La fleur de la courgette (original, 2022).....	31
Figure .n°09 :	Champignons nématophage (Elisabeth Panchaud et al.,2006).....	38
Figure.n°10 :	Situation géographique de la région Staoueli.....	43
Figure.n°11 :	Protocole expérimentale sur terrain (origine) 2022.....	45
Figure.n°12 :	Différents étapes de la préparation du milieu de culture (Originale, 2022).....	46
Figure.n°13 :	Etapes d'isolement des champignons nématophages et incubation (originale,2022).....	47
Figure.n°14 :	La méthode des coupes périnéales des femelles (AFTER HARTMANAND SASSER 1985).....	49
Figure.n°15 :	Taux d'humidité des sols.....	51
Figure.n°16 :	Mesure du pH des sols.....	52
Figure.n°17 :	Mesure de Conductivité électrique des sols.....	52
Figure.n°18 :	Taux de Matière organique des sols.....	53
Figure.n°19 :	Mesure du calcaire des sols.....	53
Figure.n°20:	Triangle de texture de sol.....	(Annexe)
Figure.n°21 :	les différentes estimations de l'indice de galles (Origine) 2022.....	55
Figure.n°22 :	Indice de galles (Tomate et Courgette)....	55
Figure.n°23 :	Moyennes des indices de galles des deux cultures (courgette	

	et tomate).....	56
Figure.n°24 :	Coupe périnéale de femelles <i>Meloidogyne</i> sous la loupe (Original 2022).....	57
Figure.n°25 :	Coupes périnéales de femelles de <i>Meloidogyne</i>.....	(Annexe)
Figure.n°26 :	Les différents genres de champignons nématophages (Originale, 2022).....	59
Figure.n°27 :	Fréquence des champignons nématophages sol témoin (10cm et 20cm).....	60
Figure.n°28 :	Fréquence des champignons nématophages Sol traité (10 cm-20 cm ; culture tomate).....	61
Figure.n°29 :	Fréquence comparatives des champignons nématophages entre sol témoin et traité (culture tomate ; 10cm et 20cm)....	61
Figure.n°30 :	Fréquence des champignons nématophages Sol traité (10 cm-20 cm ; culture courgette).....	62
Figure.n°31 :	Fréquences comparatives des champignons nématophages entre sol témoin et traité (culture courgette ; 10cm et 20cm).	63
Figure.n°32 :	Fréquence comparatives des champignons nématophages entre sol traité (Tomate et courgette) et témoin (10cm et 20cm).....	64
Figure.n°33 :	Protocole expérimental de Matière organique (Originale, 2022).....	(Annexe)

Liste des tableaux :

Tableau.n°01 : Les principaux producteurs de tomate au niveau mondial en 2011 (FAO, 2011).....	23
Tableau.n°02 : Evaluation de la production de la tomate en Algérie pendant (2001- 2011) (FAO, 2011).....	24
Tableau.n°03 : Principales maladies fongiques.....	25
Tableau.n°04 : Principales maladies bactériennes. (SNOUSSSI, 2010).....	26
Tableau.n°05 : Principales maladies virales (SNOUSSSI, 2010).....	27
Tableau.n°06 : Principales ravageurs (ZIRIS, 2011).....	28
Tableau.n°07 : Principales maladies de la courgette.....	32
Tableau.n°08 : Principaux ravageurs de la courgette.....	34
Tableau.n°09 : Ensemble des produits utilisés dans la station expérimental (ITCIMI).....	(Annexe)
Tableau.n°10 : Indice de galle de chaque culture (tomate-courgette).....	(Annexe)
Tableau.n°11 : Classification des champignons nématophages répertoriés ...	(Annexe)

Liste des abréviations :

ha : hectare.

% : pourcentage.

Fig. : figure.

m : mètre.

kg : kilogramme.

°c : degré Celsius.

mm : millimètre.

g : gramme.

km : kilomètre.

h : heure.

pH : potentiel hydrogène.

ml : millilitre.

min : minute.

HCl : acide chlorhydrique.

l : litre.

PDA: potato dextrose agar.

cm : centimeter.

n° : numéro.

NaF : solution de fluorure de sodium.

KCl : solution de chlorure de potassium.

FAO: food and agriculture organization.

KMnO₄: solution de permanganate de potassium.

H₂O₂ : eau oxygénée.

H₂SO₄:acide sulfurique concentré.

K₂Cr₂O₇ : solution de bichromate de potassium.

Table de matières	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Résumé	
Abstract	
المخلص	
Introduction.....	1
Première partie : Synthèse bibliographique.	
Chapitre I : Données bibliographiques sur le nématode <i>Meloidogyne</i> sp.	
I.1. Généralité sur les nématodes phytoparasites.....	5
I.2. Position systématique du genre <i>Meloidogyne</i>	5
I.3. Description morphologique du genre <i>Meloidogyne</i>	5
I.3.1- Juvénile de deuxième stade (J2).....	6
I.3.2- Mâle.....	6
I.3.3- Femelle.....	7
I.4. Distribution géographique.....	8
I.5. Biologie et cycle de vie.....	8
I.6. Symptôme et dégâts des <i>Meloidogyne</i>	9
I.6.1.Symptôme des <i>Meloidogyne</i>	10
I.6.1.1- Symptôme sur la partie aérienne.....	10
I.6.1.2- Symptôme sur la partie souterraine.....	10
I.6.3.Dégâts des <i>Meloidogyne</i>	10
I.7. Facteurs de développement des <i>Meloidogyne</i>	11
I.7.1. Facteurs abiotiques	11
I.7.1.1- Eau	11
I.7.1.2- Température	11
I.7.1.3- Aire	11
I.7.1.4- pH	12
I.7.1.5- Sol	12

a) Structures.....	12
b) Textures.....	12
I.7.2. Facteurs biotiques	12
I.7.2.1-Matière organique	12
I.7.2.2-Organisme du sol	13
I.8.Seuil de nuisibilité	13
I.9. Méthode de lutte contre <i>Meloidogyne</i>	13
I.9.1.Méthodes prophylactiques	13
I.9.2. Méthodes physique	14
a) Désinfection par la vapeur	14
b) Solarisation	14
I.9.3. Méthodes culturales	14
a) Mesures sanitaire	14
b) Rotation	15
I.9.4. Lutte chimique	15
I.9.5. Plantes résistante	16
I.9.6. Lutte intégrée	16
I.10. Méthodes d'estimation du degré d'infestation	17
Chapitre II.A: Généralité sur la tomate.	
II.A.1.Origine et historique	20
II.A.2.Classification botanique	21
II.A.3. Caractéristique physiologique de la tomate	21
II.A.3.1.Exigences climatique	21
II.A.3.1.1- Température	21
II.A.3.1.2- Lumière	22
II.A.3.1.3- Humidité et air	22
II.A.3.2. Exigences édaphiques	22
II.A.3.2.1- Sol	22
II.A.3.2.2- Température	22
II.A.3.2.3- pH du sol	22
II.A.3.2.4- Salinité du sol	22
II.A.4. Importance économique de la tomate	23
II.A.4.1. Importance dans le monde	23

II.A.4.2. Importance de la tomate en Algérie	23
II.A.4.3. Superficie et production de la tomate en Algérie	24
II.A.5. Principales maladies et ravageurs de la tomate	24

Chapitre II.A: Généralité sur la courgette.

II.B.1.Origine et historique de courgette.....	30
II.B.2.Classification botanique	30
II.B.3.Description botanique	30
II.B.4.Caractéristique physiologique de la courgette	31
II.B.4.1.Exigence climatique	31
II.B.4.1.1.Température	31
II.B.4.1.2.Humidité	31
II.B.4.1.3.Eau.....	32
II.B.4.1.4.Lumière	32
II.B.4.2.Exigence édaphique	32
II.B.4.2.1.sol	32
II.B.4.2.2.pH.....	32
II.B.4.2.3.Salinité du sol	32
II.B.5.Principale maladie de la courgette	32
II.B.6.principaux ravageur de la courgette	34
II.B.7. Importance de la courgette en Algérie.....	36

Chapitre III : champignons nématophages

III.1. Généralité sur les champignons nématophages	38
III.1.1. Les champignons piègeurs ou prédateurs	38
III.1.2. Les champignons endoparasite	39
III.1.3. Les champignons producteurs de toxines	39
III.2.Mode de pénétration des champignons	39
III.3.Spécifié des champignons nématophages	39

Deuxième partie : Expérimentation.

Chapitre I : Matériel et méthode.

I.1.Objectif de travail.....	42
I.2. présentation de la zone d'étude	42
I.2.1. Choix de la station d'étude	42
I.2.2.Situation géographique de la région d'étude	43

I.3. Matériel de travail.....	43
I.3.1. Sur terrain	44
I.3.2. Au laboratoire	44
I.4. Questionnaire	45
I.5. Technique d'échantillonnage.....	45
I.5.1. Préparation de milieu de culture PDA(POTATO-DEXTROSE-AGAR).....	45
I.5.2. Préparation de boîte de pétrie et isolement des différents espèces de champignons a partir du sol	46
I.5.3. Condition d'incubation	47
I.5.4. Détermination des champignons prédateurs-parasites	48
I.6. Estimation de l'indice de galle pour chaque culture.....	48
I.7. Identification des femelles de <i>Meloidogyne</i> par les coupes périnéales	48
I.7.1. Montage des figures périnéales des femelles de <i>Meloidogyne</i>	48
Chapitre II : Résultat et discussion	
II.1. Importance du questionnaire	51
II.2. Caractéristique du sol	51
a) Humidité du sol	51
b) Analyse du pH.....	51
c) Conductivité électrique	52
d) Matière organique	53
e) Calcaire du sol	53
f) granulométrie.....	54
II.3. Etude d'infestation des cultures par le <i>Meloidogyne</i>	54
II.3.1. Estimation de l'indice de galle pour chaque culture	54
II.3.2. Comparaison du moyen des indices de galle des deux cultures	56
II.4. Identification des femelles de <i>Meloidogyne</i> par les coupes périnéales	56
II.5. Espèce du champignon nématophages prédateur et parasites- répertoires	57
II.6. Classification du champignon	58
II.7. Etude de la fréquence des champignons nématophages	59
II.8. Discussion	64
Conclusion	69

Références bibliographiques

Annexe

Résumé :

Impact des produits phytosanitaires sur la diversité des champignons nématophage.

l'Institut Technique des Cultures Maraichère et Industrielles (ITCMI) situé dans la région de Staoueli (Alger), présente toutes les conditions favorables au développement des ravageurs des cultures maraichères, parmi les nématodes à galles du genre *Meloidogyne*, d'après les différentes analyses pédologiques on constate que cette dernière présente un sol sableux-limoneux, un pH alcalin ($8.04 < \text{pH} < 8.16$), une matière organique très riche allant de 1.5% à 5% et un taux d'humidité élevé qui varie entre 8.34% et 9.46%. Les différentes coupes périnéales des femelles de *Meloidogyne*, montrent que l'espèce qui est présente dans cette région est *M.incognita*.

Nous avons remarqué que les différentes cultures étudiées (courgette et tomate), les différentes profondeurs (10 cm et 20 cm) et les types de sols (sol traité et sol témoin) présentent une importante diversité de champignons nématophages prédateurs et parasites, nous avons pu identifier 04 genre : *Arthrobotrys*, *Stylopage*, *Dactylaria* et *Aspergillus*, avec une dominance des deux genres *Stylopage* et *Aspergillus*.

Mots clés : *Meloidogyne* sp, champignons nématophages, analyses pédologiques, culture maraichère, coupes périnéale.

Abstract:

Impact of phytosanitary products on the diversity of nematophagous fungi.

the Technical Institute of Market Gardening and Industrial Cultures (ITCMI) located in the Staoueli region (Algiers), has all the conditions favorable to the development of pests in market gardening, among root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne*, according to the various soil analyzes we find that the latter has a sandy-loamy soil, an alkaline pH ($8.04 < \text{pH} > 8.16$), a very rich organic matter ranging from 1.5% to 5% and a high humidity rate which varies between 8.34% and 9.46%. The different perineal sections of female *Meloidogyne* show that the species present in this region is *M.incognita*.

We noticed that the different crops studied (zucchini and tomato), the different depths (10 cm and 20 cm) and the types of soil (treated soil and control soil) present a significant diversity of predatory and parasitic nematophagous fungi, we were able to identify 04 genera: *Arthrobotrys*, *Stylopage*, *Dactylaria* and *Aspergillus*, with a dominance of the two genera *Stylopage* and *Aspergillus*.

Key words: *Meloidogyne* sp, nematophagous fungi, soil analyses, market gardening, perineal sections.

الملخص

تأثير منتجات الصحة النباتية على تنوع الفطريات Nématophages

في منطقة سطوالي (الجزائر العاصمة) ، وهذه المحطة (ITCMI) المعهد التقني للبستنة السوقية و محاصيل الخضر ، *Meloidogyne* لديها جميع الظروف المواتية لتنمية الآفات في البستنة السوقية ، بين النيماطودا ذات العقد الجذرية من وفقاً لتحليلات التربة المختلفة ، وجدنا أن الأخير يحتوي على تربة رملية طينية ، ودرجة الجنس حموضة قلووية (8.04) ، مادة عضوية غنية جداً تتراوح من 1.5٪ إلى 5٪ ومعدل رطوبة مرتفع يختلف بين 8.34٪ و 9.46٪. (pH > 8.16) ، *M.incognita*. أن الأنواع الموجودة في هذه المنطقة هي *Meloidogyne* تظهر المقاطع العجان المختلفة للإناث

لاحظنا أن المحاصيل المختلفة المدروسة (الكوسة والطماطم) والأعماق المختلفة (10 سم و 20 سم) وأنواع التربة (التربة المعالجة والتربة الضابطة) تقدم تنوعاً كبيراً في الفطريات النيماطوفونية المفترسة والطفيلية ، وتمكنا من ذلك تحديد *Arthrobotrys*, *Stylopage*, *Dactylaria* et *Aspergillus*, avec une dominance des deux genres *Stylopage* et *Aspergillus*. أجناس 04

الكلمات المفتاحية ، تحليلات التربة ، سوق البستنة ، الرشاشيات ، الفطريات *Meloidogyne* sp, nematophagous أقسام العجان

Introduction

Introduction :

Le secteur agricole apparaît comme l'un des secteurs les plus importants. En Algérie les cultures maraichères occupent une place importante pour l'alimentation humaine et elles sont classées en deuxième position après les céréales, mais leur production est confrontée à une pression de bio-agresseurs qui limitent leur productivité. Les cultures les plus répandues (Solanacées et Cucurbitacées) se cultivent dans différentes régions du monde et sont exposées à plusieurs types de climats (**GALLAIS et BANNARD, 1992 ; AISSAT, 2008**).

Les cultures maraichères en plein champ ou sous abri sont la cible d'un cortège de parasites du sol, parmi lesquels les nématodes du genre *Meloidogyne*, qui induisent des symptômes caractéristiques (les galles) sur les racines attaquées. (**DJIAN-CAPORALINO, 2010**),

L'abri serre offre généralement de meilleures conditions de développement aux plantes, et leurs assurant à la fois une croissance à l'abri des aléas climatiques et une levée en dehors des compagnes saisonnières.

Selon **MOKABLI, 1988**, 65% des serres de solanacées et Cucurbitacées sont infestées dans certaines régions, les dégâts de la tomate sont de l'ordre de 50%, cité par **HACHEMI, 1991**.

Les attaques de *Meloidogyne* sont observées dans différentes régions de Staoueli et de Bordj el Bahri avec un taux de 88% de serres infestées, parmi les 170 serres prospectées (**SMAHA, 1991 ; HAMMACHE, 1994**).

Les nématicides sont utilisés contre les *Meloidogyne* et peuvent s'avérer économiquement rentables surtout dans les cultures à haute valeur. Leur action est limitée dans le temps et leurs applications doivent être répétées régulièrement. En outre leur efficacité est limitée par le temps, les nématodes ils développent une résistance aux nématicides.

La lutte biologique emploie des organismes vivants antagonistes aux nématodes comme des champignons ou des bactéries (**STRILING, 1991 ; DAVIES et SPIEGEL, 2011**). Cette méthode de lutte repose sur un principe simple : l'existence dans le sol de champignons qui ont la capacité de prendre au piège les nématodes et de s'en nourrir (**CAYROL et al., 1992**).

De nombreux Champignons ont été testés, en vue de sélectionner celui qui est capable de piéger rapidement les larves infestant des nématodes mais aussi de se développer sans trop de problèmes dans nos sols et sous nos climats.

C'est dans ce concept que nous avons choisi de travailler, pour cela nous avons opté pour la région de (Staoueli), notre mémoire est basé sur quatre aspects :

- On ce qui concerne le premier aspect, nous avons essayé de faire une prospection des différentes exploitations agricoles visités afin de faire un constat et cela en choisissant un questionnaire approprié.
- Pour ce qui concerne le deuxième aspect, il est divisé en deux volets, une évaluation du degré d'infestation des serres prospectées, basée essentiellement sur la notion de l'indice de galles (I.G.) et la détermination des nématodes du genre *Meloidogyne* en faisant des coupes périnéales des femelles.
- Pour ce qui concerne le troisième aspect, nous avons fait une étude analytique du sol prélevé (physico-chimique).
- Pour le quatrième aspect, nous essayons d'inventorier les champignons prédateurs et parasites de nématodes à galles (*Meloidogyne* sp.), présents dans le sol.

**Première partie : Synthèse
bibliographique.**

Chapitre I : Données
bibliographiques sur le nématode
Meloidogyne sp.

I.1. Généralité sur les nématodes phytoparasites :

Les nématodes phytoparasites : ou nématodes phytophages, sont de petits vers microscopiques qui vivent aux dépens des plantes, en ectoparasites ou en endoparasites, causant d'importants dégâts aux cultures. Ils peuvent directement affecter la croissance et la vigueur des plantes. Les plus dommageables pour les cultures sont les endoparasites sédentaires dont plusieurs stades vivent à l'intérieur des racines des plantes. Le principal genre de ce groupe est le nématode à galles *Meloidogyne*, c'est le nématode le plus redoutable sous serre des dégâts causés sont entre 12 à 60 % selon les cultures (LORRAIN, 1998)

I.2. Position systématique du genre *Meloidogyne* :

La systématique des *Meloidogyne* que nous avons adoptés est celle décrite par REDDY (1983).

Règne	Animal
Embranchement	Nemathelminthe
Classe	Nematoda
Sous classe	Secernentea
Ordre	Tylenchida
Sous ordre	Tylenchida
Super famille	Tylenchoidea
Famille	Heteroderidae
Sous famille	Meloidogynae
Genre	<i>Meloidogyne</i>

I.3. Description morphologique du genre *Meloidogyne*:

Les *Meloidogyne*, nématodes à galles, ou nématode des racines noueuses sont des endoparasites sédentaires obligatoires des plantes vasculaires. Ce sont les espèces les plus répandues dans le monde principalement dans les zones tropicales, subtropicales et chaudes (TAYLOR et SASSER, 1978).

I.3.1- Juvénile de deuxième stade (J2) :

Il est mince et vermiforme et représente le stade infestant. Il mesure environ 400 µm de long et 15 µm de large. Il a un stylet et un squelette céphalique faiblement scléreux. La queue est conique, d'une longueur comprise entre 45 et 59 µm selon l'espèce (JEPSON, 1987). (Fig.n°01)



Fig.n°01 : Morphologie des juvéniles du 2ème stade d'un *Meloidogyne* (JAMES KERRIGAN et al.,2012)

I.3.2- Mâle :

Le mâle est vermiforme et mesure 1 à 2 mm de long et 30 µm de large. Son stylet est robuste et de longueur variable selon les espèces. La queue est courte et hémisphérique. Comme chez tous les Tylenchoidea, l'appareil reproducteur se présente en une gonade tubulaire qui comprend :

- Une branche génitale ou testicule, divisée en une zone germinale et une zone de croissance.
- Une vésicule séminale
- Un canal différent glandulaire (THORNE, 1961). (Fig.n°02).



Fig.n°02 : Morphologie du mâle d'un *Meloidogyne* (MULLIN, 2000).

I.3.3- Femelle :

Les femelles sédentaires des *Meloidogyne*, sont piriformes, de couleur blanche, et mesurant environ 0.40 à 1.30mm de long et 0.27 à 0.75mm de large. Chaque femelle pond environ 500 œufs dans une substance gélatineuse (AGRIOS, 2005). (Fig.n°03).

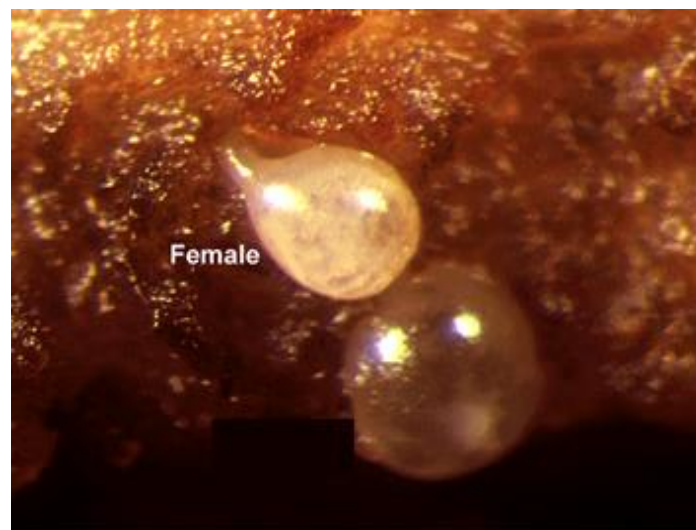


Fig.n°03 : Morphologie d'une femelle de *Meloidogyne* sp. (SARDANELLI et al., 1999)

I.4. Distribution géographique :

En Algérie :

Selon **SELAMI et al., (1999)** donnent un aperçu sur la distribution géographique des quatre espèces prédominantes de *Meloidogyne* dans les zones de productions maraichère sous abri, trois sont situées au sud du pays (Adrar, Biskra, Ouargla) et cinq dans les zones littorales (Alger, Boumerdes, Tipaza, Bejaia et Jijel).

I.5. Biologie et cycle de vie :

Les nématodes à galles sont des endoparasites sédentaires dont le cycle de vie se déroule en 2 phases (**Fig.n°04**). Une phase dans le sol dite xérophyte représentée par les œufs et les larves du deuxième stade et une phase endophyte se fait à l'intérieur des tissus végétaux, elle concerne le reste des stades de développement (L_3), (L_4), (L_5) mâles et femelles (**ORION, 1995**). Ces stades élaborent des sites nourriciers au niveau du cylindre central des racines (où est véhiculée la sève) permettant l'établissement du parasite. Ce site nourricier induit par les sécrétions salivaires du nématode est constitué de 5 à 6 cellules hypertrophiées (cellules géantes) (**Fig.n°04**) qui lui permet d'accomplir son cycle de vie (le nématode n'aura en effet qu'à ponctionner avec son stylet buccal dans ces cellules géantes pour se nourrir) (**DJIAN-CAPORALINO et al., 2009**).

La reproduction se fait par parthénogenèse mitotique obligatoire pour *M. incognita*, *M. arenaria* et *M. javanica* mais ; parfois elle se fait par parthénogenèse méiotique facultative chez *M. naasi* et *M. raminis* (**BERREHIL et KATTAL, 1997**).

Le cycle de développement des *Meloidogyne sp.* passe par cinq stades larvaires et quatre mues, (**Rousselle et al., 1996**). Les œufs éclosent pour donner naissance à des larves filiformes une fois les conditions de température et d'humidité sont favorables (Sommer et al, 1999). Les larves de deuxième stade (larves infestant) pénètrent dans la zone d'élongation des racines, elles s'orientent en direction de l'apex, puis se fixent au voisinage du cylindre central, en passant entre les cellules corticales et sous-épidermiques, (**ROUSSELLE et al., 1996**). Ces larves de (L_2) s'alimentent et subissent trois autres mues (**FETTAH et WEBESTER, 1983 in Malik, 2000**). A partir de la 4^{ème} mue, s'effectue la différenciation sexuelle, les mâles quittent les racines et retournent dans le sol, les femelles restent fixées se nourrissent, deviennent globuleuses et entament la ponte des œufs, (**PENNINGTON, 2000**). La fécondité

des espèces de *Meloidogyne* diffère entre les espèces, ceci est du à la génétique et à la variance spécifique de ce genre, (FERRIS et al., 1978). Une femelle de nématode à galles peut pondre entre 500 et 1000 œufs, (De GUIRRAN et RITTER, 1979). Selon PINKERTON (1991), le nombre varie de 1000 à 3000 œufs par femelle agglomérés dans une masse gélatineuse.

Plusieurs cycles peuvent se succéder en une année et l'infestation peut alors atteindre 100 à 200000 larves par kg de sol, s'étalant sur des profondeurs pouvant être supérieures à 30 cm (De GUIRRAN, 1983).

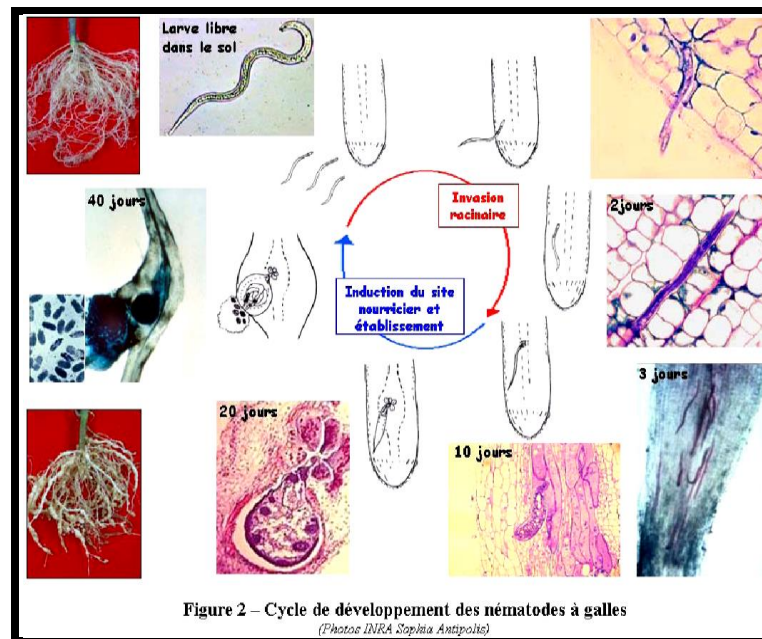


Fig.n°04: Cycle de développement des nématodes à galles (NIEBEL et al., 1994 ; DJIAN-CAPORALINO et al.2009).

I.6. Symptôme et dégâts des *Meloidogyne* :

Les symptômes d'une attaque de *Meloidogyne* sont caractéristiques et aisés. L'examen de l'aspect externe du végétal ne permet pas de faire un diagnostic exact d'une maladie due à un nématode. De ce fait, une analyse nématologique est obligatoire. Les symptômes souterrains et aériens sur la plante peuvent être ainsi décrits :

I.6.1.Symptôme sur la partie aérienne :

Les racines infestées limitent le transport des nutriments vers le reste de la plante qui flétrissent rapidement et montrent des signes de carence en cas de forte infestation, et ne répondent pas normalement à la fertilisation.

Un retard de croissance de l'hôte et une réduction significative de la taille et de la vigueur des plants, sont aussi des signes d'infestation des plantes par les *Meloidogyne* (SIDDQUI *et al.*, 2002).

I.6.2.Symptôme sur la partie souterraine :

Les symptômes causés par les *Meloidogyne* sont caractéristiques et facilement reconnaissable. Ce sont des galles plus ou moins volumineuses qui se localisent au niveau du système racinaire. Ce phénomène résulte d'un accroissement du volume des tissus radiculaires à la suite de l'hypertrophie des cellules corticales. Les cellules sont également affectées et transforment en des cellules géantes par coalescence de plusieurs cellules après dissolution de parois communes (TAYLOR, 1968). L'ensemble de ces lésions résultent d'une part des destructions mécaniques des cellules parenchymateuses et méristématiques, d'autre part des lyses provoquées par les enzymes émises en même temps que les sucs digestifs et enfin des réactions du végétal qui apparaissent souvent sous forme de nécroses. (RITTER, 1971).

I.6.3.Dégâts des *Meloidogyne* :

Les dégâts se manifestent surtout par une baisse des rendements et sont fonction, en premier lieu, de l'abondance de la population de *Meloidogyne* pour une masse végétale donnée, puis par une dépréciation de la production consécutive à l'apparence anormale, à la petite taille et au mauvais goût de l'organe récolté (APPERT et DEUSE, 1982). (Fig.n°05).



Fig.n°05: Dégât de *Meloidogyne* sur les racines (INRA,2016).

I.7. Facteurs de développement des *Meloidogyne* :

I.7.1.Facteurs a biotique :

I.7.1.1- Eau :

Les variations de la teneur en eau d'un sol ont une répercussion considérable sur la nématofaune (CAYROL, 1970).

I.7.1.2- Température :

La température a un effet considérable sur l'activité des *Meloidogyne*, sur l'éclosion, la reproduction, le mouvement et sur le cycle de développement. Un bon développement est observé à 25° C, les basses et les hautes températures (5° C et 40° C) inhibent leur activité (CAYROL, 1971 ; DE GUIRAN ,1983 ; TALAVERA *et al.*, 1999). RITTER (1973) rapporte que l'optimum d'éclosion chez *Meloidogyne javanica* est de 30° C, 25° C joue un rôle dans la mobilité et de 15 à 25° C pour l'invasion

I.7.1.3- L'aire :

La teneur du sol en gaz carbonique et en oxygène a une influence considérable sur les nématodes (CAYROL, 1971).

La privation d'oxygène, bloque en premier lieu les larves du premier stade, si elle se prolonge, elle augmentera le nombre d'œufs considéré comme une diapause (DEGUIRAN, 1979).

I.7.1.4- pH :

L'influence du pH sur l'infestation des *Meloidogyne* a été étudiée par plusieurs auteurs.

WALLACE, (1966) rapporte un intervalle de pH compris entre 4 et 8 pour le développement de *Meloidogyne*. Selon **LOEWENBERG et al (1960) in CAYROL (1971)**, les larves de *M. incognita* présentent une éclosion maximale a pH =6,5. **BIRD (1959) in CAYLOR (1971)**, en étudiant l'attraction des larves de *M. javanica* vers les racines affirme que le pH est sans influence.

STEINER (1952) in CAYROL (1971) en accord avec ces quelques études semblent indiquer que le pH du sol est un facteur écologique sans importance pour les nématodes. Les nématodes se trouvent en abondance dans tous les soles arables surtout dans les horizons superficiels mais certaines espèces se rencontrent jusqu'à une profondeur de deux mètres (**RITTER, 1985**).

I.7.1.5- Le sol :

Quel que soit le groupe et leur parasitisme, les nématodes vivent en contact étroit avec le sol (**VALLOTON, 1983**).

a) Texture :

REDDY (1983), signale que les *Meloidogyne* se trouvent dans toutes les latitudes et longitudes, les sols sableux seulement les plus favorables à la croissance des Nématodes.

b) Structure :

BROWN et SWAIN (1974 cité par BACHELIER, 1978) ont montré que la structure, par l'instabilité des agrégats du sol peut devenir un facteur limitant dans la distribution des nématodes en déterminant une forte compacité des sols et un manque d'aération.

I.7.2. Facteurs biotique :

I.7.2.1-Matière organique :

Lors de sa décomposition, la matière organique libère des produits toxiques tels que l'acide butyrique entraînant une diminution de la population de nématodes (**DE GUIRAN, 1971**).

I.7.2.2- Organisme du sol :

Les nématodes du sol peuvent être victimes de virus, de bactéries, champignons, de protozoaires (Sporozoaires), de tardigrades, d'autres nématodes, d'enchytreides et de divers Arthropodes, chilopodes acariens et insectes, dont plusieurs collemboles, (**CAYROL ,1971 in BACHELIER, 1978**) Les nématodes sont aussi la proie directe de nombreux champignons, dont une cinquantaine d'espèces sont bien connues à ce jour, (**CAYROL ,1971 in BACHELIER, 1978**).

I.8.Seuil de nuisibilité :

Les serres fortement infestées correspondent un indice de galles moyen de 1 à 5, 2 à 5 et 3 à 5 respectivement pour le piment et poivron, la tomate et les cucurbitacées, (**B'CHIR, 1983**).

D'après **BELHADJ, (1985)**, la détermination du degré d'infestation ne peut se faire en étudiant l'inoculum apparent dans le sol, le précédent cultural joue un rôle primordial sur l'expression de cette infestation en induisant une diapause plus ou moins importante. L'évolution dans le temps montre que le melon en tant que précédent cultural entraîne une faible diapause limitée à la couche superficielle du sol et par conséquent contribue à une évolution rapide des *Meloidogyne*, (**BELHADJ, 1985**).

I.9. Méthode de lutte contre *Meloidogyne* :

En raison de leur extrême résistance, leur grande variabilité physiologique et leur vie souterraine, il est très difficile de combattre les nématodes. L'objectif principal du contrôle des nématodes est d'éviter des pertes significatives du rendement et de la qualité, et de maintenir de faibles populations de ces parasites dans le sol (**LAMBERTI et CIANCIO, 1992 ; WHITEHEAD, 1998**).

I.9.1.Méthodes prophylactiques :

Elles comprennent plusieurs mesures contribuant à limiter la dissémination des nématodes et l'ensemble des précautions à prendre afin d'éliminer toute source de contamination :

- Utilisation de matériel végétal certifié.
- Nettoyage de la machinerie agricole.
- Elimination des mauvaises herbes hôtes.

- Elimination des débris végétaux.
- Contrôle des pépinières.

I.9.2. Méthodes physique :

a) Désinfection par la vapeur :

La désinfection de la terre se fait par le traitement à la vapeur à 120c°(BONNEMAISON,1961).mais cette méthode présente des limites et des inconvénients :

- a. Efficacité insuffisante voie échec dus à des causes variables ; la profondeur de désinfection et insuffisante.
 - b.Destruction d'antagoniste permettant une réinfestation rapide.
 - c.Effets secondaires néfastes dus à remontée du pH de la salinité.
 - d.Divers déséquilibre de l microflore.
 - e.Mise en œuvre pas toujours facile.
- Coût élevé (FOURY 1995).

b) Solarisation :

La solarisation est une méthode douce pour le biotope, plus au moins discriminante selon le temps d'action, facile à mettre en œuvre et peu coûteuse, mais parfois insuffisamment efficace, car elle nécessite un climat très ensoleillé. (FOURY, 1995)

I.9.3. Méthodes culturales :

a) Mesures sanitaire :

On doit éviter le transport du sol avec les outils, les bottes, etc. afin de ne pas répandre les nématodes. (DUVAL, 1991) .

b) Rotation :

La rotation culturale est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus importantes pour la gestion des ravageurs. La rotation avec des cultures résistantes ou non-hôtes pour deux à trois ans permet généralement un excellent contrôle des nématodes à galles pour les maintenir sous le seuil de dommage (JOHNSON, 1982).

I.9.4. Lutte chimique :

Plusieurs produits chimiques sont employés pour lutter contre les nématodes en général et les *Meloidogyne* en particulier. Ils ont été classés en nématicides fumigeant et non fumigeant (LAMBERTI, 1979).

Parmi les fumigeant, le 1,3 dichloropropène (1,3-D) est le plus utilisé. Il améliore les rendements en tomates infestées par *M. incognita* de l'ordre de 51% CI un taux d'application de 150 l/ha et de 121% avec 200 l/ha (LAMBERTI et CIRULLI, 1970; LAMBERTI, 1979). La famille des produits bromés (dibromochloropropane, éthylène dibromide, bromure de méthyle) sont aussi d'excellents fumigeant, mais ils sont actuellement bannis à cause des risques de toxicité humaine à la fabrication et de pollution bromée des nappes phréatiques.

Dans le groupe des non-fumigeant, l'aldicarbe, le carbofuran, l'oxymel sont très utilisés pour la lutte contre *Meloidogyne*. Appliqués à un taux de 10 à 1000 ppm, l'aldicarbe et le carbofuran sont très toxiques et inhibent l'éclosion des larves (KHAN *et al.*, 1985). Une combinaison de nématicides fumigeant et non-fumigeant présente un grand intérêt dans le contrôle de *Meloidogyne*. RODRIGUEZ *et al.*, (1985) ont ainsi montré que l'association aldicarbe/1, 3-D améliorerait les rendements en arachide infestée par *M. arenaria* par rapport à un traitement avec une seule des deux molécules.

Malgré les résultats satisfaisants obtenus la plupart du temps, l'utilisation des produits chimiques dans les cultures maraîchères doit se faire avec beaucoup de précautions. En effet, ils peuvent avoir des activités secondaires soit phytotoxiques (RODRIGUEZ-KABANA *et al.*, 1985), soit dangereuses pour l'homme. Compte tenu du coût des produits chimiques et du niveau de technicité qu'ils nécessitent pour leur application, la lutte chimique n'est pas une solution encore envisageable dans tous les pays en développement.

I.9.5. Plantes résistante :

Longtemps basée sur l'utilisation de nématicides, la lutte contre *Meloidogyne* s'oriente aujourd'hui vers la mise en cultures de variétés résistantes qui réduisent les populations sous leur seuil de nuisibilité (CASTAGNOGNE, 2002). A l'heure actuelle de lutte de la plus satisfaisante contre les nématodes du genre *Meloidogyne*, que ce soit en termes d'efficacité économique ou du respect de l'environnement (CASTAGNONE, 1999, NEVEU *et al.*, 2001). Les variétés de tomate résistantes aux nématodes à galles actuellement disponibles au plan commercial sont toutes porteuse du gène dénommé « Mi » qui contrôle les trois espèces majeurs *M.arenaria* ; *M. incognita* ; *M.javanica*. (CASTAGNONE, 1999, BERKALOFF, 2003).

I.9.6. Lutte intégrée :

Actuellement, les recherches sur la lutte contre les nématodes phytoparasites s'orientent davantage vers une lutte intégrée et durable des populations de nématodes. L'utilisation simultanée dans le cadre stratégique des différentes méthodes disponibles contre ces ennemis de cultures, a pour but de maintenir leur population à un niveau bas, pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables.

Plusieurs options de lutte intégrée sont possibles. Ainsi, l'efficacité de l'incorporation d'amendements organiques au sol à l'égard de *Meloidogyne incognita* et *Meloidogyne javanica* est plus importante quand celle-ci est appliquée en association avec la solarisation du sol (OKA *et al.*, 2007). De même, l'application de la solarisation du sol avec *Bacillus firmus* est efficace contre les nématodes à galles (GIANNAKOU *et al.*, 2007).

Selon Anastasiadis *et al.* (2008) l'efficacité du champignon ovicide : *Paecilomyces lilacinus* et *Bacillus firmus* est plus importante contre les *Meloidogyne* par rapport à l'application seule du champignon.

Les travaux de SIDDIQUI *et al.* (2002) rapportent que l'application au sol de la rhizobactérie : *Pseudomonas aeruginosa* cause une diminution significative des populations de *Meloidogyne javanica* sur la culture de tomate sous serre, cette efficacité est accentuée en présence d'un amendement riche en zinc.

L'activité du champignon prédateur *Arthrobotrys irregularis* et la bactérie *Pasteuria penetrans* peut être renforcée en présence de certaines souches de *pseudomonas* fluorescentes. Ces dernières ont un effet positif sur la croissance de la plante (DUPONNOIS *al.*, 2000).

I.9.7. lutte génétique :

De nombreuses plantes cultivées ou spontanées ont été sélectionnées pour leur résistance ou immunité vis-à-vis des espèces de *Meloidogyne* (**WHITEHEAD, 1998**).

Ces plantes évitent que le nématode achève son cycle dans leurs racines, en piégeant les juvéniles du second stade et en empêchant la formation des cellules nourricières nécessaires à sa survie autour du nématode (**WHITEHEAD, 1998**).

Le gène de résistance le plus caractérisé est le gène Mi, qui confère la résistance à plusieurs espèces de *Meloidogyne* sur tomate. Il a été transféré de l'espèce sauvage de tomate *Lycopersicum peruvianum* dans diverses variétés (**MESSIAEN et al., 1991**).

Plusieurs travaux sur le clonage et le transfert des gènes de résistance de la tomate (Mi) et sur d'autres sources de résistance aux *Meloidogyne* ont été réalisés (**CAPORALINO et al., 1999** **CAPORALINO et al., 2001**).

Certains cultivars résistants sont intéressants dans les rotations culturales et participent dans le développement des cultures suivantes en réduisant les populations de *Meloidogyne* mais cette résistance peut être interrompue si les températures du sol sont élevées et peut être compliquée par l'habileté des espèces de *Meloidogyne* à développer des races ou des biotypes.

I.10. Méthodes d'estimation du degré d'infestation :

Pour évaluer le degré d'infestation réel du sol, l'indice de galle est un excellent paramètre. C'est une notation visuelle de l'état des racines allant de 0 pour les plants sains à 5 pour les plants fortement infestés (**B'CHIR, 1981**). Les plantes prélevées sont classées suivant la présence ou l'absence de galles et leur taille comme suit (**fig.n°06**) :

I .G.= 0 : absence de galles.

I .G.= 1 : quelques petites galles.

I. G.= 2 : nombreuses petites galles.

I .G. = 3 : quelques grosses galles.

I .G.= 4 : nombreuses grosses galles.

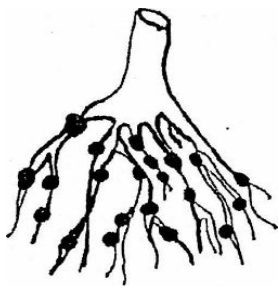
I.G. = 5 : racine complètement envahie par les galles.

Pour chaque parcelle l'indice de galle moyen (I. G. M) est calculé selon la formule suivante:

$$\text{IGM} = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^5 x_i = \frac{x_0 + x_1 + \dots + x_n}{n}$$

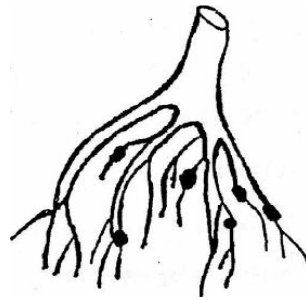
x_i = indice de galle par plant.

n = nombre de plants échantillonnés par serre.



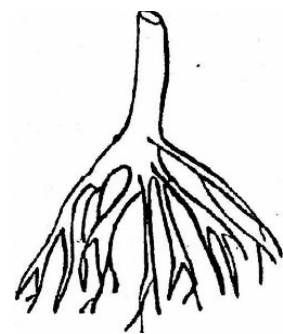
Nombreuses petites galles

(I.G. =2)



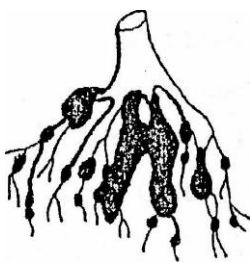
Quelques petites galles

(I.G. = 1)



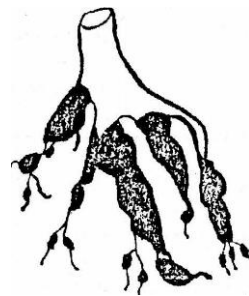
Absence de galle

(IG=0)



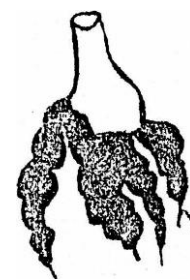
Quelques grosses galles

(IG=3)



Nombreuses grosses galles

(IG=4)



Ensemble de Galles

(IG=5)

Fig.n°06 : Méthodes d'estimation du degré d'infestation (B'CHIR, 1981).

Chapitre II.A.: Généralité sur la tomate.

II.A.1.Origine et historique

La tomate « *Lycopersicon esculentum* » originaire d'Amérique du sud fut domestiquée au Mexique en 1544, elle est Introduite en Espagne en Italie puis dans les autres pays européens. Elle s'est ensuite propagée en Asie du sud et de l'est, en Afrique et en Moyen Orient (SHANKARA et al., 2005).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du sud de l'Espagne (tomateros), qui l'ont introduite étant donné les conditions qui lui sont propices sa consommation a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'étendit vers le centre, notamment au littoral algérois (LATIGUI, 1984). Aujourd'hui, la tomate est le deuxième légume, après la pomme de terre, le plus consommé au monde (PITRAT et FOURY, 2003) (fig.n°07).



Fig.n°07 : La fleur de la tomate (ROTEM et al ., 1970)

II.A.2. Classification botanique :

La tomate (*Solanum lycopersicum*) à partir de l'ordre Solanales et la famille solanacées (ATHERON et RUDICH, 1986). C'est une plante herbacée, vivace à l'état nature.

Selon, CRONQUIST (1981), la classification de la tomate est suivante :

Règne	Plantae.
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Solanum ou Lycopersicon</i>

II.A.3. Caractéristique physiologique de la tomate :

II.A.3.1. Exigences climatique :

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

II.A.3.1.1- Température :

La plante de la tomate est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (SHANKARA ,2005). La plupart des variétés exige une température optimale comprise entre 18 et 26°C (MESSIAEN et al.,1991 et BENTON,1999).

II.A.3.1.2- Lumière :

La tomate nécessite une photo période long, elle peut fleurir avec des jours de durée inférieur à 12 heures mais la floraison est moins importante et la production du pollen est difficile. Un éclairage insuffisant provoque un étiolement des plantes, une perte de précocité et une baisse de rendement (**REY, 1965**).

II.A.3.1.3- Humidité et air :

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

II.A.3.2. Exigences édaphiques :

II.A.3.2.1- Sol :

La tomate peut être cultivée sur une large gamme de sol. Elle aime les sols profonds, meubles, bien aérés, bien drainés et riches en humus (**HUAT, 2008**).

II.A.3.2.2- Température :

Les semis doivent être soumis à une température supérieure à 16 C°. La plante croît lorsque la température du sol passe de 13°C à 30°C (**ZUANG, 1982**).

II.A.3.2.3- pH du sol :

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

II.A.3.2.4- Salinité du sol :

La tomate est moyennement sensible à la salinité du sol, elle peut supporter des teneurs en sels, allant de 2 à 4g/l. La période pendant laquelle la tomate est plus sensible à la salinité correspond à la germination et au début du développement de la plante (**BENTVELSEN, 1980**).

II.A.4. Importance économique de la tomate :

La tomate est l'une des principales productions légumières dans le monde, et particulièrement dans les pays tropicaux et les pays du bassin méditerranéen, elle cultivée dans plus de 130 pays sur une surface avoisinante 2.5 million ha (**BLANCARD,2009**). La production mondiale est estimée à 159.03 millions de tonne en 2011 cultivé sur une surface d'environ 4.73 million ha (**FAO,2011**). Le tableau ci-dessous montre la variation de la production mondiale de tomate en 2011.(**Tableau.n°01**)

Tableau. n °01: Les principaux producteurs de tomate au niveau mondial en 2011 (FAO,2011)

Classements	Pays	Production	Classements	Pays	Production
1	Chine	48,57	8	Brésil	4,41
2	Inde	16,82	9	Espagne	3,82
3	Etats-Unis	12,62	10	Ouzbékistan	2,58
4	Turquie	11	11	Mexique	2,43
5	Egypte	8,1	12	Russie	2,2
6	Iran	6,82	3	Ukraine	2,11
7	Italie	5,95	14	Tunisie	1,28

II.A.4.2. Importance de la tomate en Algérie :

La culture de la tomate en Algérie se place en seconde position après la pomme de terre. En effet les conditions climatiques des régions productrices de tomate sont très favorables pour l'obtention de bons rendements (**ZIDANI, 2009**). Le tableau suivant montre la variation de la production Algérienne de la tomate (**FAO, 2011**)(**Tableau.n°02**).

Tableau. n °02: Evaluation de la production de la tomate en Algérie pendant (2001-2011) (FAO, 2011).

Année	Production (tonne)	Rendement	Surfaces cultivées (ha)
2001	830531	208518,96	39830
2002	814941	191705,72	42510
2003	887097	193985,63	45730
2004	109227	233695,63	46729
2005	102345	241641,88	42354
2006	796160	256784,39	31005
2007	567313	282540,47	20079
2008	559249	284532,69	19655
2009	641034	308352,49	20789
2010	718240	336412,18	21350
2011	790000	336170,21	23500

II.A.4.3. Superficie et production de tomate en Algérie :

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

II.A.5. Principales maladies et ravageurs de la tomate :

Les tableaux 03,04,05 et 06 et montrent les principales maladies et ravageurs pouvant affecter la tomate.

Tableau. n ° 03 : Principales maladies fongiques.

Maladie	Symptômes	causées par	Auteurs
Mildiou	Légères tâches foncées avec un point jaune en leur centre sont visibles sur les feuilles ayant parfois un développement centrifuge et centripète. - Sur la face inférieure des feuilles les tâches sont blanches. - Les fruits se couvrent de tâches brunes et les feuilles flétrissent	<i>Phytophthora infestans</i>	(CAUSSE <i>et al</i> , 2000 ; NAIKA <i>et al.</i> , 2005).
Oïdium	-l'apparition de taches jaunes sur la face supérieure des feuilles et un duvet blanc à la face inférieure -les feuilles se dessèchent et tombe	<i>Leveillulatauraica</i>	(RYCKMANS, 2008)
Alternariose	-Tâches rondes et brunes avec des cercles concentriques apparaissant sur les feuilles avec un diamètre de 1,5 cm. -Des grosseurs peuvent apparaître sur les tiges et les feuilles	<i>Alternaria solani</i>	(CAUSSE <i>et al</i> , 2000 ; NAIKA <i>et al.</i> , 2005).
Verticilliose	Jaunissement en forme de V des feuilles de bas en haut suivi d'un flétrissement avec un léger brunissement des vaisseaux	<i>Verticillium albo-atrum</i>	(NAIKA <i>et al.</i> , 2005)

	après une coupe		
Anthracnose	Tâches plus ou moins circulaires de 1 cm avec un centre noirâtre sur les fruits mûrs	<i>Colletotrichum</i>	(NAIKA <i>et al.</i> , 2005)
Flétrissure fusarienne	Jaunissement des feuilles de bas en haut, apparition de racines avortées au bas de la tige, Tissus ligneux brun rougeâtre	<i>Fusarium oxysporumf.sp lycopersici</i>	(NAIKA <i>et al.</i> , 2005)
Pourriture des racine set du colle (Botrytis)	Brunissement des racines, de leur cylindre central et des vaisseaux situés au niveau du pivot et du collet	<i>Fusarium oxysporumf.sp radicislycopersic</i>	(NAIKA <i>et al.</i> , 2005)

Tableau. n ° 04: Principales maladies bactériennes.

Maladie	Symptômes	Causées par	Auteur
Chancre bactérien	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruits, se forment des taches blanchâtres	<i>Clavibacter michiganensis subs Michiganensis</i>	(SNOUSSI, 2010)
Moucheture de la tomate	Sur feuillage : Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune .les folioles se dessèchent et tombent	<i>Pseudomonas syringae pv .tomato.</i>	(SNOUSSI, 2010)
Gale bactérienne	De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles, Sur fruit, de petits chancres	<i>Xanthomonas compestris pv.vesicatoria</i>	(SNOUSSI, 2010)

	pustuleux appariassent et prennent un aspect liégeux		
Flétrissement bactérienne des solanacées.	Flétrissement de type verticillium ou fusarium mais suivi de la mort très rapide de la plante	<i>Pseudomonas solanacearum.</i>	(SNOUSSI, 2010)

Tableau. n ° 05 : Principales maladies virales (SNOUSSSI, 2010).

Maladie virale	Symptômes et dégâts
Virus de la mosaïque du tabac (TMV)	Transmis par la semence et par voie mécanique donnant des plages vert clair et vert foncé sur feuilles jeunes
Virus de la mosaïque du tabac (PEPMV)	Donne des décolorations de feuilles et une stérilisation des inflorescences, également transmis par les semences et par voie mécanique.
Virus Y de la pomme de terre (PYN)	Donne des nécroses sur feuilles avec dessèchement
Tomato chlorosis crinivirus et Tomato infectious chlorosis crinivirus (TICV), Tomato spotted wilt virus ou maladies bronzée. Tomato yellow leaf – cruf (TYLCV)	Virus provoquant la crispation et le jaunissement sur feuilles.
Stolbur	Maladie à mycoplasmes, reprise ici dans les maladies a virus car elle a des caractéristiques similaires symptômes de chloroses, prolifération des rameaux, réduction du feuillage, et transmission par les insectes (cicadelles)

Tableau. n ° 06: Principales ravageurs (ZIRIS, 2011).

Ravageurs	Agent causal	Symptômes
Nématodes	<i>Meloïdogyne incognita</i> <i>Meloïdogyne arenaria</i>	Des galles sur les racines de plantes attaquées .la tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.
Acariens	<i>Tetranychusurticae</i>	La face inférieure des folioles devient brune à bronzée .sur fruit, la peau présente des craquelures.
Pucerons	<i>Macrosiphumeuphorbiae</i> , <i>Myzuspersicae</i> , <i>Aulacorthumsolani</i> <i>Aphisgossypii</i>	Enroulement des feuilles, développement de la fumagine et transmission de virus.
Papillons et Noctuelles	<i>Heliciveraarmigera</i> , <i>Chrysodeixiichalcites</i> <i>Autographa gamma</i>	Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante.
Thrips	<i>Frankliniellaoccidentalis</i>	Lésions sur le limbe qui se nécrose pour prendre une teinte
Mineuse de la tomate	<i>Tuta absoluta</i>	Galeries dans le limbe des feuilles âgées par les larves.
Aleurodes	<i>Trialeurodes vavarariorum</i> et <i>Bemisia tabac</i>	Rabougrissement apicale. développement de fumagine

Chapitre II.B: Généralité sur la courgette.

II.B.1.Origine et historique de courgette :

Cucurbita pepo est indigène des régions chaudes et tempérées de l'Amérique centrale et de l'Amérique du Nord et y est cultivé. Il existe également en forme sauvage en Europe et en Asie. L'origine est incertaine. L'ancêtre commun de toutes les variétés actuelles de *Cucurbita pepo* provient probablement du Mexique, comme le confirment les résultats archéologiques (ANDRES, 2003).

II.B.2.Classification botanique :

Cucurbita pepo L. (courgette) appartient à la famille de melon Cucurbitaceae qui comprend environ 95 genres et 950-980 espèces (SCHAEFER ET RENNER, 2011). La culture de *C. pepo* est scientifiquement classée selon FELLER et al. (1995) comme illustré dans le tableau suivant :

Règne	Plante
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Violales
Famille	Cucurbitaceae
Genre	<i>Cucurbita</i>
Espèce	<i>Cucurbita pepo</i> L (1753)

II.B.3.Description botanique :

La courgette appartient à la famille des cucurbitacées. Ce sont des plantes dicotylédones annuelles, le plus souvent herbacées et plus ou moins rampantes ou grimpantes. Ses jeunes feuilles sont simples et presque rondes. Ensuite, le plant de courgette produira de grandes feuilles palmées à 5 nervures principales qui lui conféreront une envergure d'1m. Les fleurs poussent à l'aisselle des feuilles. Les fleurs femelles poussent sur de petites tiges trapues tandis que les fleurs mâles apparaissent sur des tiges plus longues et plus fines (voir photos ci-dessous). Le plant de courgette est dit monoïque, c'est à dire qu'un même plant produit des fleurs mâles stériles (étamines) et des fleurs femelles (ovaires) qui produiront les fruits grâce à la reproduction sexuée. La fécondation peut se faire par les pollinisateurs, le vent ou manuellement. Elle se réalise soit via la pollinisation d'un même individu ou celle d'un autre individu d'une même ou d'une autre variété de la même espèce. Dans ce dernier cas, la

pollinisation est dite croisée et on obtient un hybride pouvant avoir les caractéristiques des deux individus. Les courgettes pourront s'hybrider avec d'autres variétés de courgette ou les pâtissons appartenant à la même espèce *Cucurbita pepo* mais pas avec d'autres espèces de cucurbitacées. Pour plus d'informations sur les variétés qui peuvent s'hybrider (ANONYME ,2015).



Fig.n°08: La fleur de la courgette (Joëlle Vidal 2009)

II.B.4.Caractéristiques physiologiques de la courgette :

II.B.4.1.Exigences climatiques :

II.B.4.1.1.Température

La culture de la courgette prospère dans un climat tempéré et chaud. Elle n'est pas exigeante en température (moins que les autres cucurbitacées comme le melon, la pastèque et le concombre) et peut éventuellement s'adapter aux climats relativement frais (ANONYME , 2018) .

II.B.4.1.2.Humidité

Pour la culture de la courgette, l'humidité de l'air doit être comprise entre 65 % et 80%. Des Humidités très élevées favorisent le développement des maladies foliaires et pénalisent-la floraison.(ANONYME,2018) .

II.B.4.1.3.Eau

La teneur élevée des fruits en eau (95%) indique que la culture de la courgette est très exigeante en eau. Cependant, un apport excessif en eau empêche la germination et peut produire l'asphyxie racinaire. Par ailleurs, un déficit hydrique peut provoquer la déshydratation des tissus, la réduction de la croissance végétative et une fécondation déficiente à cause de la chute des fleurs (ANONYME, 2018).

II.B.4.1.4.Lumière

La courgette est très exigeante en lumière. C'est pour cette raison qu'une insolation élevée se répercute favorablement sur le rendement (ALAOUI,2005).

II.B.4.2.Exigences édaphiques :

II.B.4.2.1.Sol :

Une culture de la courgette est peu exigeante en sol. C'est une plante qui s'adapte à une gamme très large des sols. Elle préfère toutefois des sols profonds, bien aérés, souples et riches en matières organique avec une texture franche (ANONYME, 2018).

II.B.4.2.2.pH

Les valeurs de pH optimales se situent entre 5,6 et 6,8 (sols légèrement acides). Néanmoins, la culture de la courgette peut s'adapter à des pH compris entre 5 et 7(ANONYME, 2018).




II.B.4.2.3Salinité du sol


La sensibilité des cultures au stress salin se traduit par une réduction du rendement. Le seuil de tolérance à la concentration de sel dans la zone racinaire est propre à chaque culture (ANONYME ,2018)

II.B.5.Principales maladies de la courgette :

Tableau.n°07 : Principales maladies de la courgette


Maladies	Symptômes	Causées par	Auteurs
Pourriture ou moisissure Maladie grise (Botrytis)	Provoque des mortifications des tissus végétaux	<i>Botrytis cinerea</i>	(INRA, 2013)



 <p>Photo.n° 01 : Symptômes de la pourriture grise a) sur les feuilles et b) sur les fruits de la courgette (INRA, 2013)</p>	<p>appelées nécrose affectant les organes aériens et fruits de plantes.</p> <p>_ couleur brun clair puis dessèchement total des tiges .</p>		
<p>Oïdium</p>  <p>Photo.n°02 : Taches poudreuses circulaires et blanches sur les feuilles de la courgette (INRA, 2014)</p>	<p>_ Affectant une forte proportion du feuillage</p> <p>_ taches poudreuses à duveteuses, circulaires et blanches sur ou sous les feuilles</p> <p>_ pertes de rendement, et d'une baisse de la qualité des fruits et de leur durée de conservation</p>	<p><i>Eysiphe cichoracearum et Sphaerothea fuliginea</i> (MESSIAN et FAGBAYIDE, 2004).</p>	<p>(INRA, 2014)</p>
<p>Pourritures molles</p>  <p>a. b)</p> <p>Photo.n°03 : : Symptômes de Pourritures molles sur les feuilles de la courgette : a)flétrissements foliaires</p>	<p>_ des pourritures humides sur tiges et/ou sur fruits.</p> <p>_ des jaunissements et flétrissements foliaires</p> <p>Des lésions humides noirâtres se forment sur le limbe.</p>	<p><i>Pectobacterium carotovorum subsp. Carotovorum</i> (HADAS <i>et al.</i>, 2001)</p>	<p>(INRA, 2013).</p>

b) pourriture humide (INRA, 2013)			
<p>Mosaïque jaune de la courgette</p>  <p>Photo.n°04 : Symptômes de mosaïque jaune sur les feuilles de courgette (INRA, 2013)</p>	<p>Le feuillage montre des symptômes de mosaïque, un éclaircissement des nervures (alternance de couleur jaune, vert clair et vert sombre) _Une réduction de la taille des plantes *Les fruits sont souvent mosaïqués</p>		<p>(GALLITEL LI, 2000).</p>

II.B.6.Principaux ravageurs de la courgette :

Tableau.n°08 : Principaux ravageurs de la courgette

Ravageurs	Symptômes	Auteur
<p>Puceron (<i>Aphis gossypii</i>)</p>  <p>Photo.n°01: Colonie de pucerons sur courgette (INRA, 2014)</p>	<p>_ ponctuations chlorotiques et déformations dont des enroulements et des boursouflures</p> <p>_ apparition de mues blanches et présence de miellat colonisé par de la fumagine dans les organes aériens.</p>	<p>(INRA, 2014)</p>

<p>Acariens (<i>Tetranychus urticae</i>)</p>  <p>Photo.n°02: Acarien adulte (INRA, 2013)</p>	<p>apparition de minuscules taches nécrotiques plus ou moins dispersées sur les limbes qui jaunit et devient terne. En cas d'attaque sévère les feuilles jaunissent, flétrissent et se dessèchent</p> <p>_ apparition de toiles soyeuses.</p>	<p>(INRA, 2013)</p>
<p>Nématodes à galles (<i>Meloidogyne spp</i>) :</p>  <p>Photo.n°03:Nématodes à galles racinaires (ANONYME, 2019)</p>	<p>_ la présence d'un renflement iso diamétral.</p> <p>_ réduction des capacités d'absorption et d'assimilation du système racinaire de la plante.</p> <p>_ la croissance est retardée.</p>	<p>(ANONYME, 2019)</p>

II.B.7. Importance de la courgette en Algérie :

En Algérie, les conditions climatiques et les types de sol sont très favorables pour la culture de toutes les espèces de courges (**GRUBBEN, 2004**).

Les principales wilayas productrices de ce légume sont : Mostaganem, Alger, Boumerdes, Msila, Tipaza, Les cultures sous tunnel à Tipaza, Biskra, Alger et Mostaganem, représentent une production de 33 000 tonnes (**AGROLIGNE, 2014**).

Chapitre III : champignons nématophages.

III.1. Généralité sur les champignons nématophages :

Ces organismes microscopiques peuvent capturer, tuer et digérer les nématodes (**JONSSON et LOPEZ-LLORCA, 2001**). Il existe environ 700 espèces de champignons taxonomiquement diversifiés capables d'attaquer les nématodes vivants (juvéniles, adultes et œufs) et de les utiliser comme source de nutriments, qui sont des animaux actifs d'environ 0,1 à 1,0 mm de long. (**NORDBRING-HERTZ et al., 2006 ; ZHANG et al., 2011**). Les genres les plus importants comprennent (*Purpureocillium, Pochonia, Hirsutella, Nematophthora, Arthrobotrys, Drechmeria, Fusarium* et *Dactylellina*). Parmi ces champignons nématophages, seulement quelques espèces sont des parasites obligatoires de nématodes). (**ZHANG et al., 2016 ; SWE et al., 2009**). Les champignons nématophages sont généralement divisés en quatre groupes généraux : (**Fig.n°09**)



Fig.n°09 : Champignons nématophage (Elisabeth Panchaud et al.,2006)

III.1.1 champignons piégeurs ou prédateurs :

Les champignons nématophages de piégeage capturent les nématodes mobiles grâce à leurs différents organes spécialisés dits pièges. Leur structure morphologique est variable selon les espèces fongiques. Certains forment des filets ou des boutons adhésifs, d'autres possèdent des branches adhésives ou des anneaux constricteurs (**AHREN et TUNLID, 2003**).

III.1.2. Les champignons endoparasite :

Utilisent des conidies adhésives au goût agréable pour pénétrer dans le corps du nématode. Ce sont des parasites obligatoires, se développent au détriment du contenu corporel et tuent finalement le nématode.

III.1.3. Les champignons producteurs de toxines :

Immobilisent les nématodes en sécrétant des toxines (**NORDBRING-HERTZ et al., 2006 ; HYDE et al., 2014**).

III.2.Mode de pénétration des champignons :

Les champignons adhèrent à la paroi du corps de la femelle puis ils pénètrent à travers cette barrière protectrice pour atteindre les œufs (**JONSSON et LOPEZ- Lorca, 2001**). Leur pénétration se fait selon trois voies possibles :

- **Voie A** : directement à travers la cuticule du nématode.
- **Voie B** : à travers les ouvertures naturelles sur le cône vulvaire.
- **Voie c** : après la colonisation de la cellule nourricière de la racine

III.3.Spécificité des champignons nématophages :

Les travaux qu'ont été fait depuis plusieurs années ont permis de constater que les différents champignons nématophages ne capturent chacun que des espèces de nématodes bien particulières. Cette spécificité paraît liée à trois facteurs fondamentaux : taille des pièges, pouvoir collant des sécrétions, affinités biochimiques entre le champignon et sa proie (**CAYROL, 1980**).

Deuxième partie :
Expérimentation.

Chapitre I : Matériel et méthodes.

I.1.Objectif du travail :

Le but de notre étude est de montrer si les cultures maraichères sont résistantes à l'infestation par *Meloidogyne sp* sous serre. Notre étude est basée sur cinq étapes essentielles :

Concernant la première étape, nous avons essayé à l'aide d'un questionnaire (**annexe**) de faire une prospection d'une EAC (Exploitation Agricole et Collective) afin de faire un constat sur l'état de serre, les cultures précédentes, la variété utilisées et les produits chimiques appliquées.

Concernant la deuxième étape, nous avons fait des analyses pédologiques des sols collectés (ph, matière organique, calcaire, calcium, l'humidité et conductivité électrique, la granulométrie).

Concernant la troisième étape, nous avons essayé de faire un inventaire des champignons (prédateurs, parasites) de nématode (*Meloidogyne sp*) présents dans le sol sur deux profondeurs différents (0-10cm et 10-20cm) en le prélèvent du sol frais à l'intérieur de la serre sur trois points différents.

Concernant la quatrième et cinquième étape, nous essayons d'estimer l'état des infestations des cultures par les nématodes à galles est cela par le calcul de l'indice de galles et procéder à des coupes de quelques femelles de *Meloidogyne* pour voire l'espèce existante dans la commune Staoueli.

I.2. Présentation de la zone d'étude :

I.2.1. Choix de la station d'étude :

Sur la base de l'importance des cultures maraichères et plus précisément les cultures de la tomate et la courgette qui occupent une place très importante en Algérie.

Notre expérimentation s'est déroulée dans la région algéroise, la région de Staoueli (ITICMI). (**Fig.n°10**).



Fig.n°10 : Situation géographique de la région Staoueli(MAPS2022).

I.2.2. Situation géographique de la région d'étude :

La ville du Staoueli est à 22km à l'Ouest d'Alger d'une latitude de 36°54N, longitude de 2°53 E et l'altitude de 30m.

C'est une région à vocation cultures maraîchères avec un apport de fumier de ferme assez considérable vu les cultures utilisées (tomate, courgette, concombre, pomme de terre et autres), considérées comme cultures à haute valeur ajoutée, cette région se caractérise par un sol limoneux sableux riche en matière organique. C'est une région qui présente une grande infestation par *Meloidogyne* sp (QUEZEL et SANTA, 1963).

ITCMI (Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles) est situé dans l'étage bioclimatique, subhumide caractérisé par un hiver doux, pluvieux et par un été chaud et sec, les précipitations annuelles varient de 600 à 700 mm.

Durant la période humide, les vents dominants sont ceux du Nord-Ouest, alors que la période sèche est dominée par les vents d'Est et parfois les vents du sud.

I.3.Matériel de travail :

Pour réaliser notre étude nous avons utilisé le matériel sur terrain et le matériel au laboratoire.

I.3.1 Sur terrain :

- Questionnaire.
- Une binette.
- Sac en plastique.
- Des étiquettes.
- Marqueur.
- Mètre ruban.
- Appareil photo.

I.3.2 Au laboratoire :

- Des boites de pétries.
- Le sol.
- Des étiquettes.
- Autoclave.
- Etuve.
- Balance.
- Glucose.
- Agar Agar.
- Bouillon de pomme de terre.
- Cristalliseur.
- L'eau distillée.
- Agitateur.
- Flacon.
- Bec bunsen.
- Erlenmeyer.
- Microscope.
- Bécher.
- Ruban adhésif.
- Pipette pasteur.
- Clé de détermination.

I.4. Questionnaire :

C'est un outil utilisé pour recueillir des informations sur la station étudiée, nombre de serre, l'état de verger, les cultures précédentes, les cultures sur place, type du sol, l'âge des serres, système d'irrigation, les variétés et les produits phytosanitaires utilisés (**Annexe**).

I.5. Technique d'échantillonnage :

La technique d'échantillonnage consiste à prélever à l'aide d'une binette environ 1kg d'échantillons de sol avec les racines (0-10cm) et (10-20cm) de profondeur à l'intérieur de la serre, dont 3 points (début, milieu et fin de serre) en diagonal, en suite les échantillons conservés dans des sacs en plastique étiquetés (la date, le lieu, la culture, type de sol, la profondeur), les échantillons sont ensuite apportés au laboratoire (**Fig.n°11**)



Photos n° 01: état de serre de la tomate et courgette,



Photos n°02 : Collecte



Photo n°03 : Sol mis en sachet

Fig.n°11: Protocole expérimentale sur terrain (originale) 2022.

I.5.1. Préparation du milieu de culture PDA (Potato-Dextrose-Agar) (SHADWICK, 1938) :

La gélose glucosée à l'extrait de pomme de terre (PDA) milieu de culture microbiologique courant produit à base d'infusion de pomme de terre et de dextrose, la procédure qu'on a suivie pour récupérer le (PDA) est comme suit :

- Laver et peser 200gr de pomme de terre, puis couper en petite morceaux.
- Faire bouillir les 200gr de pomme de terre entre 15 à 20 minutes dans 1Litre d'eau, jusqu'à ce qu'elles soient tendres.
- Retirer la pomme de terre et récupérer 250 ml du bouillions de pomme de terre, le mettre dans un cristallisoir.
- Ajouter 20gr de glucose et 20gr d'agar-agar et l'eau distillé jusqu'à l'obtention 1l.
- Verser le milieu(PDA) dans un Erlenmeyer et le mettre sur l'agitateur pendant 20 min pour qu'il soit homogène.
- Protéger la solution obtenue dans les flacons.
- Mettre la préparation dans l'autoclave pendant 20min a une température 120°C pour la stérilisation.
- Laisser refroidir, puis on le coule dans les boites de Pétri stériles d'une épaisseur de 02 à 03 mm. (Fig.n°12).



Photo.n°01: Agar-agar.

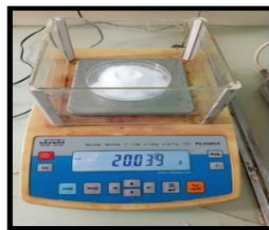


Photo.n°02: Glucose



Photo.n°03: Préparation du milieu gélose.



Photo.n°04: Agitation du milieu gélosé..



Photo.n°05: Les flacons



Photo.n°06: Autoclave

Fig. n°12: Différentes étapes de la préparation du milieu de culture (Originale, 2022).

I.5.2. Préparation des boites de Pétri et isolement des différentes espèces de champignons à partir du sol :

Pour chaque culture et chaque profondeur nous faisons quatre répétitions, numéroté et nommé. Une fois la gélose prête, le travail se fera sous (Hotte).

- L'isolement fongique se réalise dans un endroit stérile (la hotte), et devant le bec benzène.

- La première étape consiste à faire couler le milieu (PDA) dans les boîtes de pétrie.
- La deuxième étape consiste de solidification du milieu dans les boîtes de pétrie.
- Après la solidification du milieu, ensemercer le sol a la surface du milieu (1g pour chaque boîte de Pétri).
- Puis fermer les boîtes de Pétri et les emballer avec un ruban adhésif et étiqueté chaque boîte (numéro, date et profondeur).
- Inverser les boîtes de Pétri pour éviter le risque de contamination par les gouttelettes d'eau accumulées sur le couvercle.

I.5.3. Condition d'incubation :

Une fois les boîtes de pétrie sont prêtes, ces dernières sont mises dans l'étuve a 25°C cette température est favorable au développement des champignons nématophages. (**Fig.n°13**)



Photo.n°01: Ecoulement du PDA



Photo.n°02: Ensemenement du sol



Photo.n°03: Nombre de répétition



Photo.n°04: Etuve.

Fig.n°13: Etapes d'ensemencement des champignons nématophages et incubation (originale,2022).

I.5.4. Détermination des champignons nématophage prédateurs –parasites :

Pour la détermination des champignons nématophages prédateur et parasites, nous sommes référés aux clefs de détermination faits par **COOKE et GODFERY ,1964 ; BARRON ,1968 ; BUYCK ,1986 ; PHILIP, 2001** ; qui est basée sur :

- Les spores.
- Les réseaux mycéliens.
- Les anneaux constricteurs et non constricteurs.
- Les conidiospores.
- Les boutons adhésifs.
- Les conidies.
- Les mycéliums sperforants.
- Les chlamyospores.

I.6.Estimation de l'indice de galle pour chaque culture :

L'indice de galle qui est une notation visuelle de l'état des racines. Pour cela nous avons noté (I.G) chaque plant. Pour estimer la moyenne de l'indice de galle des deux cultures nous avons utilisé la formule suivante :

$$\text{IGM} = \sum_{i=0-5}^{x_i} = \frac{x_0 + x_1 + \dots + x_n}{n}$$

x_i = indice de galle par plant.

n = nombre de plants échantillonnées par serre.

I.7. Identification des femelles de *Meloidogyne* par les coupes périnéales :

I.7.1. Montage des figures périnéales des femelles de *Meloidogyne* :

Les femelles sont prélevées à partir des racines noueuses. Celles-ci sont dilacérées dans de l'eau. Les femelles sont prises à l'aide d'une aiguille et placées dans une coupelle. Ces dernières sont coupées transversalement au 1/3 de la partie postérieure. Après les premières coupes, les parties postérieures sont bien nettoyées du contenu interne, puis coupées sur les extrémités latérales de façon à ce qu'elles soient de forme rectangulaire. (**Fig.n°14**), puis déposée dans une goutte d'eau sur une lame porte-objet qu'on couvre avec une lamelle

couvre-objet, et voire au microscope. Toutes les mentions sont portées sur la lame telle que la date, le nom de l'espèce et de la variété cultivée et la région d'échantillonnage.

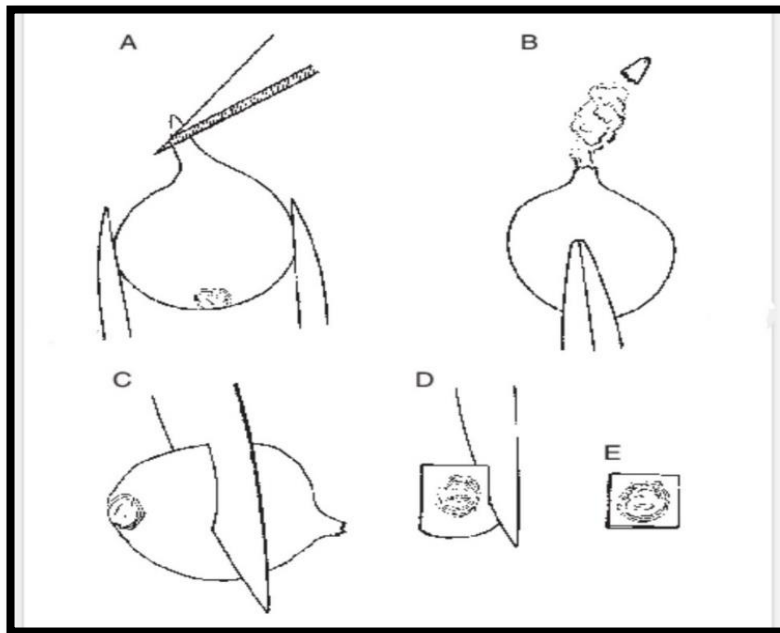


Fig.n°14: La méthode des coupes périnéales des femelles

(AFTER HARTMAN AND SASSER 1985).

(A, B : femelle excisée avec la région du cou enlevée et le contenu du corps expulsé doucement, C : corps postérieur sans motif périnéal, D : coupe de la cuticule excédentaire autour du motif périnéal, E : motif périnéal découpé prêt à être monté).

Chapitre II : Résultat et Discussion

II.1. Importance du questionnaire :

Le questionnaire que nous avons préparé nous a permis d'avoir une idée générale sur les régions d'étude Staoueli (ITCMI).

Nous avons constaté que les serres dans la région été anciennes, elles ont toutes plus de 10 ans, l'utilisation des produits chimique se fait chaque année dont les produits couramment sont (Actara, Curenox, Bravo et Zero) Nous avons noté que dans la région de Staoueli utilise du fumier et des engrais. **Tableau n°09 (Annexe).**

II.2. Caractéristique du sol :

a) Humidité du sol :

D'après le graphe (**la figure n°15**) nous remarquons que le taux d'humidité varie entre 8.34% et 9.46%. Le taux le plus élevé observé sur la culture de courgette (9.46%) ; par ailleurs le taux le plus bas et observé sur la culture de tomate (8.34%).

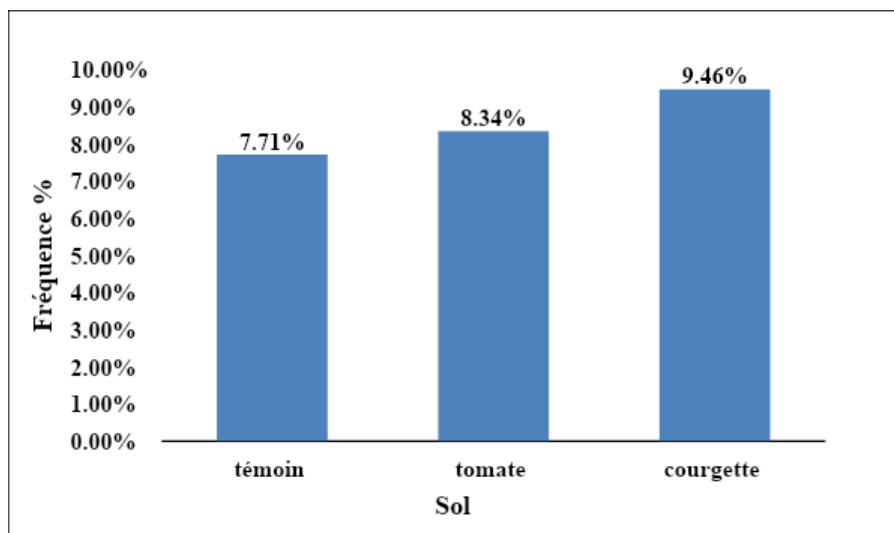


Fig. n°15 : Taux d'humidité des sols.

b) Analyse du pH :

Selon le graphe (**figure n°16**), pH varie entre 8.04 et 8.16 entre sol témoin et sol en culture (tomate et courgette).

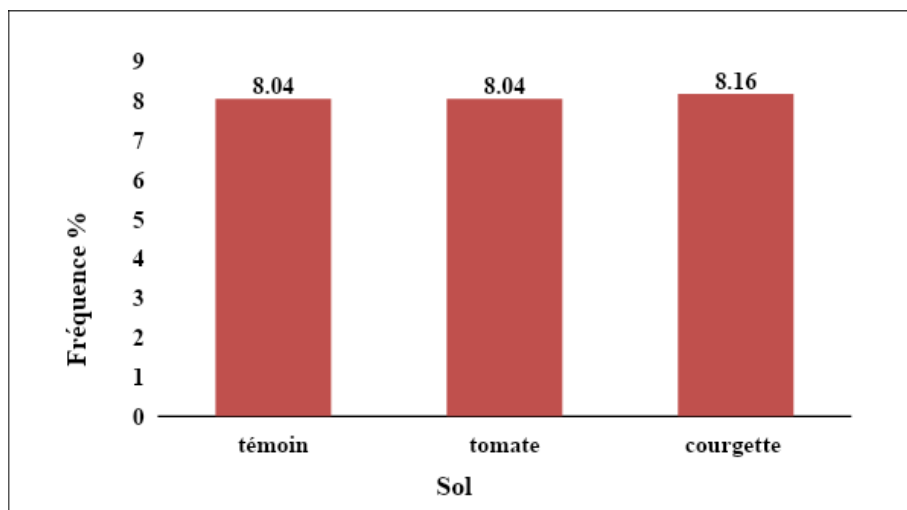


Fig.n°16 : Mesure du pH des sols.

c) Conductivité électrique :

D'après le graphe (**figure n°17**) le taux de la conductivité électrique varie entre 0.16 et 0.29, pour le sol témoin 0.16, sol en culture : tomate 0,29 et courgette 0.21.

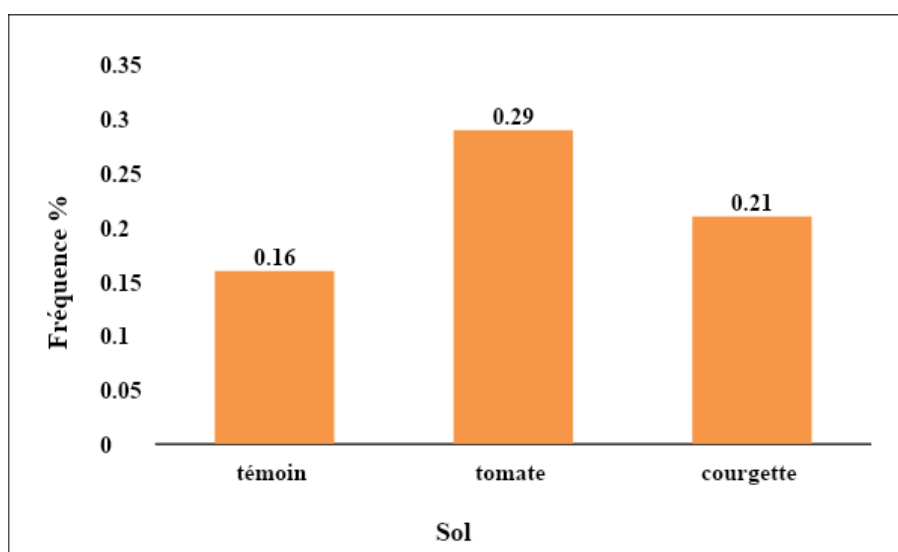


Fig.n°17: Mesure de Conductivité électrique des sols.

d) Matière organique :

Selon le graphe (**figure n°18**) nous remarquons que le taux de matière organique bien pourvu il est de 1.5%, 2.5 et 5% pour les sols témoin, tomate et courgette respectivement.

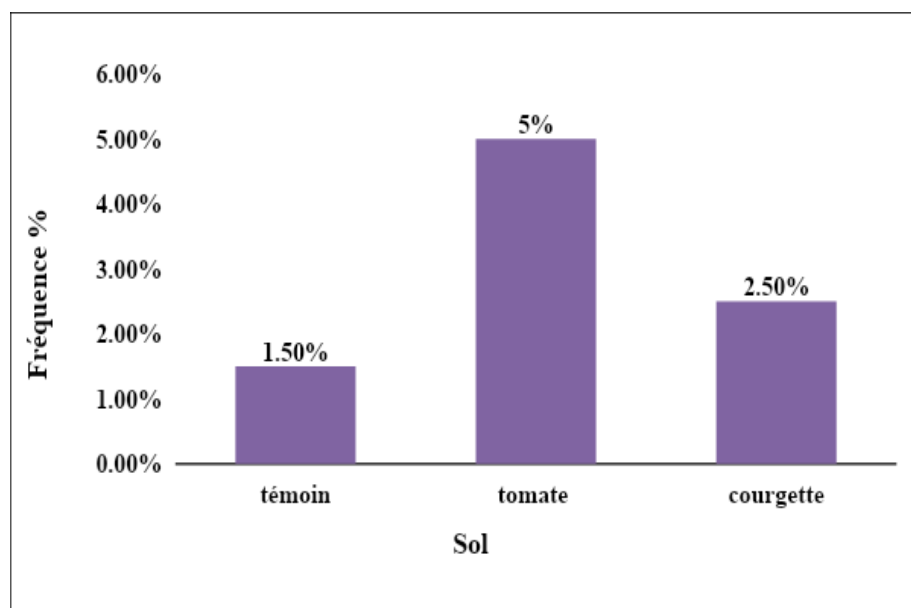


Fig.n°18: Taux de Matière organique des sols.

e) Calcaire :

D'après le graphe (**figure n°19**), nous remarquons que le taux de calcaire le plus élevé est 4.25% dans le témoin par contre les deux cultures présente au taux de calcaire presque identique.

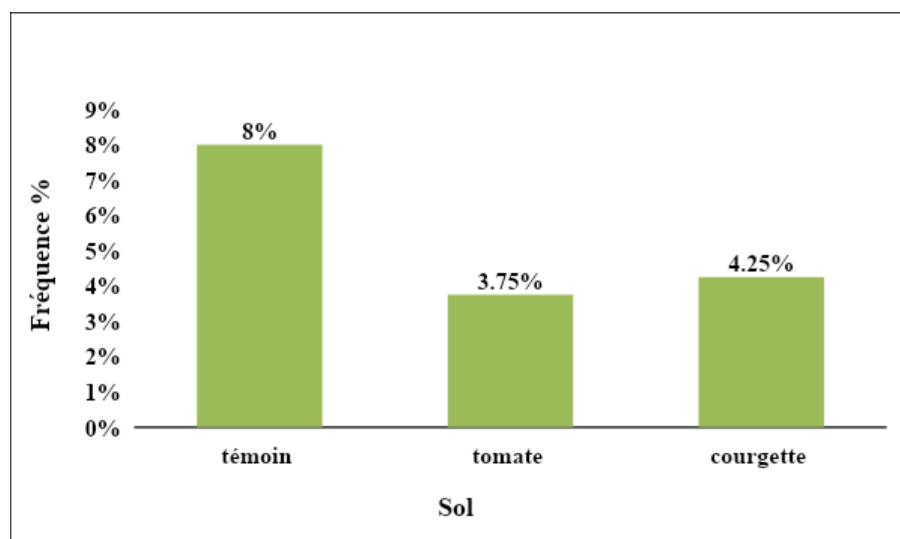


Fig. n°19 : Mesure du calcaire des sols.

f) Analyse granulométrique :

La répartition des proportions de sable, de limon et d'argile détermine la texture du sol. Après les études analytiques du sol, que nous avons fait au niveau du BNEDER (Bureau-National-des Etudes-pour-le-Développement-Rural) et la lecture sur le triangle textural du sol, le sol de la station expérimentale (ITICIMI) Staoueli est sableux-limoneux (**fig.n°20**) (**Annexe**).

II.3. Etude de l'infestation des cultures par les *Meloidogyne* :

Afin d'estimer le degré d'infestation des cultures sous serre, nous avons utilisé les seuils de nuisibilité établis par **B'CHIR, 1981**.

II.3.1. Estimation de l'indice de galle pour chaque culture :

L'indice de galle qui est une notation visuelle de l'état des racines. Pour cela nous avons noté (I.G) chaque plant (**Tableau n°10**). En effet les 29 plants arrachés de tomate et de courgette montre un indice de galle très élevé qui varié entre 1 et 5 (**fig. n°22**).

Pour estimer la moyenne de l'indice de galle des deux cultures nous avons utilisé la formule :

$$\text{IGM} = \frac{\sum_{i=0}^5 x_i}{n}$$

x_i = indice de galle par plant.

n = nombre de plants échantillonnées par serre.

Ce qui nous a permis d'évaluer la moyenne des deux cultures :

$\text{I.G.}_{\text{moy.}} (\text{Courgette}) = 3.58$ et $\text{I.G.}_{\text{moy.}} (\text{Tomate}) = 2.79$ (**Tableau n°10**) (**Annexe**).

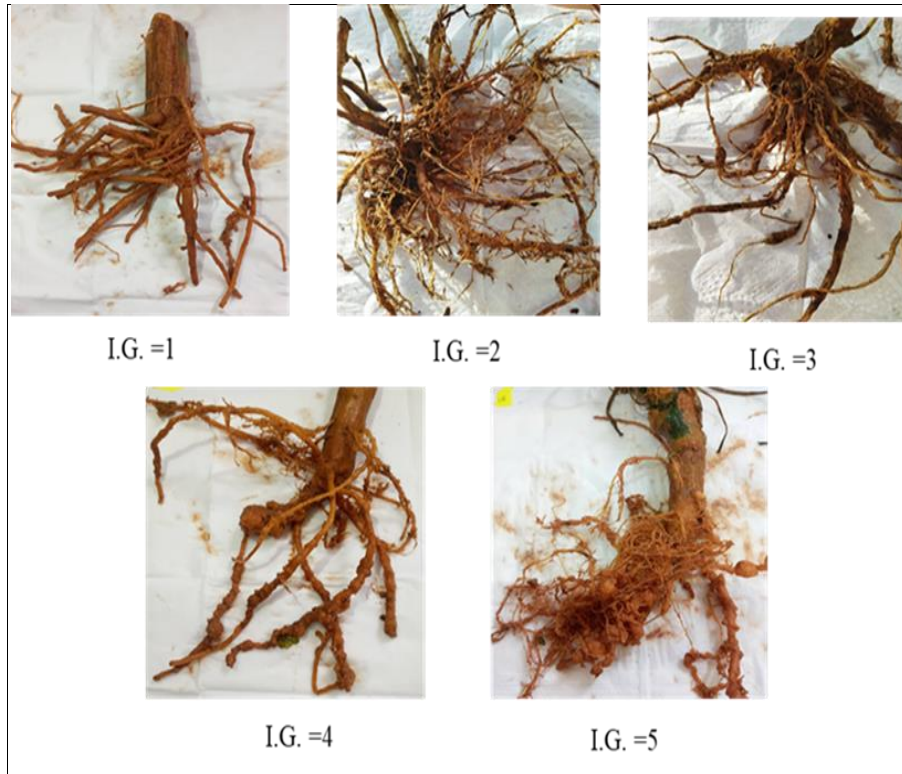


Fig.n°21: les différentes estimations de l'indice de galles (Originale) 2022.

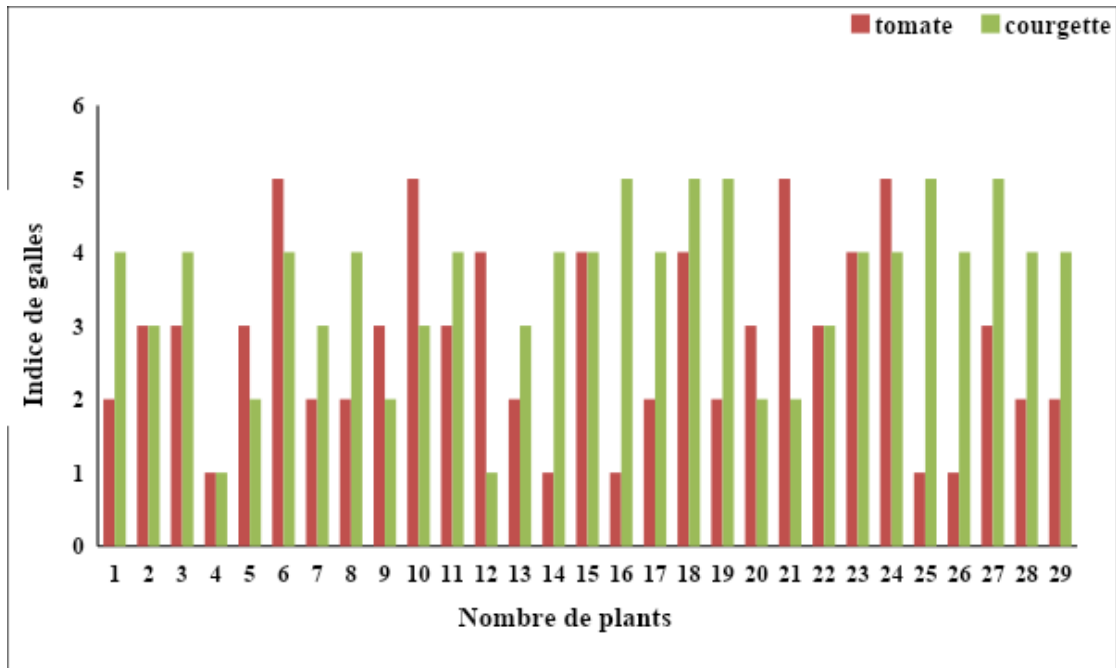


Fig.n°22 : Indice de galles (Tomate et Courgette).

II.3.2. Comparaison du moyen des indices de galle des deux cultures :

D'après la (figure n°23) les résultats relatifs de la moyenne de l'indice de galles révèlent que ce dernier est élevé 3.58 pour la courgette et 2.79 pour la tomate.

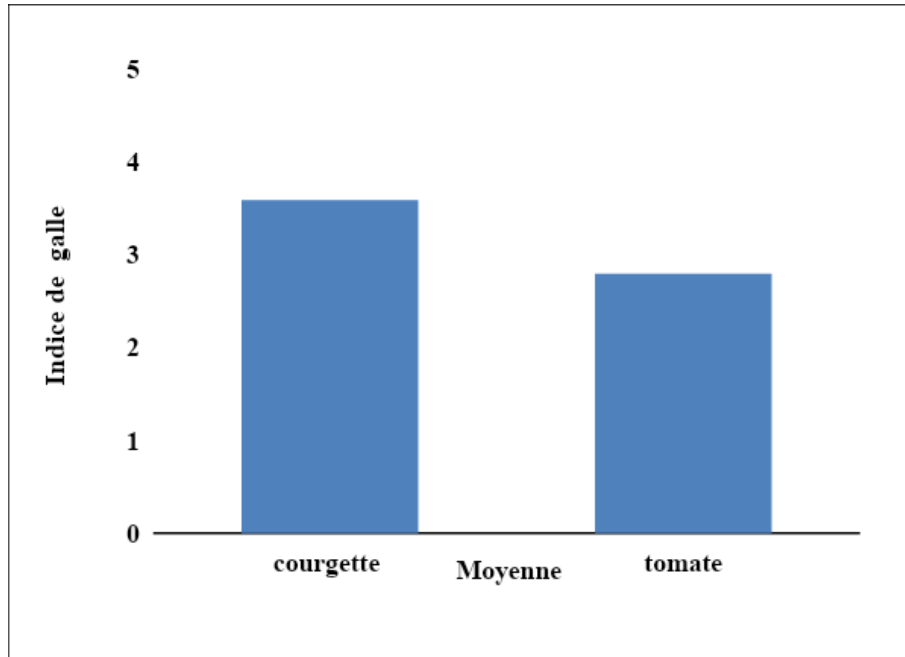
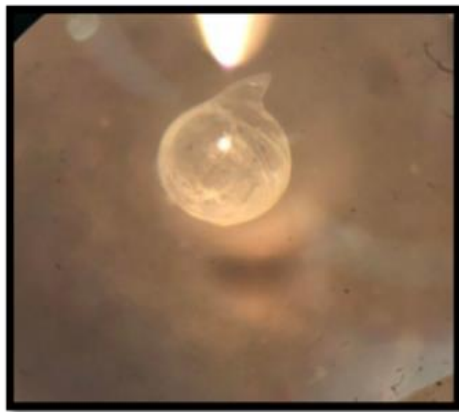


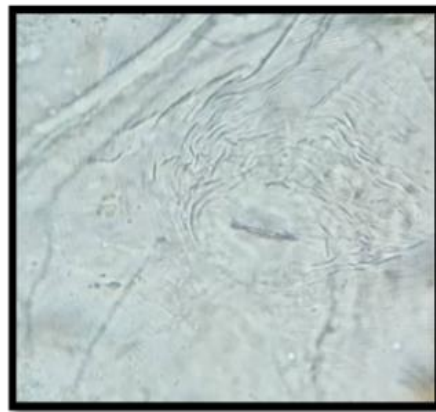
Fig.n°23: Moyennes des indices de galles des deux cultures (courgette et tomate).

II.4. Identification des femelles de *Meloidogyne* par les coupes périnéales :

L'observation des régions postérieures des femelles de *Meloidogyne* effectué comparativement aux clés de détermination, il s'agit de *Meloidogyne incognita* (Fig. n°24).(Fig.n°25 ,Annexe)



Les femelles de *Meloidogyne*



Coupe périnéale

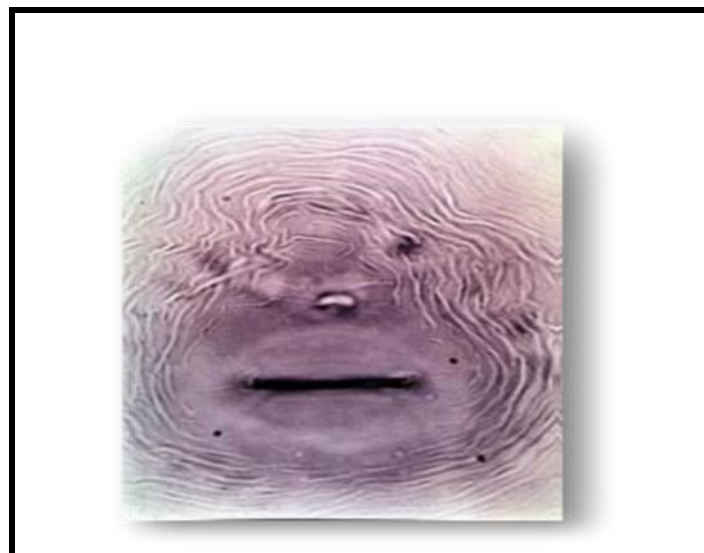


Fig.n°24 : Coupe périnéale de femelles *Meloidogyne* sous la loupe (Original 2022).

II.5. Espèce de champignons nématophages prédateur et parasite répertoriées :

L'identification des champignons nématophages est basée sur les caractères biométriques des spores des conidies des conidiophores, anneaux constricteurs, réseaux mycéliens. Après une observation à l'état frais, nous avons pu répertorier 04 genres de champignons nématophages (prédatrices et parasites) à partir des différentes clés de détermination :

- ***Stylopage***: Le genre *Stylopage* est caractérisé par des conidies unicellulaires allongées. Il peut présenter des hyphes et des boutons adhésifs (BARNETT et HUNTEN, 1998).

- *Dactylaria* : il possède des conidies allongées et fusiformes avec 4 à 5 cloisons cellulaires dont la cellule centrale est grande que celle de la base et sur le bout (PHILIP, 2001).
- *Arthrobotrys* : Ce champignon présente des conidiophores longs, minces, simples, hyalins légèrement élargis au sommet où les spores apparaissent. Il est caractérisé par un petit réseau prédateur, les conidies sont hyalines subdivisées en deux cellules, elles sont oviformes rectangulaires. La portion de conidiophores est dénudée, les conidies se regroupent et constituent une forme de bouquet. (BARNETT et HUNTEN, 1998).
- *Aspergillus* : ces champignons peuvent cependant provoquer différentes formes de mycoses. Les Aspergillus sont des champignons filamenteux, de type moisissure, dont la colonie se présente sous forme duveteuse. Le thalle, hyalin, présente un mycélium cloisonné portant de nombreux conidiospores dressés, terminés en vésicule. Le genre Aspergillus se distingue des Penicillium par l'aspect des conidiospores qui sont terminés par une tête renflée, alors qu'ils sont divisés en articles chez les Penicillium donnant ainsi l'aspect de petits pinceaux. (William *et al.*, 2005).

II.6. Classification du champignon :

Les espèces de champignons nématophages parasites et prédatrices sont présentées ici par ordre systématique et selon leur mode de vie et leur type de piégeage. Dans notre expérimentation nous avons remarqué que les différentes espèces répertoriées ne se présentent pas de la même manière ; il y a celles qui sont présentes dans toutes les boites (04 répétitions) d'autres sont présentes dans une ou deux boites, pour cela nous avons donné une échelle qui évalue leur fréquence d'occurrence allant de 100% pour leur présence dans les 04 boites à 25% quand elles sont présentes seulement dans 01 boite et 0 quand elles sont absentes.(Tableau.n°11,Annexe)

- Espèce présente dans une seule répétition = 25%
- Espèce présente dans deux répétitions = 50%
- Espèce présente dans trois répétitions = 75%

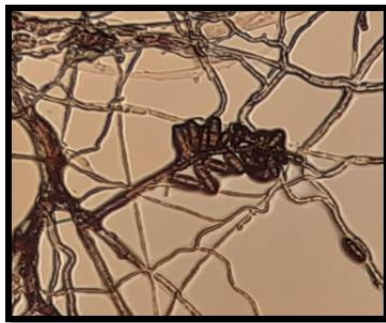
- Espèce présente dans quatre répétitions = 100%



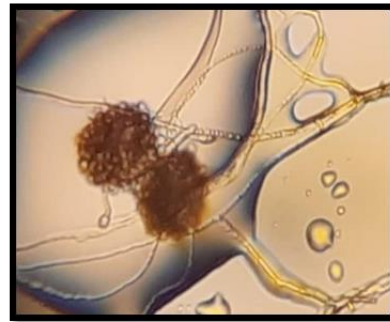
Stylopage.



Aspergillus



Arthrobotrys



Rosacée d'*Arthrobotrys*



Dactylaria



Chlamyospore

Fig.n°26 : Les différents genres de champignons nématophages (Originale, 2022).

II.7. Etude de la fréquence des champignons nématophages :

- Sol témoin 10cm et 20cm :

Selon le graphe (**Figure n°27**), on note une présence de 02 genres de champignons nématophages : *Stylopage* et *Aspergillus* avec une fréquence similaire 100%.

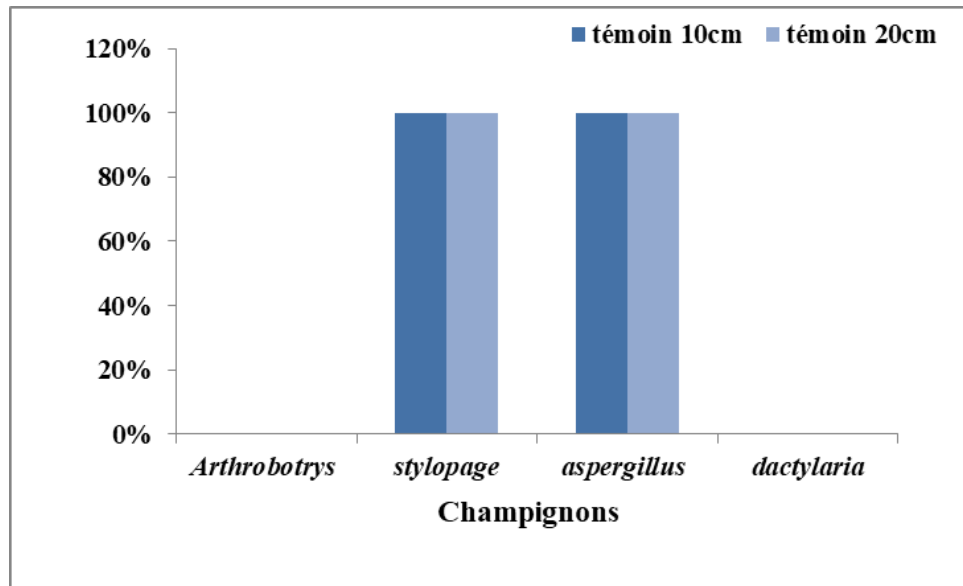


Fig.n°27: Fréquence des champignons nématophages sol témoin (10cm et 20cm).

- Sol traité 10cm et 20cm :

- Tomate :

Selon le graphe (Figure n°28), le nombre d'espèces de champignons nématophages est plus élevé dans la profondeur 10cm par rapport au 20 cm, par contre leur fréquences est inversement proportionnelle. On note 04 espèces de champignons nématophages à 10 cm de profondeur : *Stylopage*, *Aspergillus*, *Arthrobotrys* et *Dactylaria* avec des fréquences de 100%, 100%, 50% et 25% respectivement, à 20cm de profondeur 02 genres de champignons nématophages sont signalés : *Stylopage* et *Aspergillus* avec des fréquences de 100%.

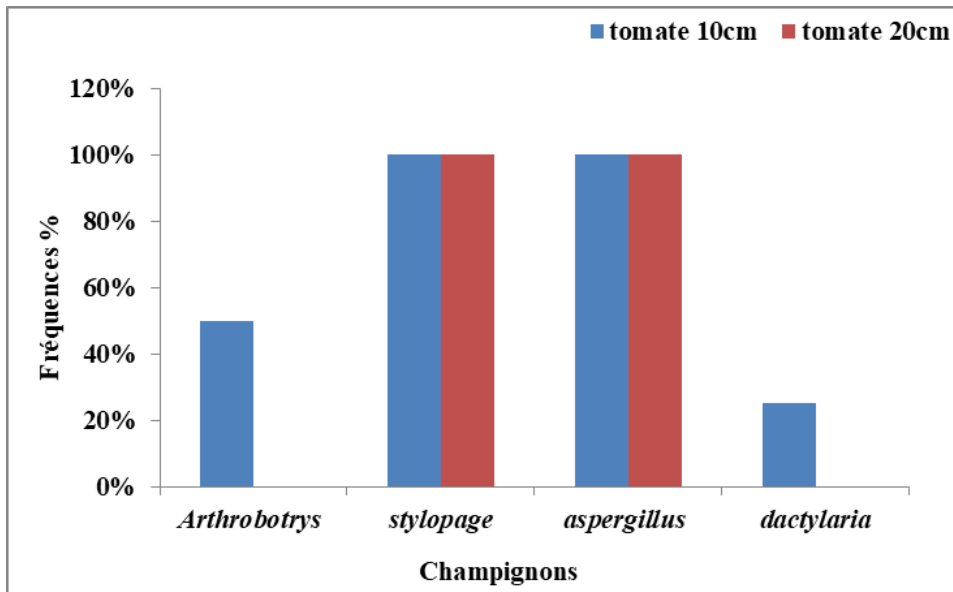


Fig.n°28: Fréquence des champignons nématophages Sol traité (10 cm-20 cm ; culture tomate).

- **Fréquences comparatives entre sol témoin et sol traité (culture tomate, 10cm-20cm) :**

Selon le graphe (Figure n°29), le sol traité est plus diversifié que le sol témoin dans les deux profondeurs (10 cm- 20 cm).

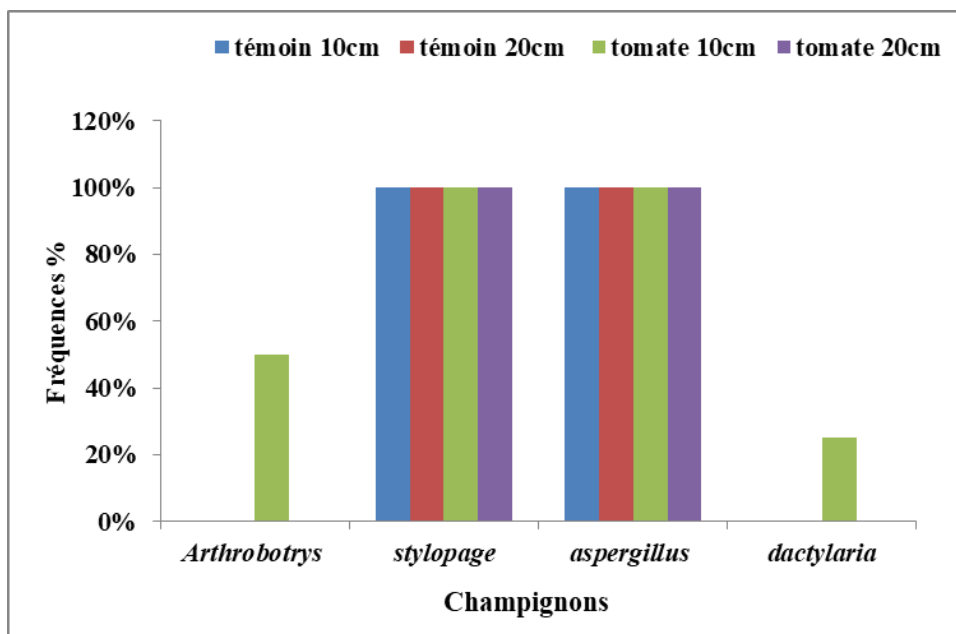


Fig.n°29 : Fréquence comparatives des champignons nématophages entre sol témoin et traité (culture tomate ; 10cm et 20cm).

- Sol traité 10cm et 20cm :
 - Courgette :

D'après (Figure n°30), on note 04 genres des champignons nématophages : *Arthrobotrys*, *Stylopaga*, *Aspergillus* et *Dactylaria*, répartis différemment entre les profondeurs, à la profondeur de 10 cm : *Stylopaga*, et *Aspergillus* avec une fréquence de 100%, pour la profondeur de 20 cm : *Arthrobotrys*, *Stylopaga*, *Aspergillus* et *Dactylaria*, avec des fréquences de 75%, 100%, 100% et 25% respectivement.

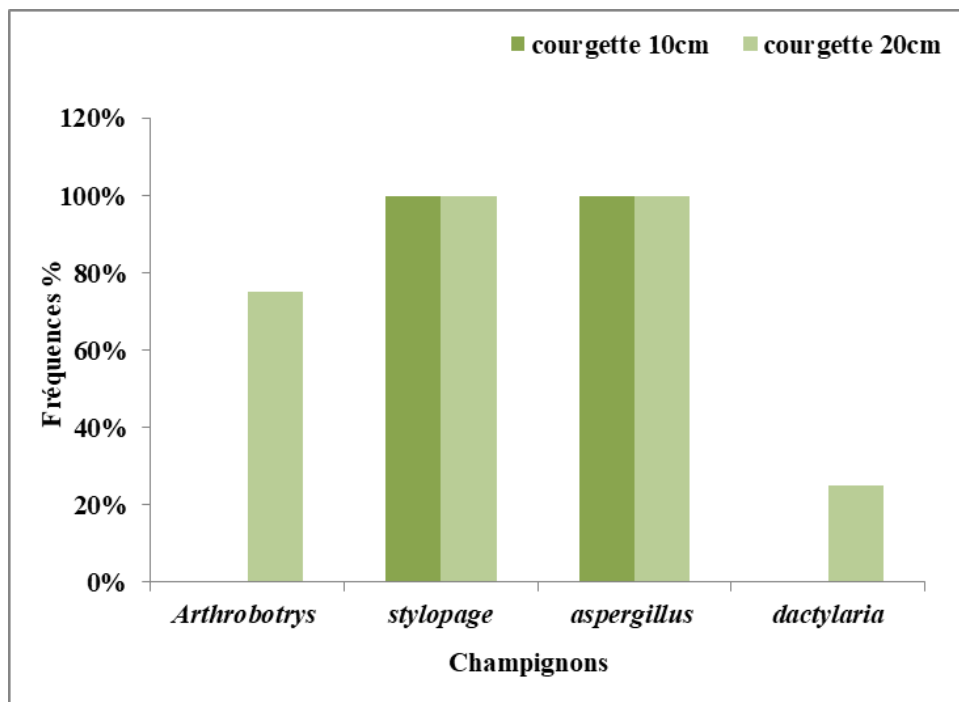


Fig.n°30 : Fréquence des champignons nématophages Sol traité (10 cm-20 cm ; culture courgette).

- Fréquences comparatives entre sol témoin et sol traité (10cm-20cm) :

Selon le graphe (Figure n°30), le sol traité est plus diversifier que le sol témoin dans les deux profondeurs (10 cm- 20 cm) et les fréquences.

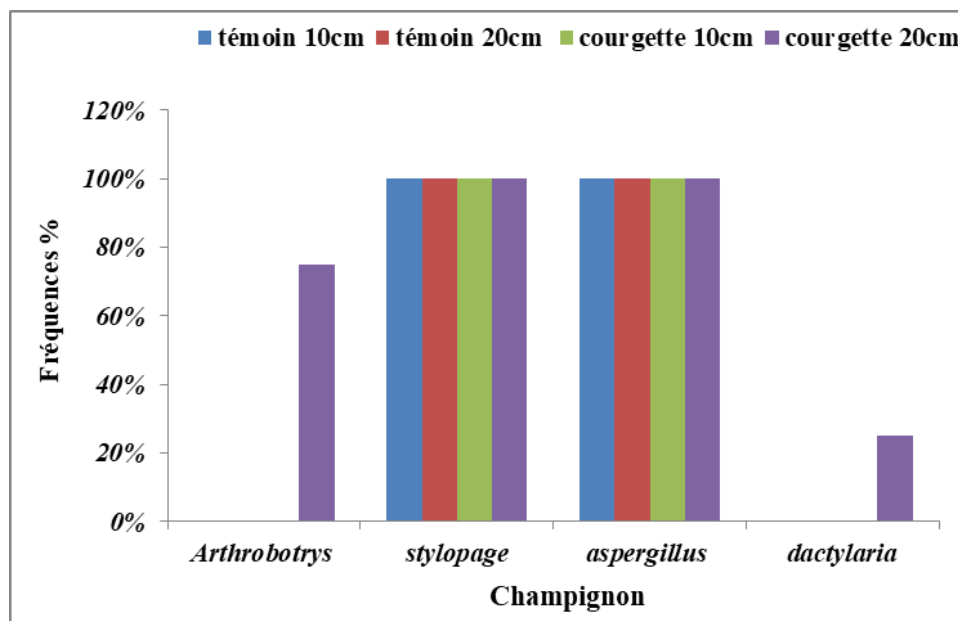


Fig.n°31: Fréquences comparatives des champignons nématophages entre sol témoin et traité (culture courgette ; 10cm et 20cm).

- **Fréquences comparatives entre sol témoin et sol traité (culture tomate et courgette ; 10cm-20cm) :**

- **Témoin –tomate – courgette :**

On a comparé la répartition des espèces de champignons nématophage en fonction des (cultures, profondeurs). Nous remarquons que le genre (*Aspergillus* et *Stylopaga*) est dominat avec une fréquence de 100% dans toutes les cultures et les profondeurs.

Pour le genre *Arthrobotrys* il est présent dans la profondeur 10 cm du sol de tomate et 20 cm du sol courgette avec des fréquences de 50% et 75% respectivement, pour le *Dactylaria* il est à la même fréquence de 50% dans le sol tomate à 10 cm et sol courgette à 20 cm.

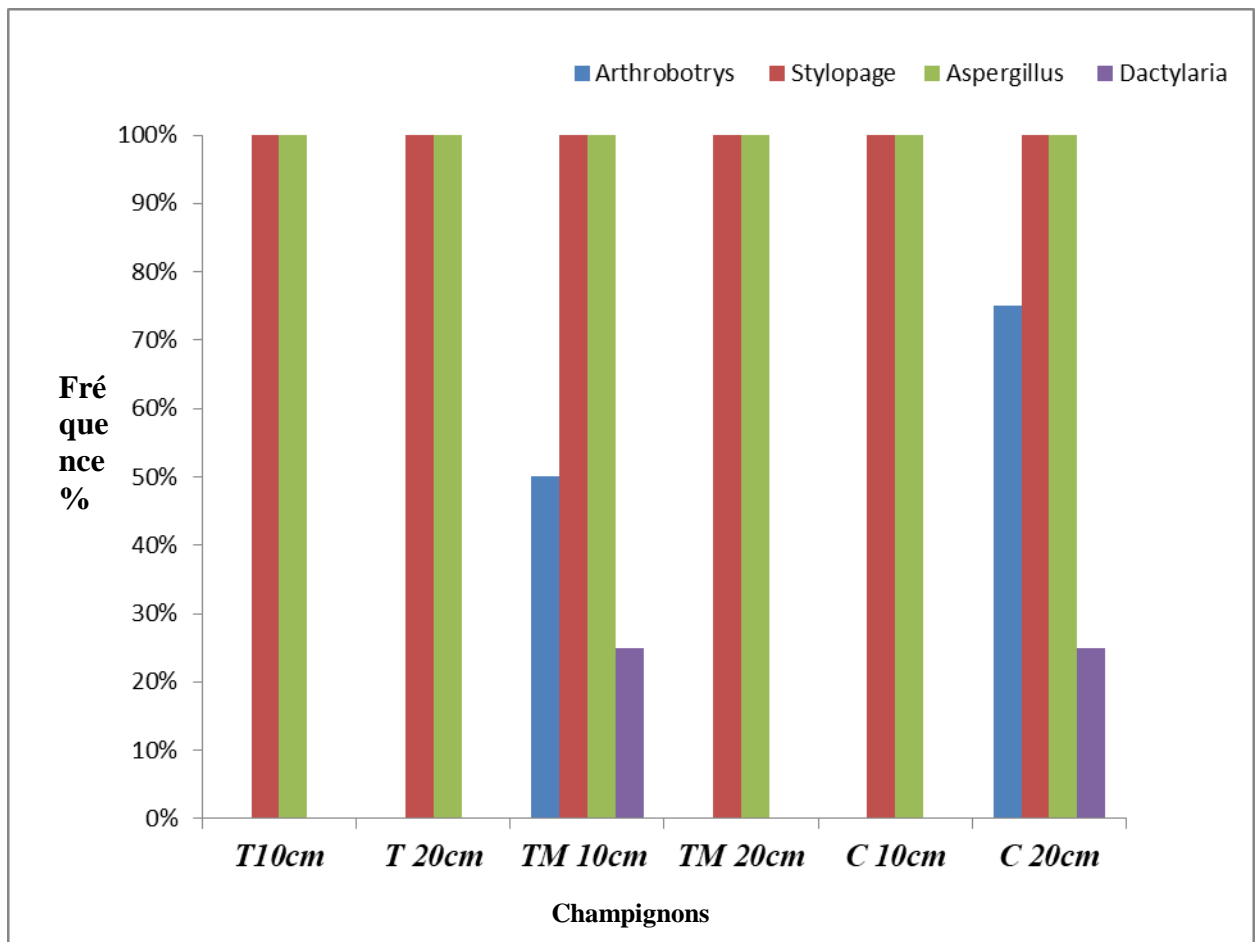


Fig.n°32: Fréquence comparatives des champignons nématophages entre sol traité (Tomate et courgette) et témoin (10cm et 20cm).

II.8. Discussion :

Les cultures maraîchères sous serres sont la cible d'un cortège de parasites du sol, parmi lesquels les nématodes du genre (*Meloidogyne* sp), sont des ravageurs telluriques très polyphages, qui induisent des symptômes caractéristiques (les galles) sur les racines attaquées. Ce qui est une incidence économique non négligeables, tout particulièrement dans les zones méditerranéennes (DJIAN-CAPORALINO, 2009).

Nous avons réalisé notre étude dans la région d'Alger le commun de Staoueli (ITCMI). C'est une zone marine qui a été infestée par les nématodes selon l'étude d'institut technique des cultures maraichères et industrielles.

Nous avons commencé notre travail par une enquête (questionnaire) visant à collecter des informations sur l'état des serres (le nom, le nombre, le type de sol, les cultures précédentes et

sur place, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués). Nous avons étudié l'infestation des cultures maraichères par les nématodes à galles et identifier le ravageur et puis nous avons procédé à des analyses pédologiques des sols collectés (pH, humidité, calcaire, conductivité électrique, matière organique, calcium, granulométrie). En dernier on a inventorié des champignons nématophages prédateurs et parasites.

D'après le questionnaire établi nous avons noté qu'au niveau de la station étudiée Staoueli (ITICMI) l'utilisation des produits phytosanitaires (MELODY COMPACT, TELDOR, SWITCH, BRAVO, MANADOR) se fait de manière régulière, l'utilisation du fumier et l'apports de NPK se fait automatiquement, un système d'irrigation par le goutte à goutte et que les serres ne sont pas en mauvaise états.

Les différentes analyses pédologiques montrent que la région de Staoueli présente un sol sableux-limoneux avec un taux d'humidité élevé qui varie entre 8.34% et 9.46%, un pH alcalin ($8.04 < \text{pH} > 8.16$) et une matière organique très riche allant de 1.5% à 5%. **KRENTZES (1965)** fait remarquer que la matière organique peut également protéger les champignons utiles contre l'action des agents fumigants, car certains possèdent des structures de survie et résistent à la fumigation (Chlamydozoospores) et capables d'initier le repeuplement. **CLAPPERTON (2005)** explique que les pratiques culturales adoptées induisent à une diversité biologique souterraine. D'après les différents essais effectués, il est montré que le champignon du genre *Arthrobotrys* se développe rapidement dans un sol à pH neutre et alcalin (7,2 et 8,4) alors que sa croissance est stoppée à pH acide (5,7). Dans ce dernier cas, le champignon n'est pas arrêté, il émet une légère frange mycélienne incapable de s'étendre (**CARYOL, 1983**). La matière organique semble avoir, également, un effet positif sur l'activité des nématodes par un complexe argilo-humique équilibré favorable à toute activité de micro-organismes **ARVIEU et CUANY (1983)** rapportent que la matière organique des sols et des substrats de culture donne lieu à des interactions physico-chimiques avec le bromure de méthyle, qui déterminent les propriétés et le devenir du pesticide. La matière organique réduit par adsorption la concentration en pesticide bio-disponible dans l'eau ou l'air du sol, c'est-à-dire la biodégradation de ce dernier. Selon **NAMMOUCHI (1968)**, les sols riches en matières organiques sont susceptibles d'héberger un nombre très important de champignons utiles surtout les nématophages.

D'après le calcul de l'indice de galles moyen des cultures de tomate et concombre qui est de $I.G._{moy.} (Courgette) = 3.58$ et $I.G._{moy.} (Tomate) = 2.79$, cela s'explique par les fortes attaques

des *Meloidogyne* malgré les traitements chimiques. D'après **B'CHIR (1998)** le traitement par le Dazomet n'a pas d'effet sur les *Meloidogyne*. Il a même tendance à favoriser leur multiplication car son action polyvalente sur les champignons antagonistes du sol est importante.

Les différentes coupes périnéales des femelles de *Meloidogyne*, montrent que l'espèce qui est présente dans cette région est *M.incognita*. D'après **SELLAMI et al. (1999)** et **NEBIH HADJ-SADOK (2008)** montrent que La caractérisation morpho-anatomique des espèces des *Meloidogyne* ont permis de mettre en évidence la présence des trois principales espèces à savoir : *M. incognita*, *M.javanica* et *M. arenaria*, avec une dominance de *M. javanica* dans les zones sahariennes et *M.incognita* dans les zones du littorales. Ce nématode est toujours considéré comme le plus redoutable sur ces cultures, il est présent dans la quasi-totalité des parcelles des zones maraîchères du pays (**MOKABLI, 1988 ; SELLAMI et al., 1999**).

Nous avons remarqué que les différentes cultures étudiées, les différentes profondeurs et les types de sols présentent une importante diversité de champignons nématophages prédateurs et parasites, nous avons pu identifier 04 genre : *Arthrobotrys*, *Stylopage*, *Dactylaria* et *Aspergillus*.

Les champignons imparfaits avec les autres microorganismes (bactéries, insectes, acariens et nématodes) constituent le complexe parasitaire le plus important dans différents types de sols. Du point de vue de la diversité biologique, cette microflore est intéressante pour la lutte contre les insectes avec les champignons entomopathogènes et les champignons nématophages (**CAYROL et al., 1981**). **MANKAU (1980)** précise que les champignons antagonistes de nématodes phytoparasites présentent une grande diversité appartenant à des ordres très divergents. Ils comprennent les endoparasites, les parasites des œufs, des femelles et des kystes et les champignons produisant des métabolites toxiques. D'après **KERRY (1992)** et **SHERBER (1995)** ce sont probablement des facteurs chimiques qui font que le champignon n'apparaît que là où les nématodes vivent. Comme les nématodes sont présents sous différents stades larvaires et restent mobiles dans tout leur cycle de vie, leurs antagonistes doivent produire des pièges. Cette diversité mycélienne offre plusieurs types d'avantages. Nous avons évalué l'hypothèse que la présence des champignons est liée à la richesse des sols en matière organique, les champignons nématophages utilisent la matière organique comme source d'énergie et élément constitutifs pour leur synthèse cellulaire et leur croissance (**LAROUCHE, 1983**).

Divers travaux en Algérie ont signalé la présence des champignons nématophages dans les sols maraichers. (**SABRI, 20008 ; REBOUH 2014 ; BOUKHIRANE, 2015**). Nous pouvons dire que la région de Staoueli présente un certain nombre de champignons nématophages qui pourraient être utile en lutte biologique. Car cette dernière est un moyen susceptible de remplacer la lutte chimique

Conclusion

Conclusion :

L'étude de l'impact des produits phytosanitaires sur la diversité des champignons nématophages, nous a permis de faire une analyse globale concernant la région prospectée (Staoueli), cette dernière est une région à vocation maraîchères, elle présente un sol sableux-limoneux avec un taux d'humidité élevé qui varie entre 8.34% et 9.46%, un pH alcalin ($8.04 < \text{pH} < 8.16$) et une matière organique très riche allant de 1.5% à 5%, tous ces paramètres favorisent le développement des nématodes à galles, cela est expliqué par l'indice de galles qui est très important (I.G._{moy.} =3.58 pour la courgette et I.G._{moy.} =2.79 pour la tomate). L'étude des coupes périnéales de femelles de *Meloidogyne*, révèle que l'espèce qui domine la région est *M.incognita*.

L'étude de la faune tellurique, montre la présence de champignons nématophages antagonistes des nématodes à galles à savoir : *Arthrobotrys*, *Stylopage*, *Dactylaria* et *Aspergillus*, avec une diversification quantitative et qualitative, les genres les plus dominants sont *Stylopage* et *Aspergillus*.

Il est certainement nécessaire de multiplier les études et de les effectuer d'une manière aussi poussée que possible sur la biologie des espèces de *Meloidogyne* : une bonne connaissance du ravageur, c'est le meilleur moyen permettant d'organiser par la suite une lutte efficace contre ce dernier.

L'inventaire des espèces de champignons parasites ou prédateurs mérite une attention particulière, car les équilibres biologiques des sols sont beaucoup plus intéressants du point de vue lutte biologique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

1. **AGRIOS G.N., 2005-** *Plant pathology*. fifth edition. Ed. Elsevier Academic Press. 922 p.
2. **AGROLIGNE N°87-janvier/février.,2014** Marché de fruits et légume en Algérie ,14p
3. **AHREN D. et TUNLID A., 2003** - Evolution of Parasitism in Nematode-Trapping Fungi. *Journal of Nematology*, 35(2): 194-197.
4. **AISSAT K., 2008** - *Etat sanitaire de la culture de la tomate sous serre et étude épidémiologique de Botrytis cinerea (Agent de la pourriture grise)*. Thèse de Doctorat en Biologie. Université Ferhat Abbas, Sétif, 94p.
5. **ANDRES, 2003** in Eupen médicines agence, 2012. Assesment report on *Cucurbita pepo* L., semen 44p.
6. **ALAOUI S.B., 2005-Référentiel pour la conduite technique de la courgette (Cucurbita pepo L.)**. Fiche technique, 8p.
7. **ANNONYME, 2009** - *Cultures horticoles*. Programme National de Transfert et Technologies en Agriculture (PNTTA). 9p.
8. **ANONYME ,2015-** <<cultivons la courgette>>, sur le Plante sauvage, botanique, jardin et potager. Consulté 12 mars 2022 <https://www.conservons-notre-jardin.fr/legumes/courgettes/>
9. **ANONYME, 2018-** Exigence édaphique et climatique de la culture de courgette. <https://www.bio-enligne.com/jardin-biologique/172-courgette.html>
10. **ANONYME,2019-**<https://www.bio-enligne.com/lutte-biologique/94.html>
11. **APPERT J. et DEUSE J., 1982** - *Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques*. Ed. C.D.A.R.S., 18 p.
12. **ATHERTON J.C. et RUDICH J.,1986-** *The tomato crop: a scientific basis for Improvement*. Ed. Chapman and Hall, 642 p.
13. **BACHELIER G., 1978-** *La faune des sols, son écologie et son action*. O.S.T.O.M., n°38, Paris, 335p.
14. **BACI L., 1995** - Les contraintes au développement du secteur des fruits et légumes en Algérie : faiblesses rendements et opacité des marchés. Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. *In option Méditerranéennes*, série. B/ n°14, 25p
15. **B'CHIR M.M., 1981-** Les principaux facteurs qui déterminent le développement des *Meloidogyne* sous abris plastique (serres) en Tunisie. *Jour. Phitiatrie*, 12 : 14-24.

16. **B'CHIR M.M.,1983** - Mise au point d'une méthode de lutte intégrée, associant un agent biologique et une substance chimique, pour combattre les *Meloidogyne* sous abris plastiques en Tunisie. *Rev.Némato.*, Vol. 48, n°2, pp. 421 -432.
17. **BELHADJ S.N.,1985-** *Etude de l'inoculum potentiel des Meloidogyne et de ses interactions avec les microorganismes phytopathogènes dans le sol.* Thèse, Ing. Ins. Nat. Agro. El-Harrach, 98p.
18. **BENTON J.J., 1999-** *Tomate plante culture: In the field, Greenhouse and Home garden.* By CRC press LLC. 183p.
19. **BENTVEL SEN C.I.M.,1980** - *Réponses des rendements à l'eau.* Ed. Dunod. 235p.
20. **BERKALOFF A., 2003-** Réponse moléculaire de la plante à l'infestation. *Bull. Biol. Techn.*, I.N.A., P.G., I.N.R.A., Octobre 2003, 3 p.
21. **BERREHIL E. K.et EL KATTAL N., 1997-** *Contribution à l'étude de quelques espèces de la relation. Variétés de tomate Meloidogyne.* Thèse.Ing.Agro.I.N.ES1 Mascara, 71p.
22. **BIRD A.F.,1959-**The inactiveness of roots to the plant parasitic nematodes *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne hapla*. *Nematologica*, 4: 322-335.
23. **BLANCARD D.,2009** - *Les maladies de la tomate, identifier, connaître, maîtriser.* Ed. Quae, Paris, 691p.
24. **BONNEMAISON L.,1961-** *Les ennemies des plantes cultivées et des forêts.* Ed. A.C.T.A., Paris, Vol.1,190 p.
25. **BROWN S.M. et SWAIN S.C., 1985** - Increased crop yields following application of *Bacillus penentrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*. *Rev. Soil Biol. Chemist.*, Vol. 17. pp. 483-486
26. **CAPORALINO C., PIJAROWSKI L., JANVEL A., LEFEBURE V., DAUBEZE A., PALLOIX A., DALMASSO A. et ABAD P., 1999** - Spectrum of resistance to root-knot nematodes and inheritance of heat- stable resistance in pepper (*Capsicum annum* L.). *Theor. Appl. Genet.* 99: 496-502
27. **CAPORALINO D.C., BOURDY G. et CAYROL J.C., 2001** - *Plantes nématocides et résistantes aux nématodes. Biopesticides d'origine végétale.* Ed. Tec and Doc. 323 pp.
28. **CAYROL J. C.,1970-** *Contribution à l'étude de la biologie d'un nématode mycophage Ditylenchus myceliophagus, (Nematoda : Tylenchida).* Thèse, Fac. des Sci., Nice. 177 p.

29. **CAYROL J.C., 1971** - *Rôle des nématodes dans l'équilibre biologique des sols, influence des traitements nématicides.* Ed. A.C.T.A., Paris, 273 p.
30. **CAYROL J.C., 1980** - *Les nouvelles perspectives de lutte contre les nématodes.* Ed. A.C.T.A., Paris, pp.23-24.
31. **CAYROL J.C., DJIAN - CAPORALINOC., PANCHAUD - MATTEIE., 1992-** La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. *Courrier de la Cellule Environnement* de l'INRA n ° 17 pp 31-44.
32. **CRONOQUIST A., 1981-** *An Integrated System of Classification of Flowering Plants.* Ed. Columbia University Press, New York, 1262 p.
33. **CAUSSE.M., CARANTA.C., SALIBA-COLONBANI.V., MORETTI A., DAMIDAUX R et ROUSSILLE P., 2000-** Valorisation des ressources génétique de la tomate par l'utilisation de marqueurs moléculaires. *Cahier Agricultures*, 9 :197-210
34. **DE GUIRAN, G., 1971-** *Le problème Meloidogyne et autres nématodes sur cultures vivrières, Tabac, Caféier, Riz.* Ed. ACTA., Paris, France, pp. 447-474
35. **DE GUIRAN G. et RITTER M., 1979-** *Life cycle of Meloidogyne species and factors influencing their development in Root-knot-nematodes (Meloidogyne species) systematics. biological and control.* Academic Press, pp: 173-191.
36. **DE GUIRAN G., 1983-** *Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés.* Ed. Littoral, S.A. Beziers, France, 42p.
37. **DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE.H. ARRUFAT.A. 2009** - Gestion des nématodes a galles : lutte conventionnelle et luttés alternatives. L'atout des plantes pièges. *PHYTOMA*. 18p.
38. **DJIAN-CAPORALINO C., 2010-** Nématodes à galles, des ravageurs de plus en plus préoccupants Résultats de trois ans d'enquête dans quinze régions françaises. *PHYTOMA La Défense des Végétaux* n° 638.
39. **DUPONNOIS R., FOUNOUNE H., BÂ A., PLENCHETTE C., EL-JAAFARI S., NEYRA M. et DUCOUSSO M., 2000-** Ectomycorrhization of *Acacia holosericea* A. Cunn. ex G. Don by *Pisolithus* spp. in Senegal: effect on plant growth and on the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Annals of Forest Science*. Vol. 57(4): 345-350.
40. **DUVAL J., 1991** - Les nématodes de la tomate. *Rev. Agro. Biol.* Vol. 1, n° 320, 7 p.
41. **FELLER C., BLEIHOLDER H., BUHR L., HACK H., HESS M., KLOSE R., MEIER U., STAUSS R., VAN DEN BOOM T ET WEBER E., 1995-** Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: II. Fruchtgemüse und Hülsenfrüchte. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*

- 42. FERRIS H., VERNERY H.S. et SMALL R.F., 1978-** Développement of a soil temperature data base on *Meloidogyne arenaria* for a simulation Model. *Nematology*, n° 10, pp. 39-42
- 43. FOURY C.,1995-** Lutte contre les parasites et ennemis d'origine tellurique vers une stratégies plus intégrante, *Rev .Horti .*, n°356, pp.21-29.
- 44. GIANNAKOU I.O., ANASTASIADIS I.A., GOWEN S.R. et PROPHETOUATHANASIADOU D.A., 2007-** Effects of a non- chemical nematicide combined with soil solarization for the control of root-knot nematodes. *Crop protection*, 26 :1644-1654.
- 45. GALLAIS A. ET BANNEROT H. ,1992 -** *Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection.* Ed. INRA., Paris, 768p.
- 46. GALLITELLI D., 2000-** The ecology of cucumber mosaic virus and sustainable agriculture. *Elsevier*.71: 9-21.
- 47. GASTAGNOGNE P.,1999-** Limites de l'utilisation de la résistance aux nématodes à galles chez la tomate. *Rev. Phytoma*, n°522, pp.61-63.
- 48. GRUBBEN J.H., 2004 -** *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2. Légumes.* Ed. Prota, France, 737p.
- 49. HADAS R., KRITZMAN G., GEFEN T., MANULIS S. 2001-** Detection, quantification and characterization of *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora* contaminating pepper seeds. *Plant pathology*, 50 : 117-123.
- 50. HAMMACHE M., 1994 -** *Etude préliminaire de quelques aspects de lutte biologique contre les Meloidogyne sous serres en Algérie.* Thèse Mag., Inst., Agro., El-Harrach, 66 p.
- 51. HUAT J., 2008 -** *Diagnostic sur la variabilité des modes de conduite d'une culture et de leurs conséquences agronomiques dans une agriculture fortement soumise aux incertitudes : cas de la tomate de plan champ à Mayotte.* Thèse doctorat, l'Institut des sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. 264 p.
- 52. HYDE K.D., SWE A. et ZHANG K.Q., 2014 -** Nematode-trapping fungi. Ed.
- 53. JEPSON S.B., 1987-** *Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species).* Ed.CAB International, Wallingford, p. 265.
- 54. JOHNSON A.W., 1982-** *Managing nematode populations in crop production.* Ed. Nematology in the southern region of the United States, University of Arkansas, p.p.193-203

- 55. JONSSON H.B. and LOPEZ-LIORCA L. V., 2001-** Biology of nematophagous fungi, *Science Publishers*, 5: 145-173.
- 56. KHAN A.A. ET ALAM M.M., 1985-** Control of *Meloidogyne incognita* on tomato by chemical dip. *Pak. Journ. Nematol.*, 3: 105-109.
- 57. LAMBERTI F., 1979-** *Chemical and cultural methods of control Root-knot nematodes (Meloidogyne). Systematics, biology and control.* Academic Press, London: 341-357.
- 58. LAMBERTI F. et CIANCIO A., 1992 -** *Biological control of plant parasitic nematodes. Biological control of Plant Diseases.* Ed. Plenum Press New York, Série A: Life Science 230, 17-20
- 59. LATIGUI A., 1984-** *Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée.* Thèse Magister. INA El- Harrach. 102 p.
- 60. LAUMONNIER R., 1979-** *Culture légumière et maraîchère*, Ed. J.B Bablière, Paris, p112, 279.
- 61. LOEWENBERG JR, SULLIVAN T. et SCHUSTER M.L., 1960-**The effect of pH and minerals on the hatching and survival of *Meloidogyne incognita* larvae. *Phytopathology*, 50 :215–217
- 62. LORRAIN R., 1998 -** Sur la biologie des Nématodes. *Rev. Horti.*, n° 392, pp. 14 -15.
- 63. MALIKS., 2000-** *Etude du comportement histologique de variétés de tomate vis-à-vis des Meloidogyne.* Thèse. ING. Agro., INES. Mascara, 61p.
- 64. MESSIAEN C.M., BLACARS D., ROUXEL F. et LAFON R. ,1991 -** *Les maladies des plantes maraîchères.* Ed. INRA, Paris. 568p.
- 65. MOKABLI A., 1988-** *Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des Meloidogyne sous abris serres en Algérie.* Thèse, Ing. Inst Agro EL Harrach ,69p.
- 66. NAIKA S., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M., HILMI M. et VANDAM B., 2005-** *La culture de tomate, production, transformation et commercialisation.* Ed. Wageningen, Pays Bas, p. 105.
- 67. NEVEU C., CASTAGONE P. et ABAD P., 2001 -** *Recherche de gènes impliqués dans la virulence du nématode parthénogénétique Meloidogyne incognita.* I.N.R.A., Antibes, 1 p.
- 68. NIEBEL, A GHEYSEN, AND VAN MONTAGU, M., 1994-** Plant –cyst nematode and plant –root –knot nematode interactions. *Parasitol.* n°10, pp.424-430.

- 69. NORDBRING-HERTZ B., JANSSON H.B. et TUNLID A., 2006** – *Nematophagous Fungi. ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES*. Ed. John Wiley & Sons. 12p.
- 70. OKA Y., SHAPIRA N. et FINE P., 2007** - Control of root-knot nematodes in organic farming systems by organic amendments and soil solarization. *Crop Protection*. Vol. 26 (10), 1556-1565.
- 71. ORION G., 1995-** Structure and function of the root-knot (*Meloidogyne* spp) gelatineuse matrix. *Rev. Nematologica*, n°17, pp:25-28.
- 72. PENNINGTON R.T., 2000-** *Homology and systematic. The systematic Association* Ed. TAYLOR et FRANCIS, volume. serie 58. London, UK, pp :1-9.
- 73. PINKERTON J.N., SANTO G.S. et MOJTAHEDI H.,1991-** population dynamics of *Meloidogyne chitwood* on Russet Burbant potatoes in relation to degree-day accumulation. *Journal of Nematology*, n°23, pp.285-290.
- 74. PITRAT M. et FOURY C., 2003-** *Histoires de légumes: des origines à l'orée du XXIesiècle*. Ed. Quae. INRA. 267-272.
- 75. REY et COSTES, 1965-** *Physiologie de la Tomate*. Ed. I.N.R.A.,Versailles Paris,112 p.
- 76. REDDY P., 1983** - *Plant Nematology*. Ed. Agri. Publ. Acard., India, 287p.
- 77. RITTER M., 1971-** *Les nématodes et l'agriculture in les nématodes des cultures*. A.C.T.A., Paris, pp. 9-62
- 78. RITTER M., 1973-** Connaissance nouvelles sur la biologie des nématodes, conséquences pratiques. *Rev. Agri.*, France, T.71, n° 7, pp. 691-701
- 79. RODRIGUEZ-KABANA R., WEAVER C.F. et KING P.S. ,1985-** Combination for management of *Meloidogyne arenana* in peanuts. *Indian J. Nematol.*, 1: 112-115
- 80. ROUSSELLE P., ROBERT Y., CROSNIER J.D et 1996-** *La pomme de terre*. I.N.R.A., Paris, pp.172-176.
- 81. SCHAEFER, H. et RENNER, S.S., 2011** - Cucurbitacées. Ed., Les familles et les genres de plantes vasculaires, vol. 10, Springer Verlag, Berlin, 112-174.
- 82. SELLAMI S., LOUNICI M., EDDOUD A. et BENSghir H., 1999-** Distribution et plantes hôtes associées aux *Meloidogyne* sous abri plastique en Algérie. *Nematologie Méditerranéenne*, Vol. pp.295-301.
- 83. SHANKARA J., 2005-** RECOMBINANT GLUTATHIONE –S- transterase a major allergen form alternaria clinical use allergy patients. *Molecular Immunologie*, 43 (12) : 1927-1932

- 84. SIDDIQUI I.A., SHAUKAT S.S. et HAMID M., 2002** - Role of Zinc in Rhizo bacteria mediated suppression of root infecting fungi and root-knot nematode. *Phytopathology*, 150, pp. 569-575.
- 85. SMAHA D., 1991-** *Essai de mise au point d'une méthode de lutte intégrée contre les Meloidogyne (Nematoda, Meloidogynidae) sous serres dans l'Algérois*. Thèse Ing. Agro. INA, Alger, 65p.
- 86. SNOUSSI S.A., 2010-** *Étude de base sur la Tomate en Algérie*. Rapport de mission FAO. Rome. 53p.
- 87. STIRLING G.R., 1991-** *Biological control of plant - parasitic nematodes*. Ed. Wallingford, UK, CAB International. 282 pp.
- 88. SWE A., JEEWON R., POINTAGE S.B. et HYDE KD., 2009** - Diversité et abondance des champignons piègeurs de nématodes provenant des déchets en décomposition dans les habitats terrestres, d'eau douce et de mangrove. *Biodiversity and conservation*, 18: 1695–1714.
- 89. TALAVERA M., MAGUNACELAYA J.C., TOBAR A., 1999** - Plant parasitic nematodes from a forest tree nursery in Southern Spain with some notes about the influence of soil storage on the quantitative recovery of *Meloidogyne arenaria*. *Rev. Némato.*, Vol .1, n°3, pp. 261-266.
- 90. TAYLOR A.L., 1968** - *Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites*. Man. F.A.O., Rome, 135 p.
- 91. TAYLOR A.L., SASSER J N., 1978-** *Biology, Identification and control of root knot nematodes (Meloidogyne species)*, North Caroline State University graphic, p.111
- 92. VALLOTON R., 1983-** La lutte biologique contre les nématodes parasites. *Rev. Agri*. Vol.15, N°6, pp 263-267
- 93. WALLACE H.R., 1966** - *Nématologica in plant parasitic nemtode. morphologie. Anatomic. Taxonomic. Ecology*. Ed. Acad.Press.vol.1. London. pp. 236 – 253.
- 94. WHITEHEAD A.G., 1998** - *Plant nematode control*. Ed. CAB International. 384 pp.
- 95. ZHANG Y, LI G, ZHANG K., 2011** - Revue de la recherche sur les espèces fongiques nématophages. *Mycosystema*, 30 : 836–845.
- 96. ZHANG L., ZHOU Z., GUO Q., FOKKENS L., MISKEI M., POCSI I., ZHANG W., CHEN M., WANG L., SUN Y., DONZELLI B.G., GIBSON D.M., NELSON D.R., LUO J.G., REP M., LIU H., YANG S., WANG J., KRASNOFF S.B., XU Y., MOLNAR I. et LIN M., 2016** - Aperçu des adaptations à un mode de vie

endoparasitaire de nématode presque obligatoire à partir du génome fini de *Drechmeria coniospora*. *Sci Rep.* 6 : 23122.

97. ZIDANI S., 2009- *Valorisation des pelures de la tomate séchée en vue de leur incorporation dans la margarine.* Mémoire de Magister. Université M'hamed Bougara, Boumerdes, Faculté des sciences de l'ingénieur.114p.

Annexe

Annexe :

Questionnaire

Région :

Domaine :

E.A.C. ou E.A.I. :

Privé :

Nombre de serre :

Nature du sol :

Précédent cultural :

La culture en place :

La variété :

Méthodes culturales utilisées :

Principe de la désinfection des sols :

- Produits utilisés :
- Sur combien d'années :
- Période d'utilisation du produit :
- Matériel utilisé :
 - Pal. injecteur
 - Pal. Inj. tracté
 - Seau

Ancienneté de la serre :

Irrigation utilisée :

La fertilisation :

Autres produits utilisés pour lutter contre d'autres maladies :

- **Tableau .n° 09 : Ensemble des produits utilisés dans la station expérimental (ITCIMI)**

- **Produits utilisés (tomate):**

NOM DU TRAITEMENT	MATIERE ACTIVE	QUANTITE	DOSE	DURE AVANT LA RECOLTE	RAVAGEUR	OBS
MELODY COMPACT	LIPROVALICABE ET CUIVRE	1KG	1,75KG/H	21JOURS	MILDIOU	TRANSPIRENT
TELDOR	FENHIXAMID	1KG	0,75kg/H	3JOURS	BOTRYTIS	SYSTIMIQUÉ
SWITCH	CUPRODINIC+FLUDIOXONIL	1KG	0,8-1KG/H	3-14JOURS	BOTRYTIS	SYSTIMIQUÉ
BRAVO	CHLORO-THALONIL	1L	0,8-2L/H	3-14JOURS	MILDIOU - ALTERNANAR - IA-ROUILLE - ANTRAEENSE	CONTACTE
MANADOR	METRIBUZINE	1KG	0,7-1KG/H	//	MAUVAISE HERBES	//

- **Produits utilisés (courgette) :**

NOM DU TRAITEMENT	MATIERE ACTIVE	QUANTITE	DOSE	DURE AVANT LA RECOLTE	RAVAGEUR	OBS
MELODY COMPACT	LIPROVALICABE ET CUIVRE	1KG	1,75KG/H	21JOURS	MILDIOU	TRANSPIRENT

TELDOR	FENHIXAMID	1KG	0,75k G/H	3JOUR S	BOTRYTIS	SYSTIMI QUE
SWITCH	CUPRODINIC+FLU DIOXONIL	1KG	0,8- 1KG/ H	3- 14JOU RS	BOTRYTIS	SYSTIMI QUE
BRAVO	CHLORO- THALONIL	1L	0,8- 2L/H	3- 14JOU RS	MILDIOU - ALTERNN ARIA- ROUILLE - ANTRAEN OSE	CONTAC TE
MANAD OR	METRIBUZINE	1KG	0,7- 1KG/ H	//	MAUVAIS E HERBES	//

- **Période d'utilisation des produits :**

- Les nématicides : 10jours ou 20 jours avant l'implantation, est en peut appliquer au moment de cycle si il ya beaucoup de nématode dans la parcelle

- En déclenche le traitement quand nous voyons 3 ou 5 plants toucher

- **Sur combien d'années :** chaque année.

- **Matériels utilisé :**

- Délutions de produits avec l'eau et utiliser le système goutte à goutte.

- **Ancienneté de la serre :** 1976

Irrigation utilisé :

-Système d'irrigation goutte à goutte (une irrigation chaque semaine pendant 1h) pour éviter le stress hydrique.

La fertilisation : Les engrais organique (fumier ovin, bovin)

Les engrais minérales (MPK 15, 15,15) engrais de fond au moment de l'implantation avec le fumier, (MPK 20, 20,20), 2/3Uri +2/3potasse au moment de la levé et la nuisent, 1/3Uri +2/3potasse au moment de la maturation

I.3. Matériel de travail :

Pour réaliser notre étude nous avons utilisé le matériel sous-terrain et le matériel au laboratoire.

I.3.1 Sur terrain :

- Questionnaire.
- Une binette.
- Sac en plastique.
- Des étiquettes.
- Marqueur.
- Mètre ruban.
- Appareil photo..

Différents modes opératoires et matériels et matériels utilisés pour les analyses pédologiques :

1. Mode opératoire de matière organique

- **Matériels utilisés :**

- Echantillon de sol.
- Balance.
- Erlenmeyer.
- Solution de $K_2Cr_2O_7$.
- H_2SO_4 .
- Plaque chauffante.
- Eau distillée.
- Diphénylamine.
- Solution Naf 3%.
- Sel de MOHR.
- Pipette de robinson.

- **Méthode de travail :**

Dans un Erlenmeyer, mettre successivement :

- 2g de sol.
- 10ml de $K_2Cr_2O_7$ a 8%.

- 15ml de H_2SO_4 .
 - Couvrir l'Erlenmeyer d'un verre de montre ou mieux l'adapter à un réfrigérant ascendant pour éviter les vapeurs.
 - Porter à ébullition, la durée d'ébullition est de 5 mn après formation de la première goutte de condensation.
 - Laisser refroidir et ajouter 150 ml d'eau distillée, homogénéiser.
- } Pour titrer :
- Prélever 20 ml de cette solution qu'on introduit dans un ballon de 250 ml contenant 150ml d'eau distillée.
 - Ajouter 3-4 gouttes de diphénylamine (indicateur faisant passer la solution du brun violace au bleu verdâtre en présence d'un excès de sel réducteur).
 - Ajouter 5ml de la solution de NAF à 3%.
 - titrer avec la solution de sel de MOHR 0,2N.
 - Noter le volume n' de sel de MOHR obtenir le virage de sel de MOHR utilisé pour obtenir le virage au bleu verdâtre.

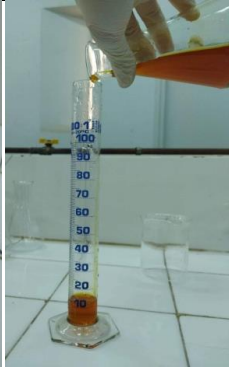


Photo.n°01: 1g de sol .**Photo.n°02:** Fiole. **Photo.n°03:** $K_2Cr_2O_7$.**Photo.n°04:** H_2SO_4 . **Photo.n°05:** Plaque chauffante.



Photo.n°06: L'eau Distillée. **Photo.n°07:** 20ml De solution. **Photo.n°08:** 5ml de NAF. **Photo.n°09:** 3goutte de Diphénylamine. **Photo.n°10:** 150mld'eau Distillée.

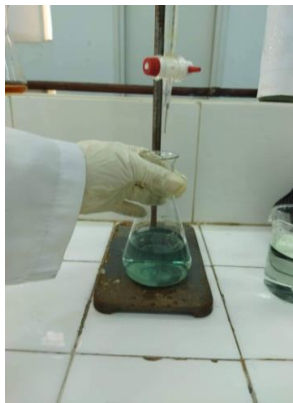


Photo.n°11: Pipette de robinson

Fig.n°33: Protocole expérimental de Matière organique (Originale, 2022).

15	4	4
16	5	1
17	4	2
18	5	4
19	5	2
20	2	3
21	2	5
22	3	3
23	4	4
24	4	5
25	5	1
26	4	1
27	5	3
28	4	2
29	4	2
moyen	3,586206897	2,793103448

Tableau.n°11: Classification des champignons nématophages répertoriés :

Mode de vie	Règne	Phylum	Classe	Ordre	Famille	Genre
Prédateur	Fungi	Denteromycota	Denteromycetes	Moniliales	Moniliaceaes	<i>Arthrobotrys</i>
Prédateur	Fungi	Zoopagomycota	Zoopagomycotina	Zoopagales	Zoopagaceae	<i>Stylopage</i>
Prédateur	Fungi	Denteromycota	Denteromycetes	Moniliales	Moniliaceaes	<i>Dactylaria</i>
prédateur	Fungi	Dikarya	Eurotiomycetes	Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>

Fig.n°25 : Coupes périnéales de femelles de *Meloidogyne*

