

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 LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET AGROECOLOGIE



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master Académique

En Sciences de la Nature et de la Vie

Option : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

**Diversité des champignons nématophages sur les cultures
maraichères**

Présenté par :

M^{elle} Tchantchane Faten, M^{elle} Hamdani Yasmine et M^{me} Djenidi Fadoua

Le 14/09/2022

Membre du jury :

Présidente	Mme DJEMAI I.	M.C.A	U.S.D.B.1
Promotrice	Mme SABRI K.	M.A.A.	U.S.D.B.1
Examinatrice	Mme DJENNAS K.	M.C.B.	U.S.D.B.1

Année universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la sante et la volante d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Mme Sabri K .on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

On adresse nos remerciement a Mme DJEMAI I pour avoir accepté la présidence du jury de ce mémoire.

Nos remerciement s'adresse également a Mme DJENNAS K pour accepte d'examiner notre travail.

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

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

Notre profonde gratitude va également à Mme Mimí Bedj, ingénieure du l'institut technique des cultures maraichères et industrielles (ITCMI) et toute l'équipe de l'institut pour leurs disponibilité et pour le temps consacré.

Nos remerciement s'adressent également à l'agriculteur de l'exploitation de la région de ChercHELL pour son aide.

Nous remercions les enseignantes Mme Zamouri S. et Mme Lemiti pour sont aidé, conseillé et même supporté.

On expérimenté également nos gratitude et remerciement a tous les enseignants du département de la biotechnologie et agro-écologie et toute personne ayant participé de prés ou de loin a la réalisation de ce travail a tous nos camarades de la promotion de la phytopharmacie et protection des végétaux.

DEDICACE

A mon cher père :

Je dédie cet humble travail au meilleur père au monde, je ne trouve pas les mots qui expriment mon respect, mon amour et ma gratitude envers mon cher père qui m'a tout donné pour être ici, et j'espère qu'il soit fier de moi pour ce que j'ai accompli aujourd'hui.

A ma chère mère :

Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer la gratitude et l'amour que je lui porte. Ton soutien et ton encouragement m'ont toujours donné de l'ace pour persévérer dans la vie.

Peu importe que je fasse je ne pourrai jamais retourner votre faveur mes chères parents.

A ma chère petite sœur IKRAM que j'aime trop, qui a été toujours avec moi soit à la joie ou la peine.

A mon cher frère HAMZA que je respect beaucoup et ma belle sœur SABRINE

La source de la joie de la maison AMINA

A la mémoire de mon grand-père AHMED TCHANTCHANE qui nous a toujours encouragés à étudier et à réussir

A ma grand mère FATIHA

Je souhaite qu'elle soit fière de moi aujourd'hui

A chaque membre de la famille TCHANTCHANE.

A mes trinômes Fadoua et Yasmine

*A toute la promo de la phytopharmacie et la protection des végétaux
2021-2022*

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet un grand merci.

FATEN

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A Ma mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait tout pour ma réussite, que Dieu la garde ;

A Mon père qui m'a aidé à devenir ce qui je suis aujourd'hui, que Dieu le garde et le guérisse ;

Un grand merci à Madame Sabri K. de m'avoir encadré et j'en suis très honorée. Je vous remercie pour votre implication et vos nombreux conseils.

A ma source de confiance et d'énergie mon petit frère Rayen et mes sœurs : Hadjer, Safa.

A toutes les personnes que j'aime.

A tous les membres de ma famille HAMDANI et DEBOUSSI.

A M^{elle} Tchanchane Faten et M^{me} Djenidi Fadoua je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A tous mes amies fidèles : Mira, Yasmine, Taouas, Nabila, et mes cousines : Fatima et Maroua et à ma promotion.

HAMDANI YASMINE

DEDICACE

Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers.

A mes chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde éternelle gratitude que je leur porte et ma reconnaissance pour leur soutien et leurs encouragements qu'ils m'ont prodigués tout au long de ma vie.

A mon chers frère Saad, qui est la prunelle de mes yeux, aimable et généreux, pour ses sacrifices et son aide illimitées tout au long de mes études, sans oublier son épouse et ses deux petites filles Aïcha et Khadidja, que Dieu vous préserve longue vie et prospérité.

A ma source de confiance et d'énergie, la douce au cœur si grand, ma seul sœur El batoul pour sa compréhension et son encouragement, qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère amitié.

A mon cher mari Abdennebi Messaoud avec tout mon affection pour son aide, l'encouragement qu'il m'a donné et tout ce qu'il a partagé avec moi comme moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail.

A mes chères cousines et amies Bouthaina, Salwa, Ikrame, Khawether, Hanine, Chaima, Khadidja, Meriem, Zahira, Ahlem, Ouafaa, Nessrine, Yasmine je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

A mes collègues Faten et Yasmine, nous avons partagé l'effort de travail, nous avons vécu de beaux moments, et je leur souhaité du fond du cœur plus de succès,

Merci.

M^{me}. Djenidi Fadoua

Résumé : Diversité des champignons nématophages sur les cultures maraichères.

Dans le but d'étudier la diversité des champignons prédateurs et parasites des nématodes à galles (*Meloidogyne* sp.) nous avons choisis deux régions à vocation maraichère, Staouali (Alger) où nous avons travaillé sur deux cultures (tomate et concombre) et Cherchell (Tipaza) une culture (tomate). Cinq paramètres ont été étudiés, une enquête phytosanitaire qui nous a permis de constater que les produits chimiques sont utilisés de manière anarchique, et cela s'explique par le taux élevé des ravageurs constaté par le calcul de l'indice de galle qui varie entre 2.05 et 3.5 pour la région de Staouali et 0.05 pour la région de Cherchell. Pour identifier le bio-agresseur, différentes coupes périnéales des femelles ont été faites, ces dernières montrent que c'est l'espèce *Meloidogyne incognita* qui domine dans les deux régions. Les différentes études physico-chimiques du sol révèlent que la région de Staouali présente un sol sableux limoneux et la région de Cherchell un sol argileux limoneux fin, avec un pH alcalin et une matière organique riche pour les deux régions.

L'étude de la diversité des champignons nématophages montre que les deux régions (Staouali et Cherchell) présentent une diversification entre les profondeurs (10 cm et 20 cm) et entre les cultures (Tomate et concombre) avec une présence quasi totale du genre *Stylopage*.

Mots clés : Champignons nématophages, *Meloidogyne*, analyses pédologiques, indice de galles, *stylopage*.

Abstract: Diversity of nematophagous fungi on vegetable crops

In order to study the diversity of predatory and parasitic fungi of root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp) we chose two market gardening regions, Staouali (Algiers) where we worked on two crops (tomato and cucumber) and Cherchell (Tipaza) or we worked on a single crop (tomato). Five parameters were studied, a phytosanitary survey which allowed us to note that the chemicals are used in an anarchic way, and this is explained by the high rate of pests found by the calculation of the gall index which varies between 2.05 and 3.5 for the Staouali region and 0.05 for the Cherchell region. To identify the bio-aggressors, different perineal sections of the females were made, the latter showing that it is the species *M. incognita* which dominates in the two regions. The various physico-chemical studies of the soil reveal that the Staouali region has sandy loamy soil and the Cherchell region has fine loamy clay soil, with an alkaline pH and rich organic matter for both regions.

The study of the diversity of nematophagous fungi shows that the two regions (Staouali and Cherchell) show diversification between depths (10 cm and 20 cm) and between crops (Tomato and cucumber) with an almost total presence of the genus *Stylopage*.

Keywords: Nematophagous fungi, *Meloidogyne*, soil analyses, gall index, *Stylopage*

ملخص: تنوع فطريات الديدان الخيطية في محاصيل الخضر

يهدف دراسة تنوع فطريات الديدان الخيطية الطفيلية والمفترسة للديدان الخيطية تحت الجذور (*Meloidogyne* sp) لقد اخترنا منطقتين من محاصيل الخضر، سطا والي – الجزائر اين على محصولين (الطماطم والخيار) وشرشال – تيبازة اين عملنا على محصول واحد (الطماطم).

خمسة عوامل درستا تحقيق في الصحة النباتية التي مكنتنا من معرفة من المواد الكيميائية المستعملة بطريقة فوضوية، والذي يشرح النسبة المرتفعة للأفات المحققة بحساب مؤشر المرارة الذي يتراوح بين 3,5 و2,05 بالنسبة لمنطقة سطاوالي و 0,05 بالنسبة لمنطقة شرشال. للتعرف على المهاجمون البيولوجيون، تم عمل أقسام عجائية من مختلفة من الإناث. هذه الأخيرة توضح انها من صنف *Meloidogyne. incogmita* التي تسيطر على المنطقتين.

مختلف الدراسة الفيزيوكيميائية للتربة يكشف ان منطقة سطاوالي تمثل تربة طمي رملي و منطقة شرشال بتربة الطين الغريني الرقم الهيدروجيني القاعدي و مادي عضوي مرتفعة في المنطقتين

دراسة تنوع فطريات الديدان الخيطية تبين ان المنطقتين سطاوالي و شرشال يمثلان تنوع بين العمقين (10سم و 20سم) و بين المحاصيل الطماطم و الخيار مع حضور مرتفع لجنس *Stylopaga*

الكلمات المفتاحية:

فطريات الديدان الخيطية، *Meloidogyne*، تحاليل التربة، مؤشر المرارة، *Stylopaga*

TABLE DE MATIERE :

REMERCIEMENTS

DEDICACES

RESUME

ABSTRACT

المخلص

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTES DE FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION.....01

PARTIE 01 : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralité sur les nématodes à galles *Meloidogyne*.....05

I.1.Généralités sur les nématodes.....05

I.1.1.Généralités sur les *Meloidogyne*05

I.2.Position systématique.....05

I.3.Caractères morphologique.....06

I.4.Cycle biologique.....07

I.5.Symptômes, dégâts et seuil de nuisibilité de *Meloidogyne*.....08

I.6.Facteurs de développement des *Meloidogyne*.....09

I.6.1.Facteurs abiotiques09

I.6.2.Facteurs biotiques.....10

CHAPITRE II : Généralité sur les champignons nématophages.....	12
II.1.Généralités sur les champignons nématophages.....	13
II.1.1. Champignons piègeurs ou prédateurs.....	13
II.1.2. Champignons endoparasites.....	13
II.1.3. Parasites des kystes et des nématodes à galles.....	13
II.2.Mode et forme d'invasion des nématodes capturés.....	14
II.3.Spécificité des champignons nématophages.....	15
II.4.Mode de pénétration des champignons	15
II.5.Utilisation des champignons nématophages dans la lutte biologique.....	15
CHAPITRE III : Généralité sur les plantes hôtes (tomate et concombre).....	17
III.1. Culture de tomate.....	18
III.1.1.Origine et historique.....	18
III.1.2.Classification systématique.....	18
III.1.3. Exigences édapho-climatiques de la tomate.....	19
III.1.3.1. Exigences climatiques.....	19
a/ Température.....	19
b/ Humidité.....	19
c/ Lumière	19
d/ Vent	19
III.1.3.2 Exigences édaphiques.....	20
a/ Nature du sol	20
b/ Température.....	20
c/ Humidité du sol.....	20
d/ pH du sol	20

e/ Aération du sol.....	20
f/ Matière organique	20
III.1.4.Importance économique de la tomate.....	21
III.1.4.1. Dans le monde	21
III.1.4.2. En Algérie.....	21
III.1.5.Importance médicinale de la tomate.....	22
III.1.6. Principaux bioagresseurs de la tomate.....	23
III.1.6.1. Ravageurs	23
III.1.6.2. Bactéries.....	24
III.1.6.3. Virus	25
III.1.6.4. Maladies cryptogamiques.....	26
III.2.. Culture du concombre	27
III.2.1.Origine et historique.....	27
III.2.2.Classification systématique.....	27
III.2.3.Exigences édapho-climatiques du concombre	28
III.2.3.1. Exigences climatiques.....	28
a/ Température.....	28
b/ Lumière.....	28
c/ Humidité de l'aire.....	28
d/ Vent.....	28
III.2.3.2. Exigences édaphiques.....	29
a/ Nature du sol	29
b/ Température du sol.....	29
c/ pH du sol.....	29

d/ Humidité du sol	29
e/ Matière organique	29
III.2.4.Importance économique du concombre	29
III.2.4.1.Dans le monde.....	29
III.2.4.2.En Algérie	30
III.2.5.Les principaux maladies et ravageurs du concombre	30
III.2.5.1.Oïdium.....	30
III.2.5.2.Virus de la mosaïque du concombre.....	31
III.2.5.3.Mildiou.....	31
III.2.5.4.Cladosporiose.....	31
III.2.5.5.Antracnose	32
III.2.5.6.Bothrytis.....	32

PARTIE 02 : LA PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE IV: Matériel et méthodes.....34

IV-1- Méthodologie adopte.....	35
IV-1-1- Proocole de travail.....	35
IV-1-2- Choix de région d'étude et de cultures	35
➤ La région de Staouali-Alger (ITCMI)	36
➤ La région de Cherchell – Tipaza.....	36
IV-2-Matériel de travail.....	37
IV-2-1-Questionnaire.....	37
IV-2-2- Prélèvement du sol et estimation de l'indice de galles	37
➤ Choix de la période d'échantillonnage.....	37
➤ Méthode d'échantillonnage	38

IV-2-3-Montage des figures périnéales des femelles de <i>Meloidogyne</i>	39
IV-2-4.Caractéristiques du sol.....	40
➤ Etude analytique du sol.....	40
IV-2-5- Préparation du milieu de culture PDA (potato dextrose agar) (shadwick ,1938).....	41
IV-2-6- Préparation des boites de pétri et isolement des différentes espèces des champignons à partir du sol.....	42
➤ Condition d'incubation.....	42
➤ Détermination des champignons nématophages.....	42
CHAPITRE V : Résultats et discussions.....	44
V-1- Importance du questionnaire.....	45
V-2.Estimation de l'indice de galle des variétés	45
V-2-1.Indice de galle.....	47
V-3.Coupes des femelles.....	49
V-4.Caractérisation des sols étudiant.....	50
V-4-1.Résultats d'analyses pédologiques.....	50
➤ Résultats de la région de Staouali.....	50
➤ Résultats de la région de Cherchell.....	50
V-5- Détermination des espèces des champignons nématophages	51
V-5-1- Espèces des champignons nématophages.....	51
V-5-2- Description des espèces des champignons nématophages.....	51
V-5-3- Estimation des champignons nématophages.....	53
V-5-4- Fréquence d'occurrence des champignons nématophages dans les deux zones d'études.....	54
• Fréquences d'occurrence des champignons nématophages	54
❖ Région de Staouali.....	54
➤ Sol traité.....	54

➤ Culture de concombre	54
➤ Culture de la tomate.....	55
➤ Sol non traité (témoin)Concombre et tomate	56
✓ Fréquence d'occurrence comparative (sol traité et sol témoin)	56
❖ Region de cherchell 50	
➤ Sol traité Culture de la tomate.....	57
➤ Sol non traité (témoin).....	58
▪ Culture de tomate.....	58
▪ Fréquence d'occurrence comparatif entre les regions (stouali –alger et cherchell-tipaza).	59
▪ Sol traite (tomate r1, concombre r1 , tomate R2)	59
✓ Frequence d'occurrence comparative entre sol traite et sol non traite (témoin) culture de tomate.....	60
➤ Sol non traite (témoin)	60
Discussions.....	62
Conclusion.....	66
Références bibliographiques	
Annexes	

LISTE DES FIGURES

Figure n°01 : Morphologie de <i>Meloidogyne</i> sp (EISENBACK ET TRIANPHYLOU, 1991).....	06
Figure n°02 : Cycle de développement de <i>Meloidogyne</i> sp (ABAD et al., 2008).....	07
Figure n°03 : Dégâts sur racines de tomate, carottes, concombre et laitue (Phytoma, 2009).	10
Figure n°04 : Types et formes des pièges (Peloille, 1981).....	14
Figure n°05 : Les fruits de tomate (DORE et VOROQUAUX, 2006).....	19
Figure n°06 : Région de Staouali (wilaya Alger) (Google Map, 2022).....	36
Figure n°07 : Région d'étude Cherchell (wilaya de Tipaza) (Google Map, 2022).....	37
Figure n°08 : Les étapes d'échantillonnage des deux régions (Staouali –Alger et Cherchell – Tipaza) (Originale).....	38
Figure n°09 : Notions des indices de galles (B'CHIR, 1983).....	39
Figure n°10 : technique de montage des figures périnéales (pattern) pour la détermination des espèces <i>Meloidogyne</i> . (CHITWOOD, 1949 in HAMMACHE, 2012).....	40
Figure n°11 : Les différentes étapes de la préparation du milieu PDA (Originale).....	41
Figure n°12 : Les différentes étapes d'ensemencement des champignons nématophages (originale).....	42
Figure n°13 : Les différents symptômes des racines avec l'indice de galle (Originale)	46
Figure n°14 : Indice de galle de chaque plant de la culture du concombre et tomate (R1 : région de Staouali –Alger).....	47
Figure n°15 : Indice de galle de chaque plant de la culture de tomate (région de Cherchell-Tipaza).....	47
Figure n°16 : La comparaison entre les moyennes de l'indice de galles des cultures (tomate R1, tomate R2, concombre R1) (R1 : Staouali –Alger, R2 : Cherchell-Tipaza).....	48
Figure n°17 : Les coupes périnéales des femelles de <i>Meloidogyne</i>	49
Figure n°18 : Différents genres des champignons nématophages (Originale).....	52
Figure n°19 : Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20cm de sol de la culture du concombre (région Staouali)	53

Figure n°20 : Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20 cm de sol (région de Staouali ; culture de la tomate)...	54
Figure n°21 : Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20 cm du sol non traité (témoin) (région de staouali ; culture concombre et tomate).....	55
Figure n°22 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages entre sol traité et sol non traité (R1 : région de staouali).....	56
Figure n° 23 :Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20 cm sol traité (région de cherchell ; culture tomate).....	56
Figure n°24 :Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20 cm du sol non traité (région de cherchell ; culture tomate).....	57
Figure n°25 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages sol traité et sol non traité profondeurs 10 et 20 cm (région de cherchell ; culture tomate.....	58
Figure n° 26 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages sol traité avec les profondeurs 10 et 20 cm (R1 : région de Staouali , R2 : région de Cherchell)..	59
Figure n° 27 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages sols non traités des profondeurs 10 et 20 cm des deux régions (R1 : région de Staouali, R2 : région de Cherchell).....	60
Figure n°28 : Les étapes de teste du bocal (FAO,SD)(Annexe).	
Figure n°29 : Les différentes étapes de la préparation de la solution du bichromate de potassium (Originale)(Annexe).	
Figure n°30 : Les différentes étapes de la préparation de la solution du fluorure de sodium (NAF), (Originale)(Annexe).	
Figure n° 31 : les différentes étapes de la préparation la solution de sel de Mohr , (originale)(Annexe).	
Figure n°32 : les différentes étapes de la préparation de la solution de diphénylamine (originale,)(Annexe).	
Figure n° 33 : les différentes étapes de détermination de l'humidité (Originale,) (Annexe).	
Figure n°34 : Triangle de texture du sol.(Annexe)	

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1: Production en million de tonnes des principaux pays de la tomate dans le monde en 2017 (FAOSTER, 2017).....	21
Tableau n° 2 : Production annuelle de tomate en région ouest (MADRP, 2006).....	22
Tableau n° 3 : Ravageurs de la tomate (ZIRIS, 2011).....	23
Tableau n° 4 : Maladies bactériennes de la tomate (SNOUSSI ,2010).....	24
Tableau n° 5 : Maladies virales de la tomate (SNOUSSI ,2010).....	25
Tableau n° 6 : Maladies cryptogamiques de la tomate (NAIKA et al ., 2005).....	26
Tableau n° 7 : Production mondiale de concombre en tonnes pour l'année 2007 (FAO, 2009).....	30
Tableau n° 08 : Résultats des analyses pédologiques de la région de Staouali	50
Tableau n° 09 : Résultats des analyses pédologiques de la région de Cherchell.....	50
Tableau: Calendrier des traitements utilise dans les deux serres de la région de Staouali (Annexe).	
Tableau: Indice de galle du concombre Staouali (Annexe)	
Tableau : Indice de galle de la culture de la tomate de Staouali (Annexe)	
Tableau: Indice de galle de la tomate de la région de Cherchell – Tipaza(Annexe).	
Tableau : Interprétations de la matière organique (Annexe)	
Tableau: Classification du sol selon le taux de la matière organique	
Tableau: Interprétations du calcaire total (Annexe)	
Tableau: Interprétations du calcaire actif (Annexe)	
Tableau: Classification des champignons nématophages(Annexe)	

LISTE DES ABREVIATIONS

% : Pourcentage

Fig : Figure

Tab : Tableau

C° : Degré Celsius

n° : Numéro

ha : Hectare

m : Metre

cm : Centimètre

mm : Millimètre

um : Micromètre

L : Litre

ml : Millilitre

kg : Kilogramme

g : Gramme

min : Minute

bar : Unité de pression exactement égal a 100000pascals

< : Inferieur

R1 : Région de Staouali

R2 : Région de Cherchell

Gr : Grossissement

ITCMI : Institut technique des cultures maraichères et industrielles.

FAO : Food and agriculture organisation

EAC : Exploitation Agricole Coopératif

EAI : Exploitation Agricole Individuelle

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

J2 : juvénile de deuxième stade

F1 : La première famille

SP : Espèce non identifiée

IG : Indice de galle

N : North

E : Est.

PDA: Potato Dextrose Agar

PH: Potential Hydrogen

M.incognita: *Meloidogyne incognita*

NAF : Solution de fluorure de sodium

NPK : Azote, Phosphore, Potassium

K₂Cr₂O₇ : Solution de bichromate de potassium

CE : Conductivité électrique

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

Introduction

INTRODUCTION

Les cultures maraîchères sous serres apparaissent comme l'un des secteurs les plus prometteurs de l'agriculture algérienne. Les superficies occupées par ces cultures en Algérie évoluent sans cesse, elles sont passées de 345558 ha en 2004 à 363030 ha en 2005 pour les cultures en plein champ, pour les cultures sous serres elles sont passées de 0.02 ha en 1970 à 5500 ha en 1990 (BENHAMOU, 1990), à 6862.87 ha en 2004 (MADR,2004) et à 6736.67 ha en 2005 (MADR, 2004).

Les cultures maraîchères occupent la deuxième place après les céréales dans la consommation quotidienne des Algériens (EL-KEBIRI, 1993).

Dans le littoral Algérienne des superficies réservées aux cultures maraichères semblent être d'une importance locale considérable, compte tenu du nouveau système de valorisation et d'aménagement de ces terres. La Région de Staoueli ainsi que celle de Cherchell possèdent de grandes potentialités de productions maraîchères en quantité importante grâce aux conditions climatiques et édaphiques qui sont très favorables notamment représentées par l'ensoleillement abondant pendant toute l'année et la diversité des conditions des milieux aussi étalées de façon à satisfaire non seulement les besoins nationaux mais aussi l'industrie alimentaire (EL-KEBIRI, 1993).

En dehors des meilleures conditions climatiques qu'offrent les abris serres aux développements des cultures, ils créent aussi un milieu favorable à la propagation des maladies et à la pullulation de nombreux ravageurs tel que les nématodes, organismes les plus abondants dans le monde entier, et pratiquement communs dans les sols (DE GUIRAN, 1983). Ces nématodes causent des dégâts considérables et des baisses de rendements sur un grand nombre de cultures. Ces dégâts dépendent de la densité de pullulations dans le sol, celle-ci varie selon les conditions climatiques, édaphiques et les pratiques culturales (SCOTTO LA MASSESE, 1986).

Ce travail a pour objectif d'étudier la diversité des communautés de nématodes phytophages des cultures maraîchères dans deux régions du littoral Algérien où le maraicher commence à prendre une certaine importance ces dernières années. Mieux connaître les nématodes phytophages conduit à mieux appréhender les risques liés à leurs introductions ou leurs disséminations à la fin de s'en prémunir en mettant en place des méthodes de luttés ciblées.

C'est dans cet objectif que nous avons choisi de travailler, pour cela nous avons opté pour les régions de Staouali (Alger) et de Cherchell (Tipaza), notre mémoire est basé sur cinq paramètres :

- On ce qui concerne le premier paramètre, nous avons essayé de prospecter les différentes exploitations agricoles visitées afin de faire un constat et cela en choisissant un questionnaire approprié.
- Pour ce qui concerne le deuxième paramètre, il consiste à évaluer le degré d'infestation des serres prospectées, basée essentiellement sur la notion de l'indice de galles (I.G.).
- Le troisième paramètre c'est la détermination du bio-agresseur *Meloidogyne* sp. et cela par la méthode de coupes des femelles (parties périnéales).
- Pour ce qui concerne le quatrième paramètre, nous avons fait une étude analytique du sol prélevé (physico-chimique).
- Et pour le cinquième paramètre, nous essayons d'inventorier les champignons prédateurs et parasites de nématodes à galles (*Meloidogyne* sp.), présents dans le sol des stations visitées.

PARTIE 01 :
Synthèse bibliographique

Chapitre I :
Généralité sur les nématodes
à galles Meloidogyne

CHAPITRE 01 : Généralités Sur Les nématodes a galles *Meloidogyne*

I-1- Généralités sur les nématodes

Les nématodes "vers ronds", forment un groupe zoologique d'organismes vermiformes. Ils sont dépourvus de membres et de squelette et ont la forme d'un fuseau. Ils présentent une symétrie bilatérale. Le corps est non segmenté et recouvert d'une épaisse cuticule. La majorité des nématodes telluriques mesurent entre 0,6 et 0,8 mm de long et entre 0,025 à 0.50 mm de large (SUMENKOVA, 1988), certains comme les Longidoridae atteignant 4 mm (COYNE et *al.*, 2010). Ils sont ubiquistes (toutes latitudes et tous climats) en ayant colonisé tous les types de milieux : les eaux continentales et océaniques (salées et douces) et les sols. Certains d'entre eux se sont adaptés à la vie parasitaire chez l'homme, les animaux et les végétaux (DEGUIRAN, 1971).

I-2- Généralité sur les *Meloidogyne*

Les *Meloidogyne*, appelés communément « nématodes à galles des racines », « nématodes des racines noueuses » (ou « root-knotnématodes » RKN), représentent un genre de nématodes phytoparasites sédentaires obligatoires. Ces nématodes tirent leur appellation commune du fait qu'ils entraînent sur les racines des plantes parasitées la formation de renflements caractéristiques ou galles, très facilement reconnaissables (PROT, 1975).

I-3- Classification systématique

La systématique des *Meloidogyne* que nous avons adoptée est celle décrite par REDDY (1938)

Règne :	Animalia
Embranchement:	Nemathelminthes
Classe :	Nematoda
Sous-classe :	Secernetea
Ordre :	Tylenchida
Super-famille :	Tylenchoidea
Famille :	Meloidogynidae
Sous-famille :	Meloidogynae
Genre :	<u><i>Meloidogyne</i></u>

I-4- Caractères morphologiques

I-4-1. 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).

I-4-2- Mâle

Selon THORNE (1961), 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 Tylenchides, 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 (Fig. n° 01).

I-4-3- 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° 01).

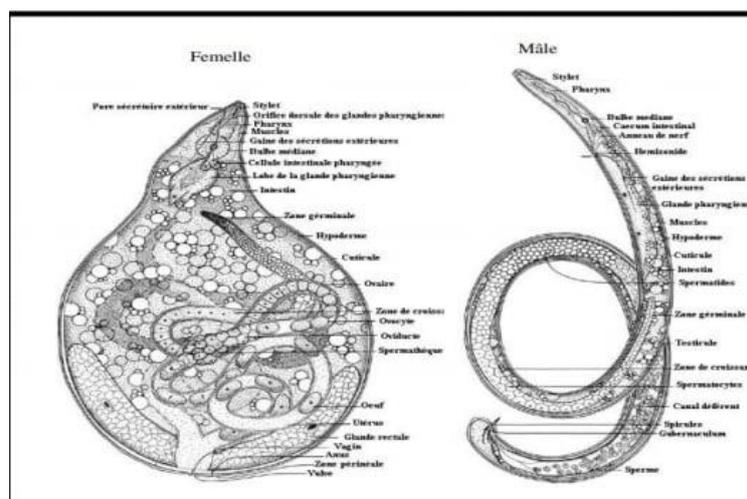


Figure n°01 : Morphologie de la *Meloidogyne* sp (EISENBACK et TRIANPHYLOU, 1991).

I-5- Cycle biologique

Les *Meloidogyne* déposent leurs œufs dans une masse gélatineuse qui les protège, et les larves sortent tout de suite, sauf en cas de diapause pour gagner une nouvelle racine ou bien se développer sur place. Les larves libérées sont déjà parvenues au 2ème stade car la 1ère mue s'étant opérée dans l'œuf. Les larves qui éclosent sont très actives. Elles se faufilent dans la terre à la recherche de jeunes radicelles et pénètrent immédiatement dans les tissus racinaires où elles achèvent leur développement en passant par quatre mues jusqu'au stade adulte (STRLING et WATCHEL, 1985).

Les galles formées sont de différentes tailles et formes (INGHAM, 1990 ; ECHEVERRIA et CHAVES, 1998).

Le déterminisme sexuel dépend largement des conditions du milieu. Lorsqu'elles sont défavorables, les juvéniles se développent préférentiellement en mâles. Tel est le cas présence de fortes infestations racinaires (NETSCHER, 1970). TYLER et NETSCHER(1970) observe que le déterminisme sexuel dépend de l'âge de la population.

Les mâles quittent alors les racines et retournent dans le sol, tandis que les femelles deviennent globuleuses et restent fixées (TAYLOR, 1968). Il faut noter que les œufs n'éclosent pas tous immédiatement. Un certain nombre n'éclosent que plusieurs mois après la ponte (DEGUIRAN, 1983).

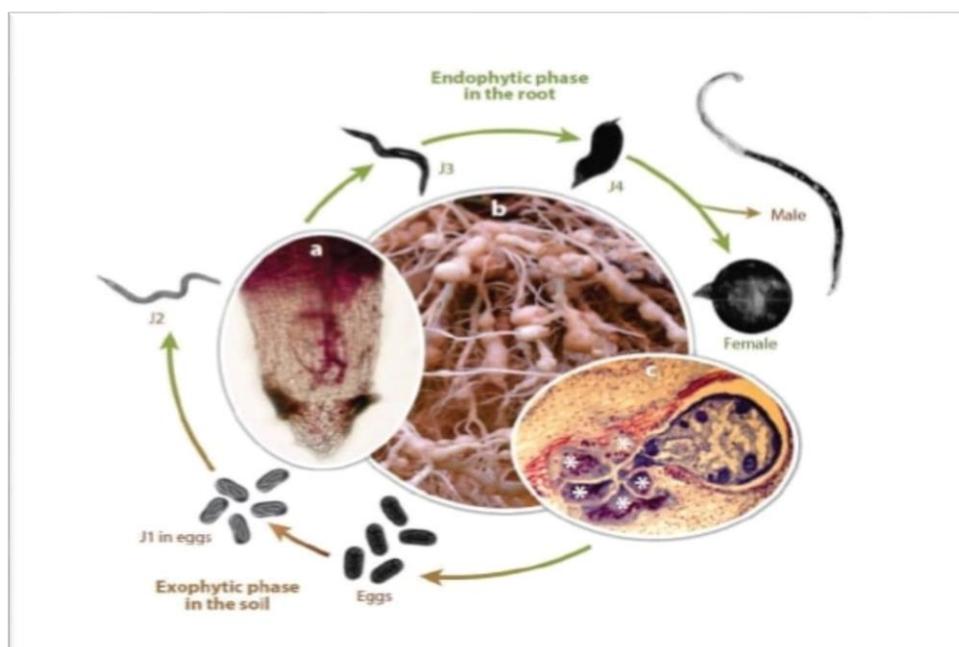


Figure n°02 : Cycle de développement des *Meloidogyne* sp. (ABADet *al.*, 2008).

I-6- Symptômes, dégâts et seuil de nuisibilité des *Meloidogyne*

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 :

- **Sur la partie souterraine**

Les symptômes caractéristiques de la présence des *Meloidogyne* sont le développement des galles sur les racines infestées. Cette altération morphologique de la racine est nocive pour la plante. Elle provoque une perturbation du métabolisme de l'absorption des nutriments et une augmentation du prélèvement des produits de la photosynthèse (MELAKBERHAN, 2006) ainsi qu'une inhibition de la croissance des radicules et un dysfonctionnement du système vasculaire de la plante infectée (REGNAULT – ROGER et *al.*, 2005).

- **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* (SIDDIQUI et *al.*, 2002). Le « seuil de nuisibilité » ou « limite de tolérance » de la plante est d'environ 100 à 1000 individus par 1 Kg de sol (DEGUIRAN, 1983).



Figure n° 03 : Dégâts sur racine de tomates, carottes, concombre et laitue (INRA ,2009)

I-7.Facteurs de développement des *Meloidogyne*

I-7-1.Facteurs abiotiques

I-7-1.1. Eau

Les variations de la teneur en eau d'un sol ont une répercussion considérable sur la nématofaune (CAYROL, 1971), ainsi un excès d'eau peut gêner les mouvements des nématodes. L'eau est l'un des facteurs de propagation des *Meloidogyne* (PROT et MATIAS, 1995).

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. Air

FLEDMESSER et FEDER (1954), étudiant l'influence de la concentration en oxygène sur divers nématodes, constatent qu'elle varie selon les espèces, certains ont besoin d'une forte oxygénation, alors que d'autres supportent des conditions d'anaérobiose. (VAN GUNDY et *al.*, 1967), montrent qu'un taux réduit d'oxygène cause une forme de quiescence qui prolonge la vie des larves des *Meloidogyne*.

I-7-1-4. pH

Selon REDDY (1983) L'infestation des *Meloidogyne* est moins sévère en sol acide qu'en sol neutre ou alcalin. Le pH optimal est compris entre 4 et 8 Wallace (1966). En effet, le pH à 4,1 agit faiblement sur la fécondité des œufs et agit sévèrement lorsqu'il est entre 6 et 7 (VOLCY, 1993).

I-7-1-5. Sol

Quel que soit le groupe et leur parasitisme, les nématodes vivent en contact étroit avec le sol (VALLOTON, 1983). La texture du sol influe directement sur les déplacements et les mouvements des *Meloidogyne* qui fréquentent les couches arables surtout les horizons superficiels (RITTER, 1985). La texture argileuse du sol a un effet inhibiteur sur le développement de *Meloidogyne incognita* (DE GUIRAN, 1979). 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 biotiques

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- Action de la plante

D'après DE GUIRAN et NETSCHER (1970), deux théories s'affrontent pour expliquer le phénomène de cette attraction. Le premier dit que les nématodes ne subissent pas d'attraction mais se déplacent au hasard dans le sol, le stimulus d'origine radiculaire ne faisant qu'à activer leur mouvement. Ils ont ainsi plus de chances de rencontrer une racine et, l'ayant

rejointe, ils seraient maintenus dans son voisinage par un effet de rétention agissant à faible distance.

Par contre la deuxième confirme qu'il s'agit d'une véritable attraction ; les nématodes orientent leur déplacement vers les racines sous l'effet d'un ou plusieurs stimuli, gradient de concentration des sécrétions radiculaires par exemple. D'après DOMMERGUES et MONGENOT, (1970), de nombreuses plantes, par l'intermédiaire de leurs exsudats exercent sur le nématode une attraction très nette.

I-7-2-3- Organismes 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).

Chapitre II :
Généralités sur les
champignons nématophages

II-1- Généralité sur les champignons nématophages

Les champignons nématophages sont des espèces carnivores qui s'attaquent aux nématodes ou les parasitent (BARRON, 1977), 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, mais la majorité est saprophytes (Facultatifs). (ZHANG et al., 2016 ; SWE et al., 2009).

Sur la base des mécanismes par lesquels les champignons attaquent les nématodes, ces champignons nématophages sont généralement divisés en trois groupes généraux, selon ZHANG et al (2011).

II-1-1. Champignons piègeurs ou prédateurs

Les champignons piègeurs ou prédateurs tuent les nématodes en produisant des dispositifs de piégeage adhésifs ou non. Ils possèdent une capacité saprophyte relativement bonne. Les dispositifs adhésifs tels que les hyphes, les branches, les boutons et les filets sont enduits d'un adhésif qui retient fermement le nématode conduisant à la pénétration et à la colonisation par les champignons. Les dispositifs de piégeage non adhésifs sont des anneaux resserrés et non resserrés.

II-1-2. Champignons endoparasites

Utilisent des conidies adhésives ou 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. Les membres de Chytridiomycota et Oomycota produisent des zoospores uni- et biflagellées respectivement, pour parasiter les nématodes.

II-1-3. Parasites des kystes et des nématodes à galles

Utilisent les femelles ou les œufs comme source de nourriture, colonisant par la croissance d'hyphes somatiques et provoquant la dissolution enzymatique de la coquille des œufs et de la cuticule larvaire. Ces champignons sont impliqués dans la dégradation des kystes du sol au fil du temps. Ils ont clairement la capacité de réguler sa population hôte dans le sol.

II-2- Mode et forme d'invasion du nématode capturé

Quel que soit le piège, le mode d'invasion du ver par le champignon est toujours le même. Après un laps de temps plus ou moins long, pendant lequel le nématode piégé se débat violemment, le champignon pénètre à l'intérieur de sa capture en perforant la cuticule. Il développe ensuite un bulbe d'infection à partir duquel des hyphes trophiques évoluent et envahissent progressivement le ver, en absorbant son contenu, provoquant sa mort en quelques heures. (NORDBRING-HERTZ et STALHAMMAR-CARLEMALM, 1978).

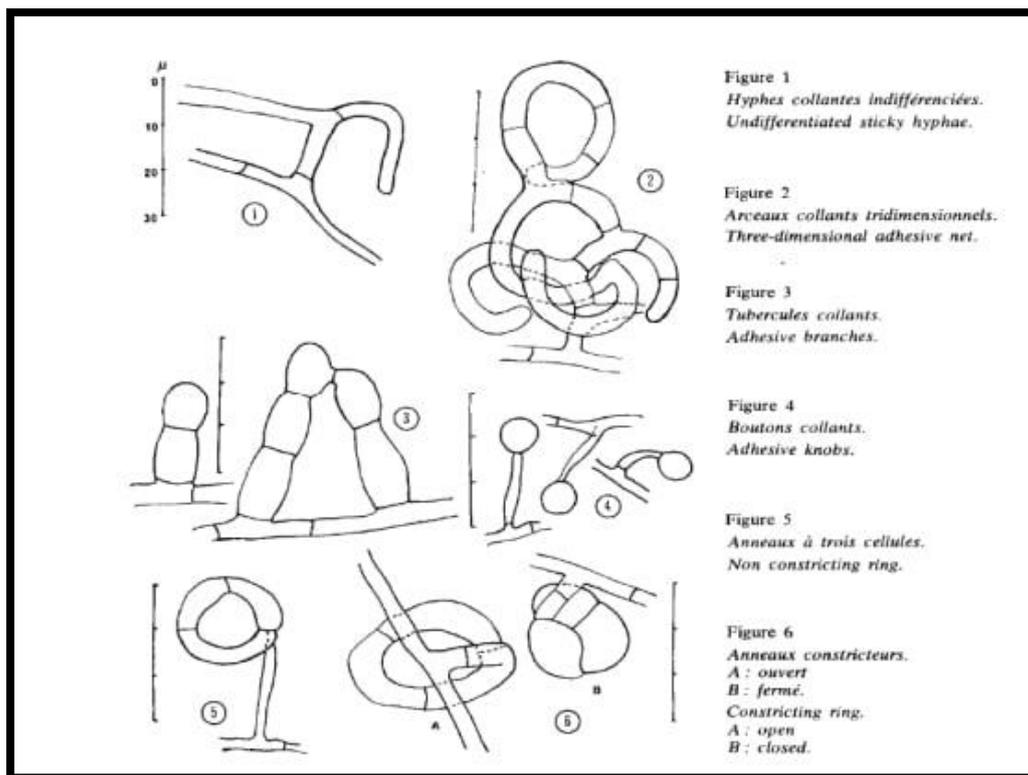


Figure n° 04 : Types et formes de pièges (PELOILLE, 1981)

Les appareils de capture sont de 2 types : pièges passifs et pièges actifs. Les premiers sont les plus répandus et se présentent sous différentes formes.

- a) Les hyphes collants indifférenciés.
- b) Les arceaux collants tridimensionnels.
- c) Tubercules collants.
- d) Boutons collants.
- e) Anneaux à 3 cellules.

Les pièges actifs sont représentés par des anneaux constricteurs. Il s'agit de 3 cellules (PELOILLE, 1981).

II-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 parait liée à trois facteurs fondamentaux : taille des pièges, pouvoir collant des sécrétions, affinités biochimiques entre le champignon et sa proie (CAYROL, 1980).

II-4. Modes de pénétration des champignons

Avant l'infection, 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 LLOPEZ-Llorca, 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.

II-5. Utilisation des champignons nématophages dans la lutte biologique

La lutte biologique consiste à réduire les populations de nématodes grâce à l'action des microorganismes vivants qui se produit naturellement ou par manipulation de l'environnement ou l'introduction d'antagonistes (STIRLING, 1991).

La lutte biologique par les champignons 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. C'est à la fin XIXe siècle que les premiers d'entre eux ont été découverts et décrits. Ils diffèrent les uns des autres par leur mécanisme de piégeage : pièges en réseaux, piège en anneaux, en boutons collants ou en spires. Ces champignons présents naturellement dans le sol, n'y sont pas en assez grande quantité (CAYROL, 1981). Les champignons du genre *Arthrobotrys*, commercialisé sous le nom de R350, sont utilisés dans la lutte contre les *Meloidogyne* (CAYROL, 1983). Les champignons nématocides tels que la moisissure *Paecilomyces lilacinus* qui parasite les œufs de *Meloidogyne incognita* sur la pomme de terre est relativement efficace. Le champignon a réduit le développement de la population de nématode du réniforme (*Rotylenchus reniformis*) sur tomate (SHERF et MACNAB, 1986).

De nouvelles recherches se font sur les toxines de certains champignons actifs sur les larves ou les œufs, à titre d'exemple, les travaux de CAYROL (1989) qui signale que les filtrats des cultures de *Fusarium oxysporum* et *F. solani* ont une action pré pondérable sur les larves de *Meloidogyne*, ainsi que les filtrats d'*Aspergillus niger* et *Paecilormus liliacinus* qui inhibent l'éclosion des œufs des *Meloidogyne* (GOWEN et al., 1994).

Chapitre III :
Généralités sur les plantes
Hôtes (Tomate, concombre)

Chapitre III : Généralité sur les plantes hôtes (tomate et concombre)

III.1. Tomate

III.1.1. Origine et Historique

La tomate a été cultivée et améliorée par les indiens du Mexique, sous le nom aztèque « tomât », avant d'être ramenée en Europe par les conquistadores. Donc la tomate est originaire des Andes. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. Ensuite elle s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient (SHANKARA et al., 2005). Neuf espèces sauvages peuvent être observées en Amérique du Sud, seulement deux comestibles, la « tomate groseille (*Solanum pimpinelli folium*) » et la « tomate cerise *Solanum lycopersicum* var *cesariforme*) » qui est l'ancêtre de nos tomates actuelles (Camille, 2009). En 1950, la tomate est introduite en Algérie par les espagnols dans la région Ouest « Oran » (REY et COSTES, 1965).

III.1.2. Classification systématique

Selon GUIGNAD, (2012) la tomate appartient à la classification suivante :

Règne	Plantae
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	<i>Lycopersicum</i>
Espèce	<i>Lycopersicum esculentum</i> Miller, 1768



Figure n° 05 : Fruits de la tomate (DORE et VAROQUAUX, 2006)

III.1.3. Exigences édapho-climatiques de la tomate

La tomate comme plante demande plusieurs exigences, parmi ces exigences, on cite :

III.1.3.1. Exigences climatiques

a/ Température

La tomate est une plante exigeante en chaleur durant toute sa végétation. La température optimale est 18-25°C pendant la journée et 15-16°C pendant la nuit, au-dessous de 15°C, la formation des organes floraux et la floraison s'arrêtent. A une température au-dessous de 10°C, c'est la végétation qui s'arrête (LAMBERT, 2006).

b/ Humidité

L'humidité de l'air est un facteur important qui conditionne le bon développement de la culture de tomate. Une humidité de 60% à 65% convient à tous les stades de développement (CHIBANE, 1999).

c/ Lumière

La lumière intervient sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. 1200 heures d'insolation nécessaires pendant les 6 mois de végétation. Un éclaircissement de 14 heures par jour est nécessaire pour une bonne nouaison. Toute fois la photopériode ne doit pas dépasser 18 heures par jour (NAIKA et *al.*, 2005).

d/ vent

La tomate craint les vents surtout au de la reprise. Les vents chauds peuvent occasionner des brûlures sur les feuilles et des nécroses sur fruits, en plus des dégâts causés par les vents forts tels la cassure des tiges (GRISSA, 2010).

III.1.3.2. Exigences édaphiques

a/ Nature du sol

La tomate se cultive dans presque tous les sols, depuis les terrains d'alluvions jusqu'aux terres argileuses les plus lourdes. Cependant nous dirons que les sols légers, perméables, meubles et riches en humus lui conviennent particulièrement bien (LAMBERT, 2006).

b/ Température du sol

L'obtention d'une bonne production précoce nécessite un sol à une température minimale de 15°C (ELMHIRST, 2006).

c/ Humidité du sol

Les exigences de la tomate en humidité du sol sont très grandes pendant toute la végétation. Cela peut s'expliquer par la capacité potentielle courte, une très grande masse végétative et un très grand nombre de fleurs et de fruits (ELMHIRST, 2006).

d/ pH du sol

Selon CHAUX ET FOURY (1994), la tomate est très tolérante en pH. Le meilleur équilibre nutritionnel étant assuré entre 6.0 et 7.0.

e/ Aération du sol

Un sol bien aéré détermine un pourcentage élevé de levée des plantules, mais exerce par contre un effet défavorable sur les racines durant la période de croissance végétative. L'aération est indispensable à la maturité des fleurs (CHAUX ET FOURY, 1944).

f/ Matière organique

Les sols tourbeux contiennent beaucoup de matière organique, sont moins appropriés dû à leur forte capacité de rétention d'eau et à une insuffisance au niveau des éléments nutritifs (SHANKARA et *al.*, 2005).

III.1.4. Importance économique de la tomate

La plante de la tomate *Lycopersicum esculentum* est très importante économiquement.

III.1-4-1- Dans le monde

La production mondiale de tomate est passée de 74 millions de tonnes en 1978 à 89 millions en 1998 et atteint plus de 126 millions en 2007 (ANONYME, 2009). La Chine est en première position avec une production de 52,86 millions de tonnes, suivie des États-Unis pour 14,20 millions de tonnes, et troisième rang vient l'INDE avec 11,97 millions de tonnes produites (BADAoui, 2018)(Tab.01).

Tableau n°1 : Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017, (FAOSTAT, 2017).

Position	Pays	Production (tonnes)
1	Chine	50664255
2	Inde	18227000
3	Etats unies	12574550
4	Turquie	11820000
5	Egypte	8533803
9	Espagne	3683600
16	Maroc	1293319
24	Hollande	855000

III.1.4.2. En Algérie

La tomate se place à la place au premier rang parmi les cultures maraichères en Algérie selon l'Institut technique des cultures maraichères et industrielles (200). Elles représentent 51% de la production totale en produits maraichère. Sa superficie est de l'ordre de 1737ha, soit 40% de la superficie totale en serre 4350ha (NECHADL et al., 2002). Selon les statistiques officielles du Ministère de l'agriculture du développement rural et de la pêche, la production de tomate s'élevait en 2006 à 5.489.336Qx pour une superficie globale de 20.436 hectares, soit un rendement de 268.6Qx à l'hectare (Tab.02)

Tableau n°2 : Production annuelle de tomate en régions Ouest (MADRP, 2006).

Régions	Production annuelle (QX)
Oran	35.878
Mascara	129.000
Tlemcen	211.000
Ain temouchent	150.000
Mostaganem	426.260
Sidi belabbes	54.930
Relizane	53.200
Tiaret	64.385
Chlef	290.520

III.1.5. Importance médicinale de la tomate

Dans les dernières décennies, la consommation de tomate a été associée à la prévention de plusieurs maladies comme le cancer ou les maladies cardiovasculaires (SHARONI et LEVI. 2006).

III.1.6. Principaux bioagresseurs de la tomate :

Parmi les bioagresseurs de la tomate on citera les groupes suivants :

III.1.6.1. Ravageurs

Le tableau n °3 montre les principaux ravageurs pouvant affecter la tomate

Tableau n°3 : les ravageurs de la tomate (ZIRIS, 2011).

Insectes et ravageurs	Nom scientifique	symptômes et dégâts
Nématodes à galles 	<i>Meloidogyne incognita</i> <i>M. Chitwood</i> et <i>M. arenaria</i>	Des galles sur les racines de plantes attaquées. La tige rabougrit, les feuilles jaunissent, puis la plante dépérit.

<p>Acariens</p> 	<p><i>Tetranychus (Urticae) Koche, 1836</i> <i>T. cinnabarinus (Boisduval, 1867).</i></p>	<p>La face inférieure des folioles devient brune à bronzée. Sur fruit, la peau présente des craquelures.</p>
<p>Noctuelles terricoles Noctuelles des fruites</p> 	<p><i>Agrostis segetum (Oberdorfer, 1938)</i> <i>Chloridea armigera (Hampson, 1903)</i></p>	<p>Les jeunes chenilles dévorent le collet et entraînent la mort de la plante.</p>
<p>Aleurodes</p> 	<p><i>Trialeurodesva parariorum (Westwood, 1856)</i> <i>Bemisia tabaci (Gennadius, 1889).</i></p>	<p>Rabougrissement des apex et développement de fumagine sur le miellat produit par les larves, transmission des virus TOCV, TICV et TYLCV.</p>
<p>Cicadelles</p> 	<p><i>Hialestherobsoletus</i></p>	<p>Transmission du stolbur, mycoplasmoses.</p>
<p>Mineuses</p> 	<p><i>Liriomyza trifolii (Burgess, 1880)</i> <i>L. strigata (Meigen, 1830)</i> <i>Tuta absoluta meyrick</i></p>	<p>Galerie dans le limbe des feuilles âgées par les larves.</p>
<p>Percerons</p> 	<p><i>Macrosiphonia neuphorbiae (Buninge, 1985)</i> <i>Myzus persicae (Sulze, 1776).</i></p>	<p>Enroulement des feuilles, développement de la fumagine et transmission de virus.</p>

III.1.6.2. Bactéries

Le tableau n°4 montre les principales maladies bactériennes pouvant affecter la tomate

Tableau n° 4 : les maladies bactériennes de la tomate (SNOUSSI, 2010).

Maladie	Nom scientifique	symptômes et dégâts
Chancre bactérien 	<i>Clavibacter michiganensis</i> <i>subs pmichiganensis.</i>	Flétrissement unilatéral sur feuille, suivi d'un dessèchement total des coupes longitudinales sur tige et pétioles. Sur fruits, se forment des taches blanchâtres.
Moucheture de la tomate 	<i>Pseudomonas syringae</i> <i>Pv. Tomato.</i>	Sur feuillage : Apparition des taches noires de contour irrégulier entourées d'un halo jaune. Les folioles se dessèchent et tombent.
Gale bactérienne 	<i>Xanthomona scompestris</i> <i>Pv. vesicatoria</i>	De nombreuses taches entraînent le dessèchement de folioles et la chute des feuilles, sur fruit, de petits chancres pustuleux appariassent et prennent un aspect liégeux.
Flétrissement bactérienne des solanacées. 	<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Flétrissement de type verticillium ou fusarium mais suivi de la mort très rapide de la plante.

III.1.6.3. Les virus

Le tableau n°5 montre les principales maladies virales pouvant affecter la tomate.

Tableau n°5 : Maladies virales de la tomate (SNOUSSI, 2010).

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

III.1.6.4. Maladies cryptogamiques

Le tableau n°6 montre les principales maladies cryptogamiques pouvant affecter la tomate.

Tableau n°6 : Maladies cryptogamiques de la tomate (NAIKA et al., 2005).

maladies	symptômes et dégâts	Moyens de lutte
<p>Alterneriose</p> 	<p>Des tâches noires sur les feuilles.</p> <p>Des tâches chancreuses sur les tiges. Des nécroses sur fruits</p>	<p>Utilisation des variétés résistantes. Rotation culturale.</p> <p>Traitement chimique.</p>
<p>Oïdium</p> 	<p>Apparition de tâches jaunâtres sur les feuilles.</p>	<p>Assure une bonne aération de serres.</p>
<p>Mildiou</p> 	<p>Apparition de tâches jaunâtres qui brunissent rapidement.</p>	<p>Eviter les excès d'azote et d'eau.</p> <p>Une bonne aération aussi.</p>

III.2. culture du concombre

III-2-1- Origine et historique

Le concombre (*Cucumis sativus*) est un légume annuel herbacé de la famille des Cucurbitacées. . Il est originaire de l'Inde, où l'on a observé une grande diversité génétique. Il est cultivé depuis au moins 3000 ans en Asie de l'Ouest, incluant la Chine, et s'est étendu jusqu'à l'Europe, d'abord en Grèce et en Italie. Des documents faisant référence à la culture du concombre apparaissent en France au 9ème siècle et en Angleterre au 14ème siècle. (DOIJODE ,2001).

III-2-2- Classification systématique

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Dilleniidae
Ordre	Violales
Famille	Cucurbitaceae
Genre	<i>Cucumis</i>
Espèce	<i>Cucumis sativus</i> Linné ,1753

III-2-3.Exigences édapho-climatiques du concombre

Le concombre comme plante demande plusieurs exigences, parmi :

III-2-3-1. Exigences climatiques

a/ Température

La culture de concombre est moins exigeante en température comparée à celle du melon. Son minimum de germination est situé à 12°C et la température optimale est aux alentours de 30 °C. La croissance végétative est favorable à des températures proches de 25 °C (ANONYME, 2018).

b/ Lumière

Elle est indispensable à la photosynthèse. L'activité de la photosynthèse, augmente avec l'intensité lumineuse pour atteindre un palier de saturation. Elle varie donc avec les heures de la journée. Le concombre fleurit et fructifie en jours courts de 12 heures ou Moins à condition que l'intensité lumineuse soit suffisante (ROULAN, 1974).

c/ Humidité de l'air

La culture de concombre exige une humidité atmosphérique relative située entre 70 et 90 % d'où sa prospérité dans les climats tropicaux (ANONYME, 2018).

d/ Vent

Les symptômes sont causés par le vent, et sont une inquiétude particulière dans les zones sujettes à des vents forts continus et dans les champs sans brise-vents. Les dégâts peuvent être causés soit par des particules de sol soulevées par le vent, ou par le mouvement des branches. La vitesse du vent, la période d'exposition et le stade de développement du plant détermineront la sévérité des symptômes. Les jeunes plants de concombre poussant sur des sols sableux sont particulièrement à risque de subir des abrasions et des blessures (GRISSA, 2010).

III-2-4-2- Exigences édaphiques

a/ Nature du sol

Pour une bonne production du concombre il faut un sol meuble, léger, humide, bien drainé et riche en matière organique. Les sols lourds et trop humides sont à éviter sous peine de provoquer la pourriture des jeunes plantules (ERIC C. LEGBA, 2018).

b/ Température du sol

La température du sol est le premier facteur dont dépendent le pourcentage de levée et la vitesse de germination. Cette dernière augmente avec la température jusqu'à une valeur optimale de 25°C, et entre 15°C et 20°C on aura un meilleur pourcentage de levée (REY et COSTES, 1965).

c/ pH du sol

Le sol a un pH relativement basique, non salin et peu calcaire (< à 5%). Le risque de chlorose ferrique est écarté. En éléments fertilisants (N.P.K) (SAOU et *al.*, 2017).

d/ Humidité du sol

Le concombre aime bien l'humidité, le niveau d'hygrométrie idéal se situe entre 70 et 80% (BRAJEUL et *al.*, 2001).

e/ Matière organique :

Le sol a une teneur moyenne en matière organique et un apport C/N faible (SAOU et *al.*, 2017).

III-2-4- Importance économique du concombre

La plante du concombre *C. sativus*, est très importante économiquement.

III-2-4-1- Dans le monde

- La République populaire de Chine est le plus grand producteur de concombre au monde avec 56 293 530 tonnes de production par an.
- Iran arrive deuxième avec la production annuelle de 2 283 750 tonnes.
- Avec 1 848 273 tonnes de production par an, Turquie est le troisième producteur de concombre.
- France, avec 137 849 tonnes de production par an est classé à 31 (ANONYME, S.D) (Tab.07).

Tableau n°07 : Production mondiale de concombre en tonnes pour l'année 2007 (Source : FAO, 2009).

Rang	Etat	Production	Rang	Etat	Production
1	Chine	28.049.900	6	Japon	639.800
2	Iran	1.720.000	7	Egypte	615.000
3	Turkie	1.674.580	8	Ukraine	599.200
4	Russie	1.386.810	9	Indonésie	581.206
5	Etats unis	920.000	10	Espagne	510.000

III-2-4-2- En Algérie

Elles ont connu un développement important au cours des dernières années. La production totale est passée de 6 millions de tonnes en 2007/2008 à 9,5 millions en 2010/2011 (ANONYME, S.D). Soit une augmentation de 58 %. Puis la production nationale des cultures maraichères a atteint 13 millions de tonnes en 2017 (ANONYME, 2018). Parmi les wilayas les plus productrices du pays, on retrouve en tête de liste les wilayas d'El Oued, de Aïn Defla, de Mostaganem, de Biskra, de Skikda et de Boumerdès (SIOUANE, 2018) .

III-2-5- Principaux maladies et ravageurs du concombre

Parmi les bioagresseurs du concombre on citera les groupes suivants :

III-2-5-1- OÏDIUM

Nom : *Sphaerotheca fuliginosa* et *Erysiphe cichoracearum*

Conditions favorables : temps chaud et humide

Symptômes :

- Taches blanches et poudreuses s'étendent sur les deux surfaces des feuilles

Dessèchement rapide.

- En conditions chaudes (23-26°C) et sèches, les tiges et pétioles sont également touchées (ANONYME, 2021).

III-2-5-2- VIRUS DE LA MOSAÏQUE DU CONCOMBRE :

Nom : *Cucumber mosaic Virus*

Conditions favorables

Symptômes :

- La transmission se fait par les pucerons et principalement le puceron noir (*Aphis gossypii*)
- Mosaïque ou marbrures foliaires
- Jaunissement progressif du feuillage
- Anneaux nécrosés
- Déformation des fleurs, fruits et feuilles (ANONYME, 2021).

III-2-6-3-MILDIOU

Nom : *Pseudoperonos poracubensis*

Conditions favorables : temps chaud et humide

Symptômes :

- Petites taches jaunes sur la surface des vieilles feuilles.
- Le centre de la tache brunit et la feuille meurt (ANONYME, 2021).

III-2-6-4- CLADOSPORIOSE

Nom : *Cladosporium cucumerinum*

Conditions favorables : humidité, températures fraîches (17°C)

Symptômes

Lésions humides sur feuilles, qui forment des taches plus ou moins circulaires, brunissant et se nécrosant en vieillissant

Les taches peuvent parfois prendre une teinte grisâtre et être auréolé d'un halo jaune

Les fruits présentent des taches chancreuses, graisseuses et concaves (ANONYME, 2021).

III-2-5-5- ANTHRACNOSE

Nom : *Glomerell alagenaria* et *Colletotri chumorbiculare*

Symptômes

Sur feuille : taches ou lésions plutôt circulaires, brun pâle à rougeâtre, au contour foncé qui peuvent atteindre 2 cm de diamètre. Au stade avancé, le centre des taches se fend et tombe.

Sur fruit : taches chancreuses et/ou liégeuses (ANONYME, 2021).

III-2-5-6- BOTHRYTIS

Nom : *Bothrytis cinerea*

Conditions favorables : humidité relative avoisinant 95 % et des températures comprises entre 17 et 23°C

Symptômes

Sur les feuilles taches circulaires principalement en bordure de limbe.

Moisissure grise au niveau des pétales fanés (ANONYME, 2021).

Partie 02 :

Partie expérimentale

Chapitre IV :
Matériel et Méthodes

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I- Méthodologie adoptée

Pour notre travail, nous avons procédé aux étapes suivantes :

I-1- protocole de travail

Pour cette étude nous avons travaillé sur deux régions de l'algérois (Staouali et Cherchell), ces dernières sont à haut risque d'infestation par les nématodes à galles. Nous nous sommes basées sur cinq volets essentiels :

- En ce qui concerne le premier volet, nous avons essayé de faire une prospection des différentes exploitations agricoles visitées afin de faire un constat sur l'état des serres, les cultures précédentes, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués. Cela en choisissant un questionnaire approprié. (Tableau 10 en annexe).
- Concernant le deuxième volet, cette étude nous permet d'évaluer le degré d'infestation des cultures de la tomate et le concombre sous serres qui sont infestées par les nématodes à galles. Elle est basée essentiellement sur la notion de l'indice de galles (I. G.).
- Pour le troisième volet, nous avons identifié le nématode qui cause les dégâts au niveau des cultures prospectées et cela par les coupes périnéales des femelles de *Meloidogyne*.
- Pour le quatrième volet, nous avons analysé les échantillons de sols prélevés au niveau des serres prospectées, en étudiant les facteurs physico-chimiques de ce dernier.
- Et pour ce qui concerne le cinquième volet, nous essayons d'inventorier les champignons prédateurs et parasites de nématodes (*Meloidogynes* spp), présents dans le sol sur deux profondeurs de 10cm et 20 cm, en prélevant du sol frais à l'intérieur des serres ; cela nous permettra d'estimer la présence, la fréquence et le comportement des champignons nématophages (parasites et prédateurs) des nématodes dans le sol.

1-2- Choix des régions d'études et des cultures

Sur la base de l'importance des cultures maraichères et plus précisément les deux cultures tomate et concombre qui occupent une place très importante en Algérie, nous avons choisi deux régions de l'algérois ; la première région est celle de Staouali et la deuxième région est celle de Cherchell. Pour chaque région nous avons prospecté une exploitation agricole

➤ La région de Staouali-Alger (ITCMI)

La ville de Staouali est à 22km à l'ouest d'Alger d'une latitude de 36°54N, longitude de 2°53^E et latitude de 30m. (Google Map) C'est une région à vocation cultures maraichères avec un apport de fumier de ferme assez considérable vu que les cultures utilisées (concombres, les tomates, courgette, la pomme de terre ...) sont considérés comme cultures à haute valeur ajoutée, cette région se caractérise par un sol limon sableux et riche en matière organique aussi c'est un sol peu calcaire et peu chlorosant. C'est une région qui présente une grande infestation par les nématodes à galles du genre *Meloidogynes* sp (QUEZEL et SANTA, 1963).

ITCMI (institut des techniques des cultures maraichères et industrielles) est situé dans l'étage bioclimatique sub-humide et caractérisée par hiver doux, pluvieux et par un été chaud et sec. Les précipitations annuelles varient entre 600a 700mm. Durant la période humide, le vent dominant est du nord –ouest, alors que la période sèche et dominée par les vents d'est et parfois les vents ver le sud (fig n° 07).



**Figure n °06: Région d'étude de Staouali (wilaya d'Alger)
(Google Map).**

➤ La région de Cherchell-Tipaza

Le territoire de la commune de Cherchell est situé à l'Ouest de la willaya de Tipaza. Cherchell est une ville côtière de la mer méditerranée, située sur altitude 30 mètres du niveau de la mer, à 102km à l'Ouest d'Alger, à 20km à l'Ouest de Tipaza, 59 km au nord de Miliana et à 108km a lest de Ténès 5(Google Map) (fig n° 08).



**Figure n°07 : Région d'étude Cherchell (wilaya de Tipaza)
(Google Map).**

I-3- Matériel de travail

Pour notre travail nous avons utilisé les étapes suivantes :

I-3-1- Questionnaire

Le questionnaire utilisé est un prospectus qui nous permet d'avoir des informations sur le domaine visité portant le nom du domaine, le nombre de serres, le type de sol, les cultures précédentes et sur place, les variétés utilisées et les produits appliqués, (Tableaux n°10)(annexe).

I-3-2- Prélèvement du sol et estimation de l'indice de galles

Pour le prélèvement et l'estimation de l'indice de galles on procède à l'étape suivante :

I-3-2-1- Le choix de la période d'échantillonnage

Notre échantillonnage a été fait sur deux régions Staouali et Cherchell, pour la région de Staouali deux cultures ont été choisies (Tomate avec deux variétés : KAWA et SANABIL, Concombre avec une variété : BISANE F1), pour Cherchell une culture a été choisie (Tomate avec une seule variété : NADA).

Le prélèvement s'est effectué en fin de cycle végétatif, la période à laquelle les *Meloidogyne* présentent une forte infestation qui se traduit par des dégâts importants.

I-3-3- Méthode d'échantillonnage

Notre méthode de travail consiste à prélever aléatoirement des échantillons de sols à l'intérieur et l'extérieur des serres à deux profondeurs a10cm et 20cm à l'aide d'une tarière. Chaque prélèvement est la somme de trois à six prélèvements pesant chacun1kg. Les échantillons de sols sont ensuite mis dans des sacs en plastiques munis d'une étiquette indiquant la région, la profondeur et la culture et toutes les mentions utiles (Photos n° 01, 02 et 03). (fig n° 09).



Photo01 : Prélèvement du sol



Photo02 : Etat des serres (Tomate et Concombre)



Photo03 : Sols témoins et traités (Tomate et Concombre a 10 et a 20cm)
des deux régions (Staouali et Chercell)

**Figure n° 08: Les étapes d'échantillonnage des deux régions
(Staouali- Alger et Chercell-Tipaza)
(Originale).**

I-3-4- Estimation de l'indice de galle

Afin d'estimer le degré d'infestation des cultures sous serre, nous avons utilisé les seuils de nuisibilité établis par **B'chir, 1981** (Fig n°10). Nous avons ramené 20 plants pour chaque culture et variétés citées préalablement. (Staouali le 25/05/2022 et 13/06/2022 ; Cherchell le 20/06/2022.

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

x_i = indice de galle par plant.

n = nombre de plants échantillonnés par serre.

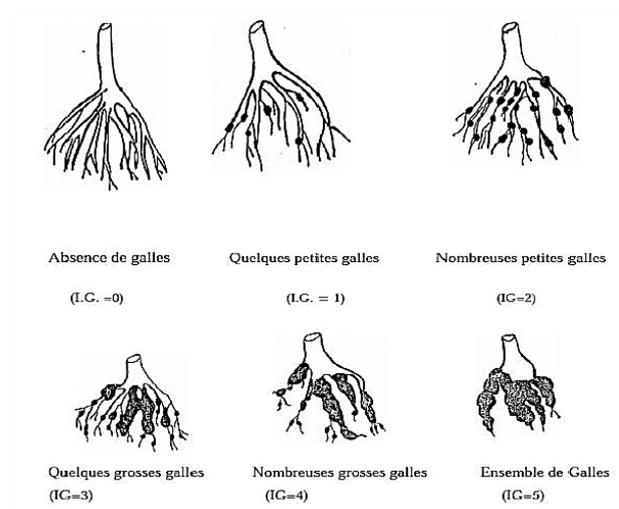


Figure n°09 : Notation des indices de galle (B'CHIR, 1983).

I-3-5- 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 (intestin ovaire et les œufs), puis coupées sur les extrémités latérales de façon à ce qu'elles soient de forme rectangulaire. (Fig. n° 11). La coupe ainsi obtenue est placée dans une goutte d'acide lactique pendant quelques minutes, puis déposée dans une goutte de glycérine sur une lame porte-objet qu'on couvre avec une lamelle couvre-objet. Ce montage est latté avec du vernis à ongle donnant un montage prêt à l'observation. Toutes les mentions sont portées sur la lame telle que

I-4- Les caractéristiques du sol

Plusieurs paramètres ont été étudiés

I-4-1- L'étude analytique du sol

Les analyses pédologiques du sol sont effectuées au niveau de laboratoire de pédologie a l'université de Saad Dahleb Blida -1- et BNEDER (BUREAU NATIONAL DETUDES POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL) (Annexe), les analyses étudiées sont : Analyse granulométrique, l'humidité du sol, pH du sol, matière organique, le calcaire total (CaCO₃) et la conductivité électrique.

I-4-2- Préparation du milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar)

La gélose dextrose à la pomme de terre est un milieu de culture microbiologique courant produit à base d'infusion de pomme de terre et de dextrose. C'est un milieu non sélectif qui favorise le développement des mycètes et des bactéries. La procédure qu'on a suivie pour récupérer ce PDA est comme suit :

- Lever et peser 200 g de pomme terre, puis couper les en petits morceaux.
- Faire bouillir dans 1L d'eau entre 15 à 20 minutes, jusqu'à ce qu'elles soient tendues.
- Filtrer pour obtenir son extrait.
- Ajouter le l'eau désiler à un volume total 250 ml.
- Peser 20 g de glucose et le mélange avec le bouillon.
- Peser 20 g d'Agar agar et le mélange aussi avec le bouillon.
- Mettre le milieu PDA sur l'agitation magnétique pendent 20 min pour qu'il soit homogène.
- Partage la solution obtenue en 4 flacons.
- Stériliser les flacons dans l'autoclave à 120 ° pendent 20 min à une pression inférieure à bar.



Photo 01



Photo 02



Photo 03



Photo 04



Photo05



Photo06



Photo07

Figure n°11 : les différentes étapes la preparation du milieu PDA (Originale).

(Photo 01: Agar-agar ; Photo02: Glucose; Photo03: Bouillon de pomme de terre;Photo 04 : Agitation;
Photo05 : Flacons; Photo06 : Autoclave; Photo07 : Stérilisation).

I-4-3- Préparation des boîtes de pétri et isolement des différentes espèces de champignons à partir du sol

- Dans un endroit stérile, devant un bec Bunsen ; faire le milieu dans les boîtes de pétri.
- Faire 4 répétitions pour chaque profondeur (10 cm et 20 cm).
- Après solidification de solide milieu, ensemercer le sol à la surface du milieu (1g pour chaque boîte) ; puis fermer les boîtes et les emballer avec un ruban adhésif.
- Etiqueter chaque boîte de répétition (numéro de répétition, profondeur, culture, date).
- Inverser les boîtes de pétri pour éviter le risque de contamination pour les gouttelettes d'eau accumulées sur couvercle.

I-4-3- Condition d'incubation

Une fois les boîtes de pétri sont prêtes, ces dernières sont mises dans l'étuve à 20°C qui est une température favorable au développement des champignons nématophages.

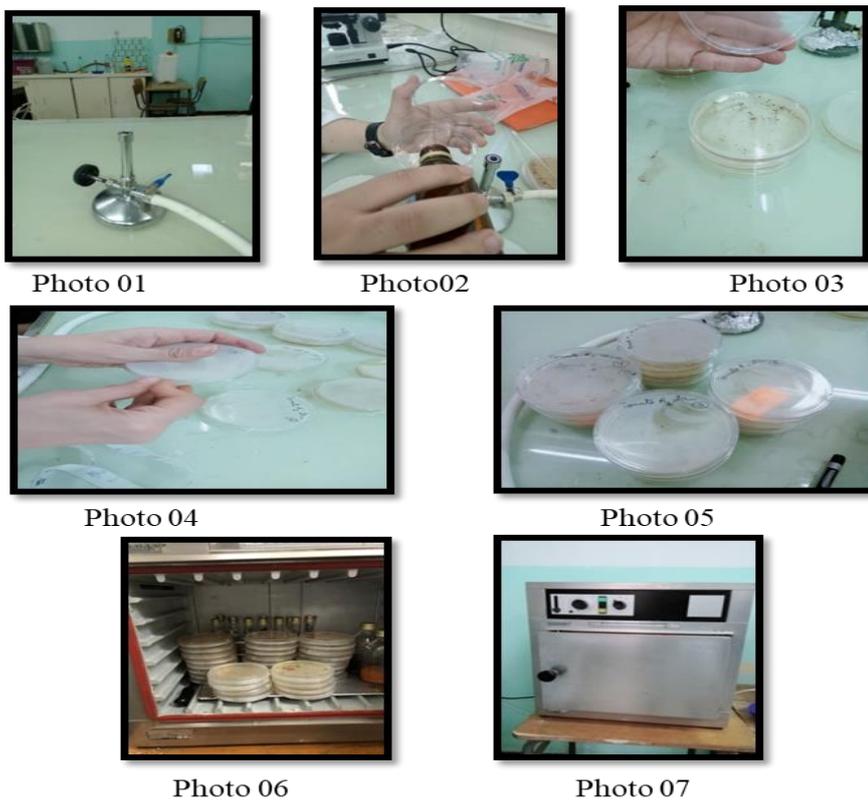


Figure n°12 : les différentes étapes d'ensemencement des champignons nématophages (originale).

(Photo 01 : Bec benzène ; Photo02 : Ecoulement des boites ; Photo 03 : ensemencement du sol ; Photo04 : Scellage de boite de pétri ; Photo05 : Nombre de répétition =4 para film ; Photo 06 : Etuve ;Photo07 :Incubation).

I-4-4- Détermination des champignons nématophages

Pour la détermination des champignons nématophages prédateurs et parasites, nous nous sommes référés aux clés de détermination faites par BARNETT.H. LET BARRY HANTER, 1972, BURT BUYCK, 1986, qui est basée sur :

- Les spores
- Les anneaux constructeurs et non constructeurs.
- Les conidiophores
- Les boutons adhésifs
- Les conidies
- Les mycéliums perforants
- Les chlamydospores.

Chapitre V :
Résultats et discussions

Chapitre V :Les résultats

V-1-Importance du questionnaire

Le questionnaire que nous avons préparé nous a permis d'avoir une idée générale sur la situation phytosanitaire des exploitations visitées. Nous avons constaté que les serres sont très anciennes dans la région de Staouali depuis 1976 et pour la région(Cherchell) elles sont récentes depuis 2017.

V-2-Estimation de l'indice de galle des variétés

L'indice de galle qui est une notation visuelle de l'état des racines. Pour cela nous avons noté (I.G) chaque plant (tableaux n°11, 12et 13 (annexe),). En effet les 20 plants arrachés de la tomate variété KAWA, SANABIL et NADA) dans la région de Staouali et Cherchell présente un indice de galle qui vari de. 0 à 5 (fig15 et 16).

De même les plants arrachés de la concombre variété (BISAN F1) dans la région de (Staoueli) présente un indice de galle qui varie de 0.à5.(fig.15).

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



Photo 01



Photo 02



Photo 03



photo 04



Photo 05



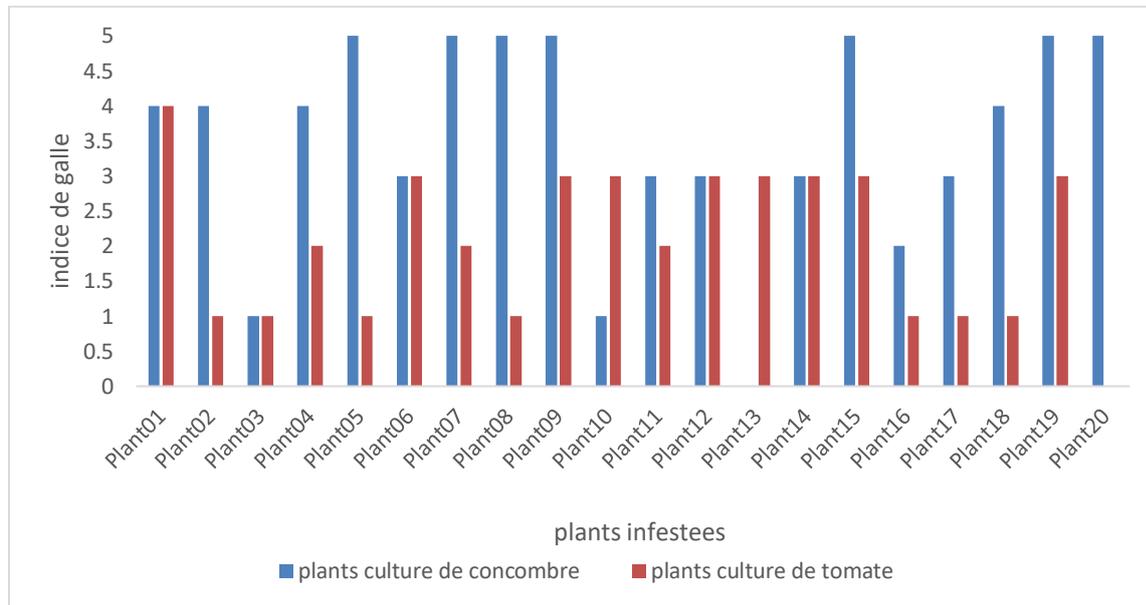
Photo 06

Figure n°13 : Les differents symptomes d'infestations des racines avec l'indice de galle (Originale).

(photo 01:IG=0,photo 02:IG=1,photo 03:IG=2,photo 04 :IG=3,photo 05 :IG=4,photo 06 :IG=5)

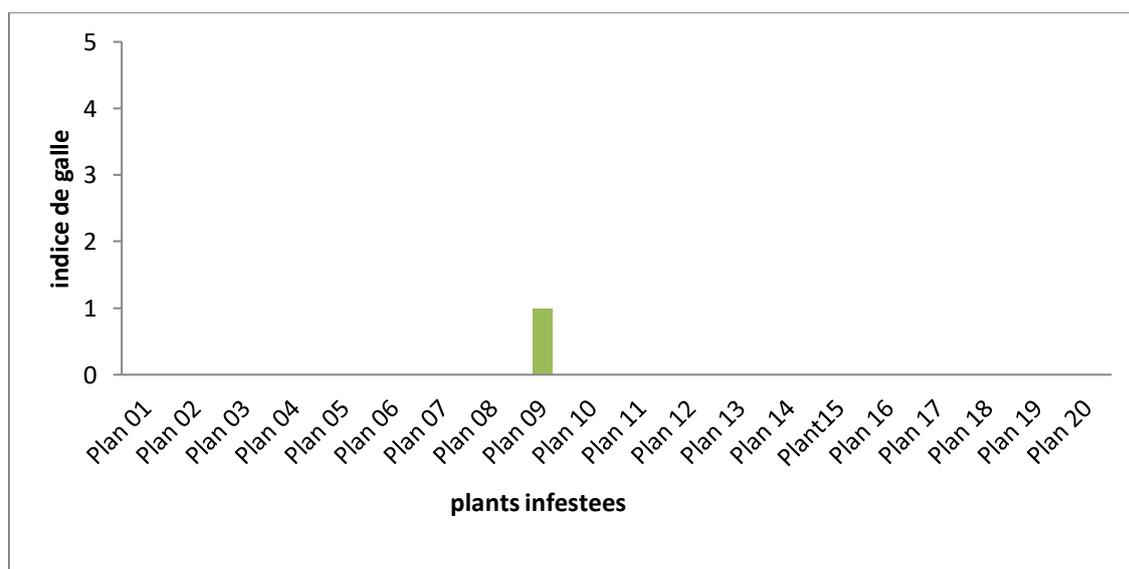
V-2-1-Lindice de galle

-Region de staouali



**Figure n°14 : indice de galle de chaque plant de la culture de concombre et tomate
(R1 : région de Staouali–Alger)**

D’après le graphe de la fig. n°15 : nous remarquons que les plants de la culture du concombre ont les indices de galles les plus élevés par rapport à la culture de tomate (région de Staouali).



**Figure n°15 : indice de galle de chaque plant de la culture de tomate
(Région de Cherchell –Tipaza).**

D'après la fig. n°16: nous avons noté qu'un seul plant infesté parmi les 20plants avec un indice très faible.

Selon les graphes de les Fig.n°15 et la fig n°16, nous avons remarqué que l'indice de galle le plus élevés est celui de la région Staoueli par rapport la région du Cherchell.

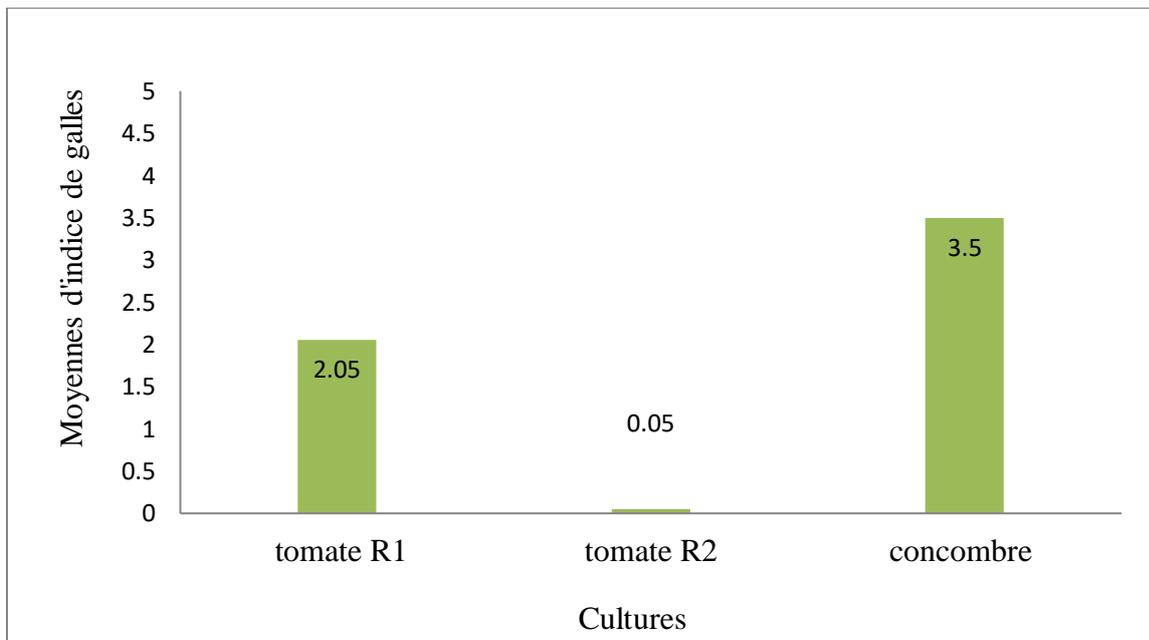


Figure n°16 : la comparaison entre les moyennes de l'indice de galles des cultures (tomate R1, tomate R2 , concombre R1) (R1 : Staouali –Alger , R2 : Cherchell-Tipaza).

D'après les graphes n°17 : l'indice moyen des différentes cultures de la région de Staouali est de 2.05 (tomate) et 3.5 (concombre).

Pour la région de Cherchell et d'après le graphe n°17.on note un indice de galle très faible. Moyenne qui égal à 0.05

V-3-Coupes des femelles

D'après les résultats obtenus figure n°.18, on remarque que les espèces dominantes dans les deux régions est celle de *Meloidigyne incognita*. (Kofoid & White, 1919 ; Chitwood, 1949),



Photo 01



Photo 02



Photo 03

Figure n°17 : Les coupes périnéales des femelles de *Meloidigyne*

(Photo 01 : femelles ; Photo 02 : empreinte périnéale (Originale) (Gr : 10*0.4) ;

Photo 03 : *M. incognita* (<http://plpnemweb.ucdavis.edu/nemaplex/taxadata>).

V-4-Caractérisation des sols étudiés

V-4-1- Résultats d'analyses pédologiques

➤ Résultats de la région de Staouali

Tableau n°08 : Résultats des analyses pédologiques de la région de Staouali

Sols Types d'analyses	Tomate	Concombre	Témoin
La texture de sol	Sableux –limoneux	Sableux –limoneux	Sableux –limoneux
Conductivité électrique(S-m-1)	0,29	0,15	0,16
Matière organique(%)	1,26	3,33	3,8
Calcaire total(%)	3,75	4	8
Calcaire actif(%)	/	3,02	1,53
pH	8,03	8,5	8,04
Humidité	11,63	19,5	9,4
Humidité résiduelle(%)	1,24	1,29	0,52

➤ Résultats de la région de Cherchell

Tableau n°09 : Résultats des analyses pédologiques de la région de Cherchell

Types d'analyses	Tomate	Témoin
Texture de sol	Limon argileux fin= une texture argileuse	Limon argileux fin=une texture argileuse
Conductivité électrique(S-m-1)	0,53	0,15
Matière organique(%)	2,53	2,9
Calcaire total(%)	8,25	5,13
Calcaire actif(%)	/	/
Ph	8,16	8,44

Humidité(%)	16.04	16.04
Humidité résiduelle(%)	4,58	5,1

D'après les tableaux n°.07 et 08, les sols sont limon argileux fin pour la région de Cherchell et Sableux –limoneux pour la région de Staouali., avec un pH alcalin pour les deux régions et une matière organique riche.

V-5-Détermination des espèces de champignons nématophages

V-5-1-Espèces des champignons nématophages prédateurs et parasites déterminés

D'après un suivi de 6 semaines avec les observations on a pu déterminer cinq (05) genres de champignons nématophages (prédateur et parasite) à partir de différentes clés d'identifications : *Arthrobotrys*, *Stylopaga*, *Dactylaria*, *Rhopalomyces* et *Aspargillus*. (fig.n.19).

V-5-2-Description des différentes espèces de champignons nématophages

- ***Stylopaga*** : c'est le genre de champignons prédateurs, qui possède des chlamydospores produites par des filaments qui montrent la séparation de la paroi en couche interne et externe, la forme des conidies est bicellulaire et allongée (Buyck, 1986).
- ***Arthrobotrys***: c'est un genre de champignons prédateurs, qui possède des chlamydospores produites par des filaments qui montrent la séparation de la paroi en couche interne et externe, la forme des conidies est bicellulaire et allongée (Buyck, 1986).
- ***Dactylaria*** : C'est un genre de champignons prédateurs, présente des conidiospores plus ou moins érigés, simples, courts, parfois peu différenciés du mycélium, des hyalines, des 2 à plusieurs ; des cylindriques ou des clavés, parfois plus longs et célibataires au sommet ; saprophytes ou parasites sur les nématodes (Buyck, 1986).
- ***Rhopalomyces***: ce genre de champignons parasites des œufs, de la famille des Helicocephalidaceae, présente les conidies bicellulaires et solitaires. Ce genre possède des columelles. La partie inférieure du propore montre la distribution des rhizoïdes (Barnett et Huntten, 1998). Quand ils germent les grandes spores produisent un système étendu (1 à 2mm de diamètre) (Philip, 2001).
- ***Aspargillus*** : ce genre de champignons s'observe souvent dans le sol ou en tant que saprophyte sur les résidus végétaux, il peut poser des problèmes en cultures maraichères

Généralement, lorsque la température est très élevée aussi lorsque la culture arrive à maturité (Syngenta, 2022)



Photo n° 01



Photo n°02

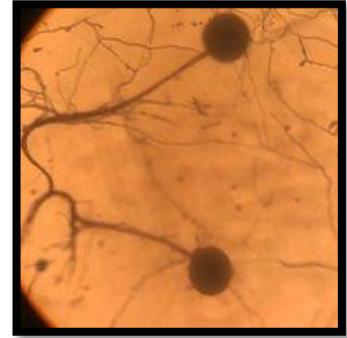


Photo n° 03



Photo n° 04



Photo n° 05



Photo n° 06

**Figure n°18 : Différents genres de champignons nématophages
(Originale)(Gr : 10 X 40).**

(Photo n° 01 :*Stylopage* ;Photo n°02 :*Dactylaria* ;Photo n°03 : *Aspergillus* ;Photo n°04: *Arthrobotrys* ; Photo n°05 : *Rhopalomyces* ; Photo n°06 : Nématode piégé).

V-5-3-Estimation des champignons nématophages

La fréquence d'occurrence des genres présents dans le sol étudié a été estimée par rapport à leurs présences dans les répétitions :

Présence dans une seule boîte =25%

Présence dans deux boîtes =50%

Présence dans trois boîtes=75%

Présence dans quatre boîtes =100%

- **Fréquences d'occurrence des champignons nématophages**

- ❖ **Région de Staouali**

- **Sol traité**

- **Culture de concombre**

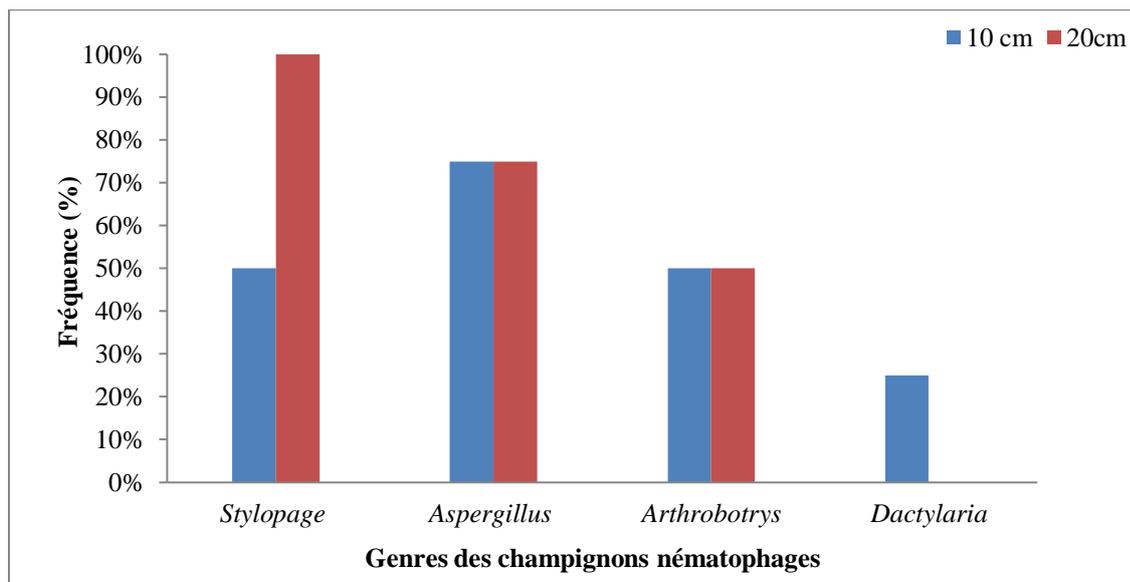


Figure n° 19 : Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20cm (région Staouali ; culture de concombre).

D'après la fig. n°20, à 10 cm de profondeur nous avons pu identifier 04 genres de champignons nématophages : *Aspergillus*, *Stylopage*, *Arthrobotrys* et *Dactylaria*, ces genres sont présents avec des fréquences de 75%, 50%, 50% et 25% respectivement, pour la profondeur de 20 cm nous avons pu identifier 03 genres de champignons nématophages : *Stylopage*, *Aspergillus* et *Arthrobotrys*, ces derniers présentent des fréquences de 100%, 75% et 50% respectivement.

▪ culture de la tomate

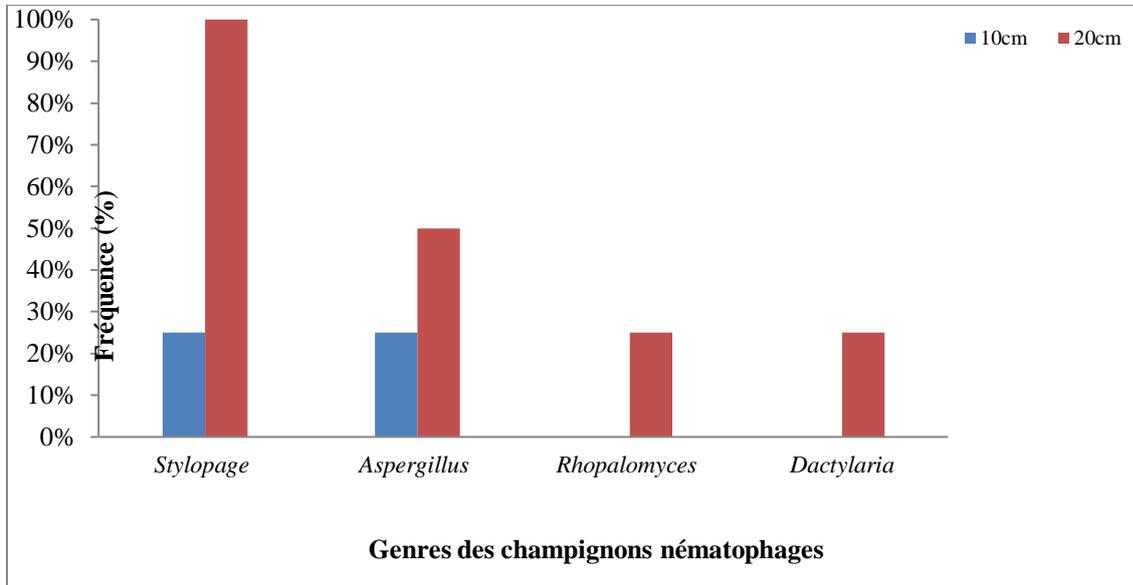


Figure n°20 : Fréquence d'occurrence des champignons nématophages entre les profondeurs 10 et 20 cm de sol (région de Staouali ; culture de la tomate).

D'après la fig. n° 21, nous avons identifiés 02 genres de champignons nématophages à la profondeur 10 cm : *Stylopaga* et *Aspergillus* avec une fréquence similaire de 25%, par contre à la profondeur de 20cm nous avons pu identifiés 04 genres de champignons nématophages : *Stylopaga* ,*Aspergillus* , *Rhopalomyces* et *Dactylaria* , aussi avec des fréquences de :100%,50%,25% et 25% respectivement.

➤ **Sol non traite (témoin)**

▪ **concombre et tomate**

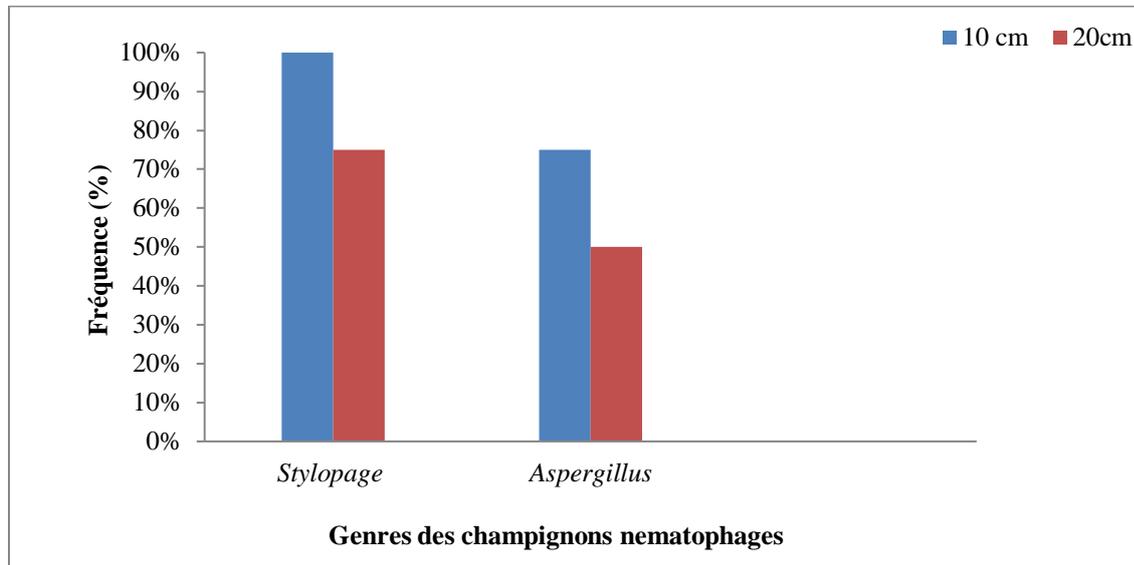


Figure n°21: Fréquence d'occurrence des champignons nematophages entre les profondeurs 10 et 20 cm du sol non traité (témoin) (région de staouali ; culture concombre et tomate).

D'après la fig n°22, nous avons identifiés 02 genres de champignons nématophages dans les deux profondeurs 10 et 20 cm ,ces genres sont représentés avec des fréquences de 100%, 75% pour *Stylopage* et 75%, 50% pour *Aspergillus* respectivement.

✓ **Fréquence d'occurrence comparative (sol traité et sol témoin)**

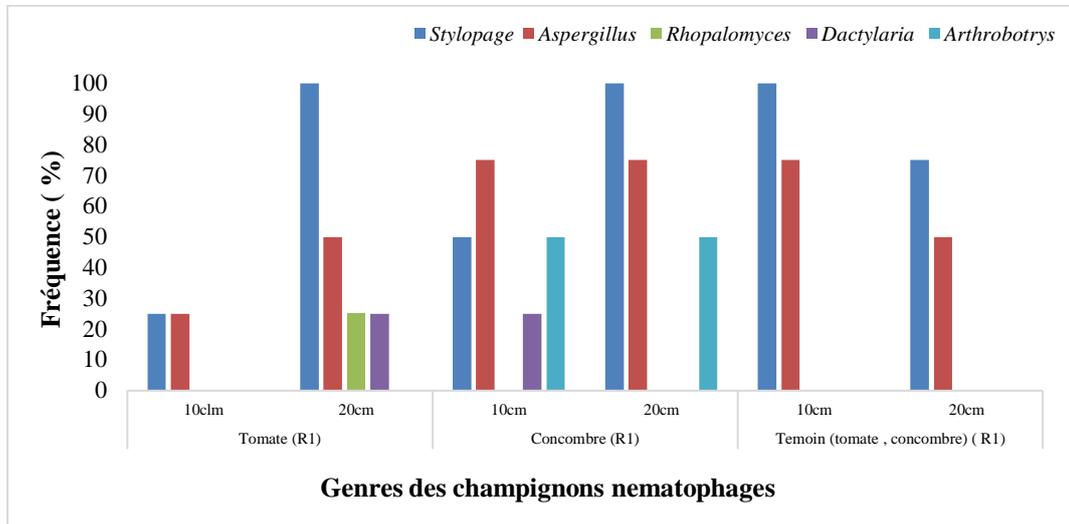


Figure n°22 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages entre sol traité et sol non traité (R1 : région de staouali).

D'après la fig. n°23, nous remarquons que la région de Staouali présente une diversification des genres de champignons nématophages en présence de culture et de traitement ou sans présence de culture et traitement (sol témoin).

❖ **Région de cherchell**

➤ **Sol traité**

▪ **Culture de tomate**

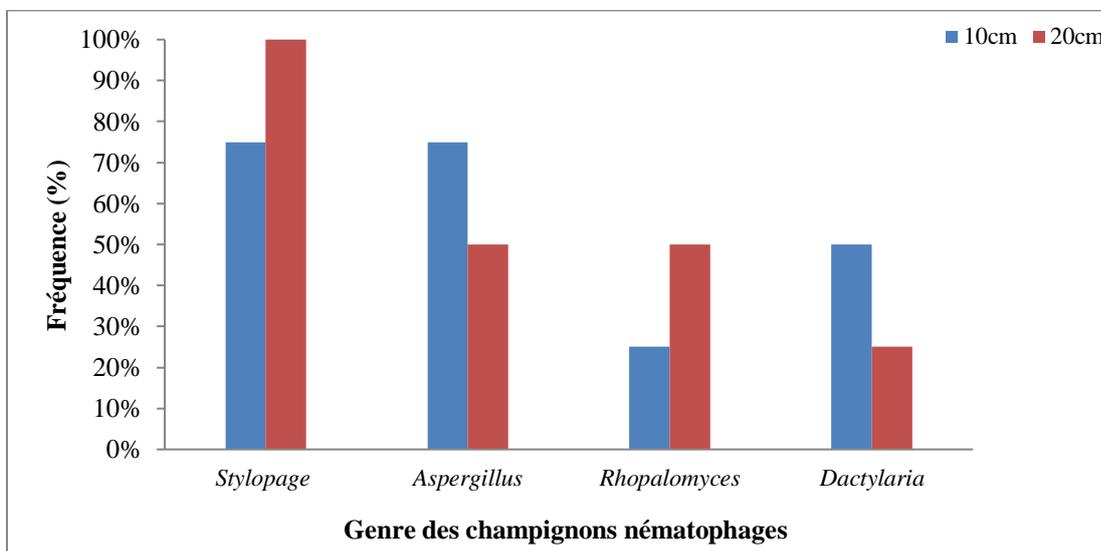


Figure n° 23:Fréquence d’occurrence des champignons nématophages profondeurs 10 et 20cm sol traité (région de cherchell ; culture tomate).

D’après la fig. n°24, nous avons identifiés 04 genres de champignons nématophages : *Stylopage Aspergillus, Rhopalomyces et Dactylaria*, dans les deux profondeurs mais avec des fréquences différentes, nous avons constaté que les genres *Aspergillus* et *Stylopage* ont la fréquence la plus élevée.

➤ **Sol non traité (témoin)**

▪ **Culture de tomate :**

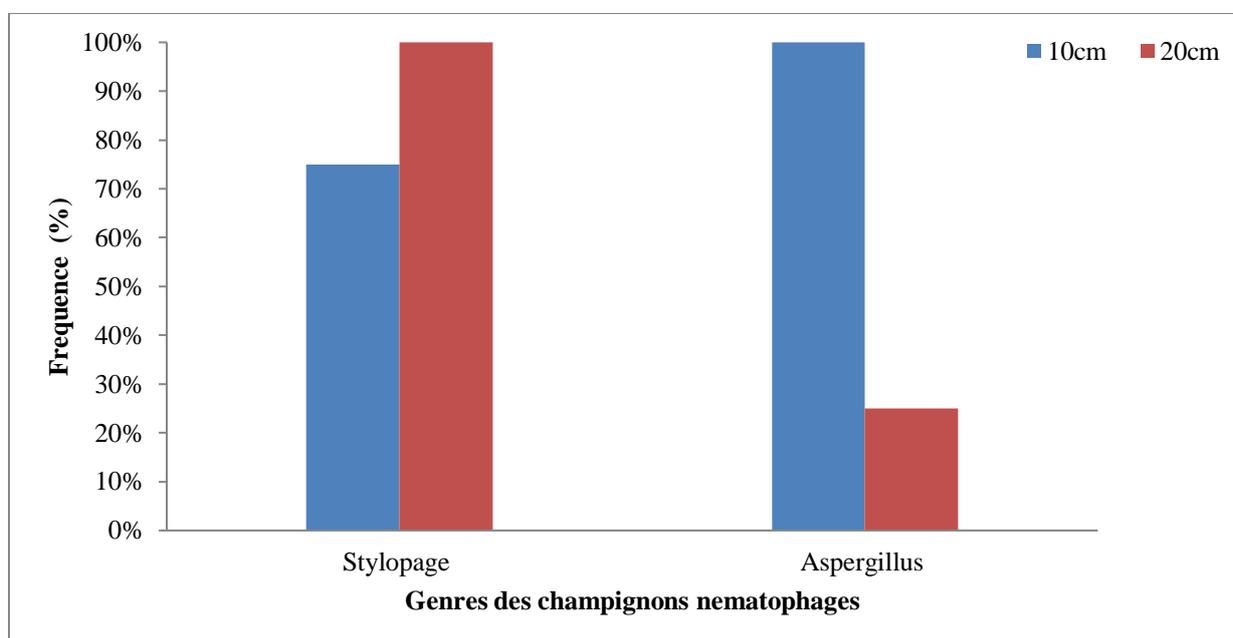


Figure n°24 :Fréquence d’occurrence des champignons nematophages profondeurs 10et 20cm du sol non traite (région de cherchell ; culture tomate).

D’apres la fig. n°25, nous avons identifies 02 genres de champignons nématophages dans les deux profondeurs 10 et 20 cm ,ces genres sont representes avec des frequences de 75%, 100% pour le genre de *Stylopages* et 100%, 25% pour le genre *Aspergillus* respectivement, nous constatons que les deux profondeurs présentent une différence quantitative et fréquentielle.

- ✓ **Fréquence d'occurrence comparative entre sol traité et sol non traité (témoin) culture de tomate :**

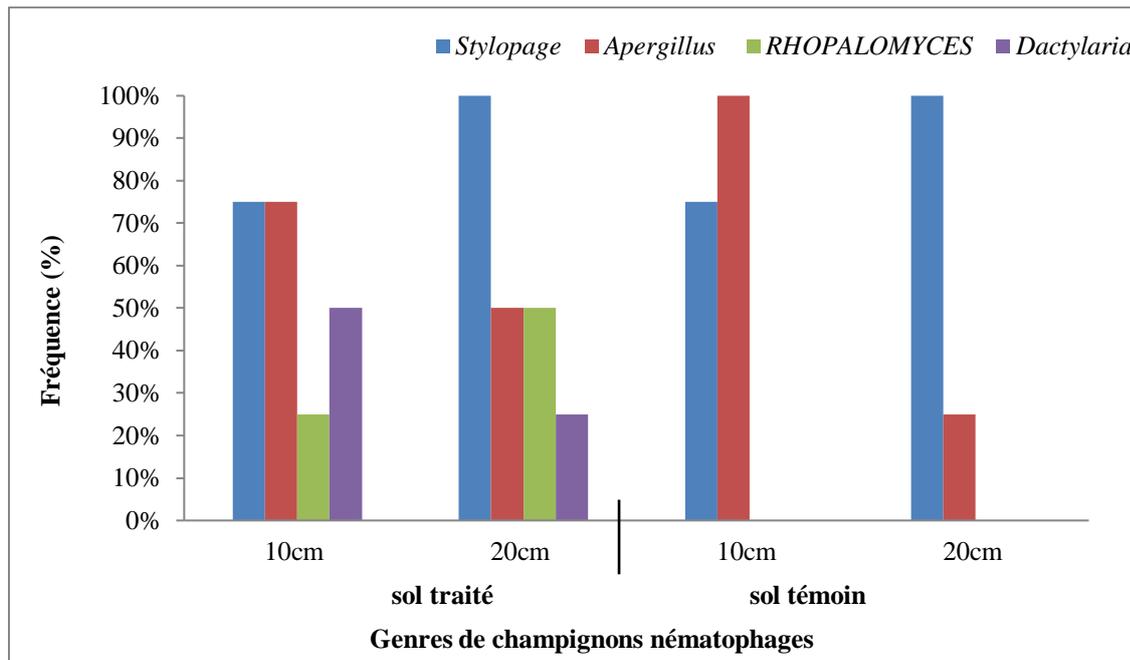


Figure n°25 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages sol traité et sol non traité profondeurs 10 et 20cm (région de cherchell ; culture tomate).

D'après la fig. n°26, nous constatons que la région de Cherchell est diversifiée en champignons nématophages dans les différentes profondeurs et différents sols (sol traité et sol témoin).

✓ **Fréquence d'occurrence comparatif entre les régions (Staouali –Alger et Cherchell-Tipaza) :**

➤ **Sol traité (tomate R1, concombre R1, tomate R2) :**

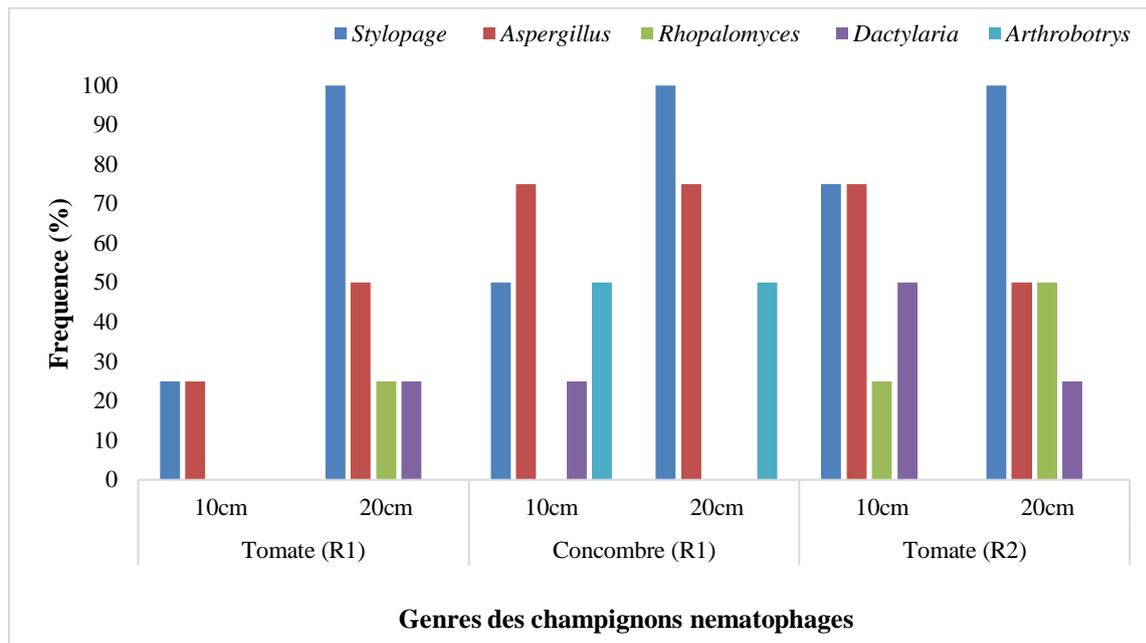


Figure n° 26 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages sol traité avec les profondeurs 10 et 20 cm (R1 : région de Staouali , R2 : région de Cherchell).

D'après la fig. n°27, nous observons que dans les deux régions (Staouali et Cherchell) en présence de cultures, une diversification très importante entre les cultures et les profondeurs, avec une dominance du genre *Stylopage*.

➤ Sol non traite (témoin)

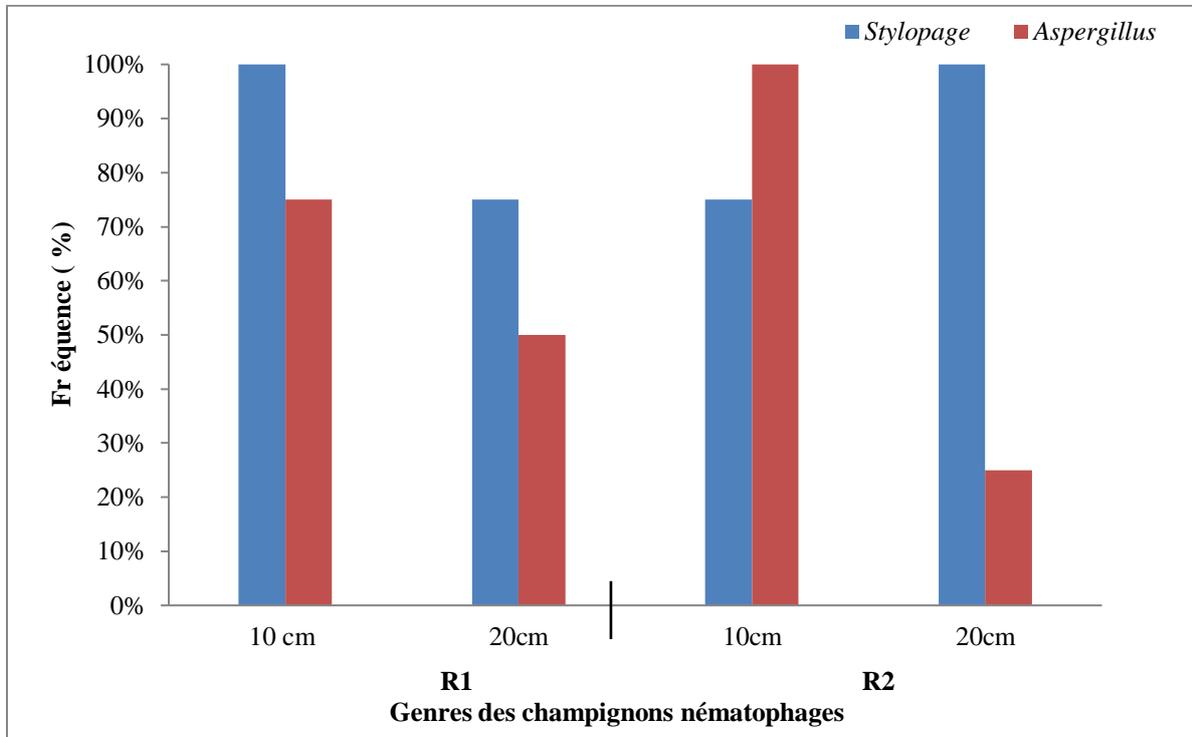


Figure n° 27 : Fréquence d'occurrence comparative des champignons nématophages Sols non traités des profondeurs 10 et 20 cm des deux régions (R1 : région de Staouali, R2 : région de Cherchell).

D'après la fig. n°28, nous remarquons que les deux régions (Staouali et Cherchell) présentent des champignons nématophages avec des différences fréquentielles entre régions et profondeurs avec une dominance du *Stylopage*.

Discussions

Discussions

D'après le questionnaire établi nous avons noté que dans les régions d'études Staoueli (Alger) et Cherchell (Tipaza) sont des régions à vocation maraichères, nous avons constaté que les serres sont très anciennes dans la région de Staouali depuis 1976 et pour la région Cherchell elles sont plus récentes depuis 2017, l'utilisation des produits phytosanitaires (Aquatation-pro, Bravo, Voliam-targo, Actara, Tracer et Amistar top) et des engrais se fait régulièrement et de manière anarchique, la pratique du goutte à goutte pour l'arrosage, l'ancienneté de la serre joue un rôle très important dans le développement des résistances des bio-agresseurs non seulement l'utilisation intensive des produits chimiques.

D'après **B"CHIR (1973)** Le choix d'un traitement dépend de son application et que les traitements nématicides sont onéreux et ne peuvent éliminer les nématodes du sol d'une manière définitive. En effet, la capacité de ces nématodes à migrer davantage dans le sol les rend difficile à atteindre et recolonisent les sols une fois que la molécule nématicide se soit dégradée.

D'après **DAVET, (1996)**, la fumigation détruit indistinctement les parasites et les microorganismes utiles. L'utilisation de pesticides dans les parcelles agricoles peut conduire à l'accumulation de molécules délétères dans les sols se traduisaient par une diminution significative de la densité des microorganismes du sol (**Ahmed et al., 1998**). Les effets néfastes des pesticides sur l'homme, l'environnement et la résistance des bio-agresseurs ont été démontrés (**ASSOGBA-KOMLAN et al., 2007**).

On a calculé la moyenne des indices de galle la plus élevée est celle de la région Staoueli par rapport la région du Cherchell, elle est de 2.05 pour la culture de tomate, 3.5 pour la culture de concombre pour Staouali et de 0.05 pour la culture de tomate pour la région de Cherchell, ce qui explique que les traitements n'ont pas donné l'effets souhaité seulement pour la région de Cherchell on note un indice très faible (0.05) cela pourrait s'expliquer le fait que les serres sont nouvellement installées (2017). Le concombre est très sensible aux nématodes à galles (*Meloidogyne*) qui réduisent considérablement la productivité de cette culture (**WEHNER et al., 1991**).

Concernant le bio-agresseurs qui domine les deux régions nous l'avons confirmé par les coupes périnéales de femelles *Meloidogyne* l'espèce dominante est celle de *Meloidogyne incognita*. **REDDY (1983)** signale que le *Meloidogyne* se trouve dans toutes les latitudes et longitude, mais les sols sableux sont les plus favorables à la croissance des nématodes. 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 (SELLAMI *et al.*, 1999 ; NEBIH HADJ-SADOK, 2008).

Les analyses pédologiques révèlent que les sols sont limon argileux fin pour la région de Cherrhell et sableux –limoneux pour la région de Staouali., avec un pH alcalin pour les deux régions et une matière organique riche. CHAUSSOD *et al.* (2007) mentionnent que le sol est un milieu complexe dont les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques dépendent de plusieurs facteurs tels que le type pédologique, le système de culture et les pratiques culturales qui agissent en interaction. Le sol riche en matière organique, qui permet à la réduction des nématodes dans le sol (Jones,1982), donc ça permet aussi le développement d'une grande diversité des microorganismes. Les amendements minéraux (NPK), la matière organique, l'acidité et la texture argileuse des substrats ont un impact non négligeable sur les organismes tulleries (AIT-HAMZA ,2016).

Nous avons pu déterminer cinq (05) genres de champignons nématophages (prédateur et parasite) à partir de différentes clés d'identifications : *Arthrobotrys*, *Stylopaga*, *Dactylaria*, *Rhopalomyces* et *Aspergillus*, dans les différentes régions d'études, les différentes profondeurs (10 cm et 20 cm), les différentes cultures (tomate et concombre) et différents sols (traité et témoin).

Pour la Région de Staouali concernant le sol traité, culture de concombre, à 10 cm de profondeur (*Aspergillus*, *Stylopaga*, *Arthrobotrys* et *Dactylaria*,) ces genres sont présents avec des fréquences de 75%, 50%, 50% et 25% respectivement, à 20 cm :*Stylopaga*, *Aspergillus* et *Arthrobotrys*, ces derniers présentent des fréquences de 100%,75% et 50% respectivement.

Pour la culture de la tamate ,à la profondeur 10 cm : *Stylopaga* et *Aspergillus* avec une fréquence similaire de 25%, par contre à la profondeur de 20cm: *Stylopaga* ,*Aspergillus* , *Rhopalomyces* et *Dactylaria* avec des fréquences de 100%, 50%, 25% et 25% respectivement, pour le témoin pour les deux cultures (concombre et tomate) et dans les deux profondeurs 10 et 20 cm , 100%, 75% pour *Stylopaga* et 75%, 50% pour *Aspergillus*.

Pour la région de cherrhell, sol traité culture de tomate dans les deux profondeurs nous avons *Stylopaga* *Aspergillus*, *Rhopalomyces* et *Dactylaria*, mais avec des fréquences différentes, on a constaté que les genres *Aspergillus* et *Stylopaga* ont la fréquence la plus élevée, pour le sol non traité (témoin),culture de tomate dans les deux profondeurs 10 et 20 cm les genres sont représentés avec des fréquences de 75%, 100% pour *Stylopages* et

100%, 25% pour *Aspergillus* respectivement, on constate que les deux profondeurs présentent une différence quantitative et fréquentielle.

D'après les différents essais, il est montré que les champignons *Rhopalomyces* et *Stylopaga* se développent rapidement dans un pH neutre, alors que sa croissance est stoppée en pH acide (5,7) dans ce dernier cas le champignon n'est pas arrêté, il émet une légère frange mycélienne incapable de s'étendre (CAYROL, 1983).

La microflore tellurique a souvent été mentionnée comme agent de lutte biologique à travers des relations trophiques (DONG et ZHANG, 2006). Les études montrent que la présence des champignons nématophages est naturelle (CAYROL et al., 1992 ; BOUGUERRA, 1993).

D'après SHERBER (1995), « ce sont probablement des raisons chimiques qui font que le champignon n'apparaît que là où les nématodes vivent ». Cependant, l'efficacité de capture est tributaire de plusieurs facteurs principalement les facteurs abiotiques tels que la température, le pH et la salinité et les facteurs biotiques notamment les antagonistes du sol (KALLEL et al., 2008). Les travaux de SINGH et al. (2007) ont montré que l'application au sol des hyphomycètes prédateurs *Arthrobotrys dactyloides* et *Dactylaria bronchopaga*, réduit le nombre de galles de *Meloidogyne* sur les racines de 86%, les femelles, les oeufs et les juvéniles de 94%, par rapport au sol non traités avec ces champignons. Ces champignons produisent des anneaux constricteurs qui piègent les juvéniles infectieuses des nématodes à galle.

Nous pouvons dire que les régions de Staouali et Cherchell présentent un certain nombre de champignons nématophages qui pourraient être utiles en lutte biologique.

Conclusion

CONCLUSION

A partir de l'étude de la diversité des champignons nématophages sur les cultures maraichères et de la prospection phytosanitaire qu'on a fait dans les régions d'étude (Staouali et Cherrhell) qui sont caractérisées respectivement par un sol sableux limoneux et argileux limoneux, un pH alcalin qui varie entre 8 et 8.5 et une richesse en matière organique, ces derniers restent des facteurs très favorables au développement des nématodes à galle.

Selon l'estimation visuelle des plants infestés par les nématodes à galle, on note que l'indice de galle moyen révèle que la région de Staouali est plus infestée que la région de Cherrhell. Les deux régions présentent les mêmes espèces de bio-agresseurs *M.incognita*, qui est une espèce très dangereuse pour les cultures maraichères.

Nous avons pu identifier 05 genres de champignons nématophages : *Stylopaga*, *Aspergillus*, *Rhopalomyces*, *Dactylaria* et *Arthrobotrys*, avec des différences fréquentielles dans les deux régions (Staouali et Cherrhell), profondeurs (10 cm et 20 cm), les types de sols (traité et témoin), les cultures (tomate et concombre), ce qui nous permet de dire que les régions d'étude restent potentiellement riches en espèces antagonistes des nématodes à galle à développer avec d'autres études plus approfondies.

Notons enfin que cette étude nous a permis de mettre en évidence et d'attirer l'attention sur l'opportunité de l'utilisation des champignons nématophages (prédateurs et parasites) en lutte biologique car cette dernière est un moyen susceptible de remplacer la lutte chimique. Il est indispensable de développer ces moyens de lutte car les nématicides chimiques représentent un danger pour l'environnement et même provoquent la résistance du nuisible.

Références bibliographiques

Référence :

1. **ABAD P., GOUZY J., AURY J.M., CASTAGNONE-SERENO P., DANCHIN E.G., DELEURY E., PERFUS-BARBEOCH L. et ANTHOUARD V. ,2008 -** Genome sequence of the metazoan plante-parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Nat. biotechnol.*26,:909-9015.
2. **AGRIOS G.N., 2005 -** *Plant pathology*. Ed. Elsevier Academic Press. 922 p.
3. **AHMED I., MAHMOOD Z., et MOHAMMAD F., 1998-** Intérêt de la biodiversité microbienne pour la biodégradation de xénobiotiques agricoles. Screening of some Indian medicinal plants for their antimicrobial properties. *J. Ethnopharmacol*, 62, :183-193.
4. **AÏT-HAMZA M., 2016 -** *Communautés de nématodes phytoparasites et de champignons nématophages en pépinières oléicoles au Maroc : caractérisation et gestion microbiologique*. Thèse de Doctorat en BDI - Biologie des Interactions. Anatomic. Taxonomic. Ecology. Ed. Acad.Press.vol.1. London. pp. 236 – 253.
5. **ANONYME, (S.D) -** « *Production mondiale de concombre par pays* », atlasbig.com, <https://www.atlasbig.com/fr-fr/pays-par-production-de-concombre> (Consulté le 09 /07/2022).
6. **ANONYME, 2018 -** « *Culture maraîchère : une production nationale de plus de 130 millions de quintaux en 2017* ». Disponible sur : <https://www.aps.dz/economie/75536-culture-maraichere-une-production-nationale-de-plus-de-130-millions-de-quintaux-en-2017> (Consulté le 06/09/2022).
7. **ANONYME, 2018 -** « *La culture biologique de concombre et les techniques de production* », *bioenligne.com*,28/12,<https://www.bioenligne.com/jardinbiologique/177-concombre.html> (Consulté le 06/07/2022).
8. **ANONYME, 2021 -** « *Les maladies du concombre* », *jardinier-autrement .fr*, <https://www.jardinier-autrement.fr/les-maladies-du-concombre/> (Consulté le 09/07/2022).
9. **ASSOGBA-KOMLAN F., YAROU B.B., MENSAH A. et SIMON S., 2007-** Pratiques culturales et teneur en éléments anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Bénin. *Afr. J. Food Agric. Nutr. Dev.*, 7(4), :1-21.
10. **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. Nématol.*, Vol. 48, n° 2, pp. 421-432.

11. **BACHELIER G.,1978** - *La faune des sols, son écologie et son action*. O.S.T.O.M., n°38, Paris ,335p.
12. **BADAoui A., BALI M. A., BARTHET M., et VAN HOOFT J., 2018** - Endoscopic management of acute necrotizing pancreatitis: European Society of gastro intestinal endoscopy (ESGE) evidence-based multidisciplinary guidelines. *Endoscopy*, 50, (05): 524-546.
13. **BARRON G.L., 1977** - *The nematodes destroying fungi. Topics in Mycology*. Canadian. Biol. Publ., Guelph, n° 1, 140 p.
14. **BENHAMOU F., 1990**. Les films plastiques pour la couverture des abris serres et le paillage du sol en Algérie. 2eme séminaire internationale de la plasticulture, Alger, pp.1-9.
15. **BARNETT H. L. et HUNTER B. B., 1998** - Illustrated genera of imperfect fungi Ed. n°4. American Phytopathological Society APS Press.
16. **BRAJEUL E., JAVOY M., PELLETIER B. et LETARD M., 2001**- Le concombre. Monographie CTIFL. 349 pages. Disponible sur : https://www.agrireseau.net/legumesdeserre/documents/CP1_sem13_mars05.pdf (Consulté le 06/09/2022).
17. **CAROLINE D., HELINE C., ALAIN V., 2009**- Gestion des nématodes a galles : lutte conventionnelle et luttés alternatives. L'atout des plantes pièges, *phytoma*, INRA, p3.
18. **CAYROL J. C., 1971**-*Rôle des nématodes dans l'équilibre biologique des sols. Influence des traitements nématicides. In les nématodes des cultures*. Ed. ACTA, Paris, p.p. 67-142
19. **CAYROL J.C., 1980** - *Les nouvelles perspectives de lutte contre les nématodes*. Ed. A.C.T.A., Paris, pp.23-24.
20. **CAYROL J. C., 1981**-*Nouvel agent nématophage et procédé pour maîtriser la croissance des nématodes du genre Meloidogyne*. Brevet EP0006382 B1.
21. **CHIBANE C. et MIELCAREK E.,1999** - Field trial results of a band hopping OFDM system. In *Gateway to 21st Century Communications Village. VTC 1999-Fall. IEEE VTS 50th vehicular technology conference (Cat. No. 99CH36324)* (Vol. 1, pp. 310-314). IEEE.
22. **CHITWOOD B. G., 1949** - Root-knot nematodes. Part 1. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington 1949*. Vol.16 No.2 pp.90.

23. **COYNE D.L., NICOL J.M. et CLAUDIUS-COLE B., 2010** - *Les nématodes des plantes* : Un guide pratique des techniques de terrain et de laboratoire, 3 p.
24. **DAVET P., 1996** – *Vie microbienne et production végétale*. INRA Editions, Paris, 383p.
25. **DE GUIRAN, G., 1971**- *Le problème Meloidogyne et autres nématodes sur cultures vivrières, Tabac, Caféier, Riz*. Ed. ACTA. Paris, France. pp. 447-474.
26. **DE GUIRAN G., 1983**. Nématodes, les ennemis invisibles. Les nématodes parasites des cultures en pays tempèrent. Ed. La littorale, S. A. Beziers, 40 p.
27. **DE GUIRAN, G., 1983**- *Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés*. Ed. Littoral S.A., Béziers, France, p.41.
28. **DOMMERGUE S.Y. et MANGENOT F., 1970** - *Ecologie microbienne du sol*. Ed. Masson et cie, Paris, 796p.
29. **DORE C. et VAROQUAUX F., 2006** : *La production légumière. Ed. Lavoisier. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*. Editions Quae., Paris, pp 578-592.
30. **ECHEVERRIA M.M. et CHAVES E.J., 1998** - Identification of *Meloidogyne nassi* Franklin. *Rev. Nematol.* 44, :219-220.
31. **EISENBACK J. D. et TRIANTAPHYLLOU H.H., 1991** - *Root-knot Nematodes: Meloidogyne species and races*. In: *Manual of Agricultural Nematology*, W. R. Nickle. Ed. Marcel Dekker, New York, pp. 281- 286.
32. **EL-KEBIRI M., 1993**. Contribution à l'étude de l'état d'infestation des cultures maraîchères sous serres par les Meloidogyne dans quelques régions littoral Algérois. Etude de la répartition géographique des Meloidogyne spp, Mémoire d'ingénieur, Faculté Agro-vétérinaire, Université de Blida, 53p.
33. **ELMHIRST, T., et GOLUBITSKY, M., 2006** - Nilpotent Hopf bifurcations in coupled cellsystems. *SIAM Journal on applied dynamical systems*, 5(2): 205-251.
34. **ERIC C. LEGBA, LYS A. AGLINGLO, JACOB S. HOUETO, PERIN J. TOHAN, RACHIDI A. FRANCISCO, NICODEME V. FASSINOUHOTEGNI, ENOCH G. ACHIGAN-DAKO, 2018**. « *FICHE TECHNIQUE SYNTHETIQUE POUR LA PRODUCTION DU CONCOMBRE (cucumis sativusL.)* », Disponible sur : « file:///C:/Users/lenovo/Downloads/fichetechniquesynthetiquepourlaproductionduconcombrecucumisativusl...Pdf » (Consulté le 19 /03/2022).
35. **F.A.O, 2009** - « *Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture* ». Disponible sur : « <http://www.fao.org/3/i0680f/i0680f.pdf> » (Consulté le 06/09/2022).

36. **F.A.O., 1988.** « *Culture protégées en climat méditerranéen* ». Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. 317 p.
37. **FOURY, C., 1994** - *Productions légumières : Généralités. 2. Légumes feuilles, tiges, fleurs, racines, bulbes. 3. Légumineuses potagères, légumes fruits.* Technique et Documentation.
38. **GOWEN S. R et TZORTZAKAKIS E. A., 1994** - Biological control of *Meloidogyne* spp,
39. **GRISSA O., 2010-** « *La culture biologique de concombre et les techniques de production* ». Disponible sur : « <https://www.bio-enligne.com/jardin-biologique/177-concombre.html#hautpage> » (Consulté le 06 /09/2022).
40. **GRISSA O., YESSOUFOU A., MRISAK I., HICHAMI A., AMOUSSOU-GUENOU D. GRISSA A. et KHAN N. A., 2010-** Growth factor concentrations and their placenta expression are modulated in gestational diabetes mellitus: possible interactions with macrosomia. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 10(1): 1-10.
41. **GUIGNARD J. H., JACQUET A. Y. et LUBART, T. I., 2012** - Perfectionism and anxiety: paradox in intellectual giftedness?
42. **HYDE K.D. SWE A. et ZHANG K.Q., 2014** - *Nematode-trapping fungi, p 1–12.* In Zhang KQ, Hyde KD Ed. *Nematode-Trapping Fungi.* Springer, Dordrecht, The Netherlands.
43. **INGHAM R., 1990** - Biology and control of root-knot nematodes of potato. Research report. *Proceedings of the Oregon Potato Conference and Trade Show*, pp. 109-120.
44. **JEPSON S.B., 1987-** *Identification of root-knot nematodes (Meloidogyne species).* Ed.CAB International, Wallingford, 265 p.
45. **JONES F.G.W.,1982** - *The sol plant environment in plant nematology.* Ed Southey, London ,142p.
46. **JONSSON H.B. et LOPEZ-llorca L. V., 2001** - *Biology of nemato-phagousfungi In: Mycology: Trichomycetes other fungal groups and mushrooms.* Ed. Misra J.K and Horn B.W., Science Publishers: 145-173.
47. **LAMBERT, J. 2006** - Le Journal de Jean Lambert (Extraits, suite). *Bulletin des Amis d'André Gide*, 34(150) :315-354.
48. **NAIKA, S. 2005** - *Cultivation of tomato: Production, processing and marketing.* Agromisa/CTA.

- 49. NAIKA S., VAN LIDT DE JEUDE J., DEGOFFAU M., HILMI M., VAN DAM B., 2005** - La culture de la tomate production, Transformation et commercialisation. Ed. *Agrodok*. n°17: 1-10.
- 50. NORDBRING-HERTZ B. et STOLHAMMAR-CARLEMALM M., 1978** - Capture of nematode by *Arthrobotrys oligospora*, an electron microscope study. *Can. J. Bot.*, 56: 1297-1307.
- 51. NORDBRING-HERTZ B., JANSSON H.B. et TUNLID A., 2006** - *Nematophagous Fungi*. *ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES*. Ed. John Wiley & Sons.12p.
- 52. A-PELOILLE M., 1981** - *Etude des Hyphomycètes prédateurs de Nématodes rencontrés sur une prairie du Limousin : Morphologie Physiologie - Fréquence et distribution*. Thèse de l'Université de Rennes, 106 p.
- 53. B-PELOILLE M., 1981** - Les Hyphomycetes prédateurs de Nématodes : phénomène de prédation ; écologie ; utilisation en lutte biologique. *Agronomie*, 1 (4): 331-337.
- 54. PROT J.C., 1975-** Recherches concernant le déplacement des juvéniles de *Meloidogyne* spp. vers les racines. *Cah. ORSTOM, Sér. Biol.* 10: 251-262.
- 55. PROT J. G. et MATIAS D. M., 1995-** Effects of water regime on the distribution of *Meloidogyne graminicola* and the other root-parasitic nematodes in a rice field toposequence and pathogenicity of *M. Graminicola* on rice cultivar UPL R15. *Rev. Nematol.* 41, pp. 219- 228.
- 56. REDDY P., 1983** - *Plant nematology*. Ed. Agri. Publ. Acad. India, p. 287.
- 57. REGNAULT-ROGER C., FABRE G. et PHILOGENE B., 2005-** *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement*. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, 1013 p.
- 58. REY Y. et COSTES C., 1965** - *La physiologie de concombre, étude bibliographique*. INRA.111p.
- 59. ROULAN., 1974** - *Cultures Maraîchères Cucurbitacées*. Ed Boulevard SAINT-GERMAIN. Paris. 129 p
- 60. ROUMANES, J. B. 1993** - Le paradigme esthétique. *Horizons philosophiques*, 4(1) :53-76.
- 61. DOIJODE, SD:** "Cucumber: *Cucumis sativus* L." in *Seed storage of horticultural crops* (2001), p. 281.
- 62. SAOU A., SNOUSSI S.A. et CHAOUIA C., 2017** - *Effet De La Fertigation Sur Le Rendement Et Sur La Qualité Des Fruits Du Concombre Cucumis sativus Variété Super Marketer Cultivé Sous Serre*. *Revue Agrobiologia*. 7 (1): 233-241.

- 63. SCOTTO LA MASSESE, J.C., 1986.** Influence des caractéristiques bioécologiques des milieux sur la distribution des nématodes telluriques. *Bull. Rech. Agro. Gembloux*, N°2: 1255-272.
- 64. SHARONI Y., 2006** - Lycopene inhibition of IGF-induced cancer cell grow depends on the level of cyclin D1. *European journal of nutrition*, 45(5): 275-282.
- 65. SIDDIQUI M.R., 2005** - *Tylenchida: parasites of plants and insects*. 2^{ème} Ed. CABI. 833 pp.
- 66. SIDDIQI, Z.A. et MAHMMOD I., 1996** - Biological control of *Heterodera cajani* and *Fusarium udum* on pigeonpe by *Glomus mossae*, *Trichoderma harzianum* and *Verticillium chlamydosporium*. *Journal of Plant Sciences*. 44: 49-56.
- 67. SIDDIQUI I.A., SHAUKAT S.S. et HAMID M., 2002** - Role of Zinc in Rhizobacteria mediated suppression of root infecting fungi and root-knot nematode. *Journal of Phytopathology*, 150 (10): 569-575.
- 68. SIOUANE Z., 2018** - « Culture maraîchère en 2017 : L'Algérie a produit plus de 130 millions de quintaux ». Disponible : « <https://www.algerie360.com/culture-maraichere-en-2017-lalgerie-a-produit-plus-de-130-millions-de-quintaux/> » (Consulté le 06/09/2022).
- 69. SNOUSSI M., TRABELSI N., KSOURI R. et BAKHROUF A., 2010** - Chemical composition and biological activities of Tunisian *Cuminum cyminum* L. essential oil: A high effectiveness against *Vibrio* spp. Strains. *Food and Chemical Toxicology*. 48: 2186–2192.
- 70. STRILING G. R., 1991-** *Biological Control of Nematodes: progressproblems and prospects*. Ed. CAB International, Wallingford Oxon, p. 282.
- 71. STRLING G. R et WATCHEL M.F.,1985** - Root-Knot nematode (*Meloidogyne hapla*) on potato in South Australia. *Jour. Aust. Exp. Agri.*, Vol., 25, pp. 455-457.
- 72. SUMENKOVA, N.I., 1988** -Nematodes of plants and soils: Neotylenchoidea. Brill. 280 pp.
- 73. TALAVERA M., MAGUNACELAYA J.C. et 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. Nematol.*, Vol .1, N°3, pp. 261-266.
- 74. TAYLOR A.L. et SASSER J N., 1968** - Biology, Identification and control of root knot nematodes (*Meloidogyne* species), North Caroline State University graphic, p.111.

- 75. TAYLOR A.L. et SASSER J N., 1978** - Biology, Identification and control of root knot nematodes (*Meloidogyne* species), North Carolina State University graphic, 111 p.
- 76. THORNE G.,1961-** *Principle of Nematology*. McGraw-Hill Book Company, Inc.USA,553p
- 77. VALLOTON R.,1983-**La lutte biologique contre les nématodes parasites. *Rev. Agri.*15(6) : 263-267.
- 78. VAN GUNDY, S. D., BIRD, A. F. Et WALLACE, H. R., 1967-** Aging and starvation in larvae of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchus semipenetrans*. *Phytopatholgy*, 57, pp.559-571.
- 79. WALLACE H.R., 1966-** Factors influencing the infectivity of plant-parasitic nematodes. *Proceedings of the Royal Society of Botany London*. 164:592-614
- 80. WEHNER T.C., WALTERS S. A et BARKER K.R.,1991-** Résistance aux nématodes à galles dans le concombre et le concombre à cornes. *J. Nématol.*, 23(4S) :611-614.
- 81. 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** - Insights into Adaptations to a Near-Obligate Nematode Endoparasitic Lifestyle from the Finished Genome of *Drechmeria coniospora*. *Scientific Reports*,6 : 1-15.
- 82. ZHANG Y, LI G, ZHANG K., 2011** - Revue de la recherche sur les espèces fongiques nématophages. *Mycosystema*, 30 : 836–84.

Annexe

Annexe 01 : Questionnaire :

Région :

Domaine :

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

Nombre de serre

nature de sol :

Culture précédente :

Culture en place :

la variété :

Date de semis :

Date de plantation :

Densité de plantation :

Nombre de plants / ligne :

Nombre de plans total :

Méthode culturel utilisé :

Ancienneté de la serre :

Matériel utilisé :

Type d'irrigation :

La fertilisation :

Autres produits :

Annexe 02

Tableau :Calendrier des traitements utilise dans les deux serres de la région de staouali (ITCMI) :

Type de traitement	Date d'application	Produit	Dose	Maladies	Culture/ ravageurs/adventice	Serres
	29/12/2021	Aachigazal	40ml/24l	traitement de sol	concombre	serre 11
	29/12/2021	Aachigazal	80ml/40l	traitement de sol	concombre	serre 11
insecticide	05/01/2022	Actara	105g/200l	aleurode +puceron	concombre	serre 11
fongicide	05/01/2022	Aquation-Pro105g/30l	105g/200l	mildiou	concombre	serre 11
insecticide	19/01/2022	Tracer	20ml/50l noctuelles-mineuse		concombre, tomate	serre:11-09
insecticide	01/02/2022	Tracer	80ml/120l	tuta-trips	tomate	serre 09
fongicide	!!!	Bravo	300ml/150l	mildiou	tomate	serre 09
insecticide	08/02/2022	Karate	40ml/150l	mineuse	tomate	serre 09
insecticide	17/02/2022	Tracer	60ml/100l	tutta,	tomate	serre 09
herbicide	17/02/2022	Mandov	167g/100l	mauvaise herbe	tomate	serre 09
herbicide	17/02/2022	Mandov	66g/400l	mauvaise herbe	tomate	serre 09
insecticide	02/03/2022	Amistar Top	500ml/400l	mineuse	tomate	serre 09
fongicide	02/03/2022	Voliam-targo	150ml/400l	mildiou	tomate	serre 09

Annexe 03 :

Tableau: Indice de galle du concombre staouali :

Les plants	IG
Plant01	04
Plant02	04
Plant03	01
Plant04	04
Plant05	05
Plant06	03
Plant07	05
Plant08	05
Plant09	05
Plant10	01
Plant11	03
Plant12	03
Plant13	0
Plant14	03
Plant15	05
Plant16	02
Plant17	03
Plant18	04
Plant19	05
Plant20	05

Annexe04 :

Tableau : Indice de galle de la culture de la tomate de staouali

Les plants	IG
Plant 01	4
Plant 02	1
Plant 03	1
Plant 04	2
Plant 05	1
Plant 06	3
Plant 07	2
Plant 08	1
Plant 09	3
Plant 10	3
Plant 11	2
Plant 12	3
Plant 13	3
Plant 14	3
Plant 15	3
Plant 16	1
Plant 17	1
Plant 18	1
Plant 19	3
Plant 20	0

Annexe 05 :

Tableau : Indice de galle de la tomate de la région de Cherchell – Tipaza

les plants	IG
plant1	0
plant2	0
plant3	0
plant4	0
plant5	0
plant6	0
plant7	0
plant8	0
plant9	1
plant10	0
plant11	0
plant12	0
plant13	0
plant14	0
plant15	0
plant16	0
plant17	0
plant18	0
plant19	0
plant20	0

Matériaux utilisés (sur terrain, au laboratoire)

Sur terrain : Echantillonnage

Nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une binette
- Des sachets en plastique
- Des étiquettes
- Marqueurs
- Règle graduée
- Sécateur

Au laboratoire

▪ Pour ensemencement des champignons

- Balance
- Becher
- Cuillère
- Agitateur magnétique
- Barreau magnétique
- Boite de pétri
- La para film
- Autoclave
- Etuve
- Flacons en verre
- Clés d'identification

▪ Pour les observations et les coupes

- Microscope optique
 - Loupe binoculaire
 - Des bistouris
 - Des racines
 - Les lames et lamelles
 - Des épingles
- **Pour les analyses pédologiques**
- Erlenmeyer
 - Burette
 - Plaque chauffante
 - Verre à montre
 - Balance
 - Becher
 - Flacons
 - Seringue
 - Etuve
 - Eprouvette
 - Tamis de 2 mm
 - Mortier
 - Sol
 - Des capsules
 - Des bocaux

Produits utilisés

- ❖ Analyses pédologiques :
- sol
 - Sel de Mohr
 - Diphénylamine
 - Bichromate de potassium
 - Fluorure de sodium (NAF)
 - Eau distillé
 - Acide sulfurique

❖ **Ensemencement**

- Sol
- Agar-agar
- Glucose
- Bouillon de pomme terre
- Eau distillé
- Alcool (éthanol 70%).

Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique est une étude qui permet de caractériser la distribution de taille des particules et reflète la répartition quantitative d'un élément solide, et d'identifier les différentes familles granulométriques (sable, limon, argile), et il renseigne sur la texture du matériau. Certaines caractéristiques d'un sédiment qui peuvent avoir une influence sur la spéciation des polluants sont dépendantes de la taille des grains qui le compose (réactivité, surface spécifique...) (kribi, 2005)

Définition de la texture du sol (FAO).

La texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées : sable, limon ou argile. De la texture dépendent la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient, et la vitesse laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol. Pour établir la texture d'un échantillon de sol, commencez par séparer la terre fine (toutes les particules inférieures à 2 mm) des particules plus grosses telles que graviers et pierres. La terre fine est un mélange de sable, de limon et d'argile. (FAO).

Teste de bocal :(FAO)

Les étapes :

- Mettez 5 cm de sol dans une bouteille que vous remplissez d'eau(A) .
- Remuez bien le mélange d'eau et de sol, puis laissez reposer pendant une heure. Au bout d'une heure, l'eau se sera clarifiée et vous verrez que les particules les plus grosses se seront déposées(B) .
- Au fond de la bouteille, se trouve une couche de sable et de gravier
- Au milieu, une couche de limon.
- Au sommet, une couche d'argile. Si l'eau n'est pas encore claire, c'est qu'elle contient encore de très fines particules d'argile.

- A la surface de l'eau, on peut voir flotter des fragments de matière organique.
- Mesurez la hauteur des différentes couches de sable, de limon et d'argile et évaluez la proportion approximative de chacune d'elles(C).

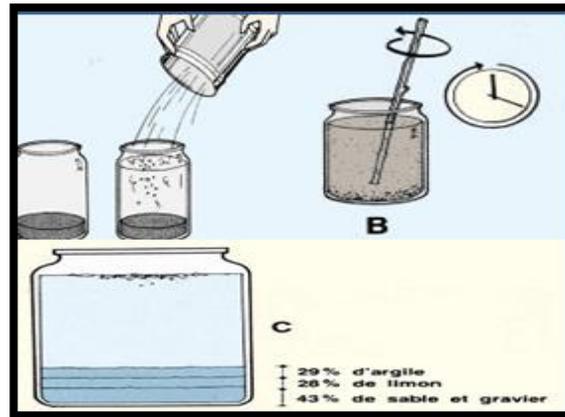


Figure n°28: Les étapes de teste du bocal (FAO,SD).

Humidité du sol

L'humidité du sol est un terme très vague et il est important de le définir. La définition la plus commune de ce terme est la quantité totale d'eau présente dans la zone insaturée. Pour des raisons pratiques, cette humidité est souvent séparée en deux composantes, l'humidité du sol de surface, correspondant aux premiers centimètres (5 cm en général), et l'humidité de la zone racinaire du sol (deuxième réservoir). L'humidité du sol joue un rôle important dans le maintien de la vie sur la Terre, sa première "utilisation" est de permettre la croissance de la végétation. Elle conditionne également la mise en place du peuplement végétal (germination des semences, émergence, implantation du système racinaire, etc...)

Analyse du pH du sol

Le pH varie de 0 à 14 et la neutralité est atteinte lorsque le pH est égal à 7. On peut classer les sols selon leur acidité de la manière suivante :

- $\text{pH} < 4,5$: sols très acides.
- $4,5 < \text{pH} < 6$: sols faiblement acides

- $6 < \text{pH} < 7$: sols équilibrés permettant une bonne alimentation minérale
- $\text{pH} > 7$: sols calcaires et /ou salés

Matière organique

La matière organique stable du sol (humus) est issue de la décomposition progressive des résidus de culture, et des végétaux, animaux et autres organismes biologiques vivants dans le sol (acariens, champignons, microfaune, microflore...). Le sol contient un faible pourcentage massique de matière organique, généralement compris entre 1 et 5%. Cette petite quantité de matière organique, dont le carbone organique constitue à peu près la moitié, est très importante pour le fonctionnement du sol et de l'écosystème tout entier.

Les analyse de la matière organique se faites par la méthode de (Anne).

La méthode dite de « Anne » décrite dans la norme NF ISO 31 109 est utilisée pour déterminer le Carbone organique dans les sols agricoles depuis de nombreuses années. Cette méthode permet le dosage direct du Carbone organique par colorimétrie après oxydation de la matière organique par du bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique et à 135°C. En effet, la quantité de chrome +III formée est proportionnelle à la teneur en carbone organique présente dans le sol. Cependant, la manipulation de bichromates polluants et très allergisants pose des problèmes au niveau hygiène et sécurité (CARIA.G et al. ,2007).

Tableau n° 14 :Les interprétations de la matière organique :

Taux de la Matière organique	Le sol
0.5-1.5%	Pauvre en matière organique
1.5-2.5%	Moyennement pauvre en matière organique
2.5-5%	Riche en matière organique
5-15%	Très riche en matière organique

Tableau n° 15 :La classification du sol selon le taux de la matière organique

le taux de la matière organique	Classification du sol
<2%	Sol pas ou peu organique
2-4%	Sol normal

4-10%	Sol humifère
10-20%	Sol humo-*texture *
>20%	Humus

calcaire total : CaCO₃

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol, éventuellement légèrement modifiable par apports massifs et répétés d'amendements basiques. La présence de calcaire confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique.

Tableau n°16 : Les interprétations du calcaire total :

Taux de calcaire total	Interprétations
< 5%	Peu calcaire
5-15%	Moyennement calcaire
16-30%	Sol calcaire
>30%	sol très calcaire

Tableau n°17 : Les interprétations du calcaire actif :

Le taux du calcaire actif	Interprétation
<8%	Peu chlorosant
8-15%	chlorosant
>15%	Très chlorosant

Conductivité électrique :

L'analyse de la solution du sol comprend d'une part la mesure de sa conductivité électrique et d'autre part la détermination des sels solubles dans l'eau (anions et cations). Ces deux sortes de déterminations ne sont pas faites systématiquement sur tous les échantillons.

Préparation des réactif de la matière organique :

- solution de bichromate de potassium a 8/ :prendre 8g de $K_2Cr_2O_7$ et faire dessoudre dans 100ml d'eau distillée .
- acide sulfurique concentrée.
- Diphénylamine :prendre 0.5 g diphénylamine et les dissoudre dans 100ml d'acide sulfurique concentrée , verser cette solution sur 20ml d'eau distillée.
- Solution fluorure de sodium (NaF)a 3/ :prendre 3g de NaF et faire dissoudre dans 100ml d'eau distillée .
- Solution de sel de Mohr 0.2N :dissoudre 78.5g de sel de mohr pur dans 500ml d'eau distillé bouillie et refroidie a l'abri de l'aire contenant 20ml d'acide sulfurique concentrée , puis compléter a 1 litre avec Léau distillée (a conserver dans un flacon brun et a renouveler périodiquement



Figure n°29 :les différentes étapes de la préparation de la solution du bichromate de potassium (originale).

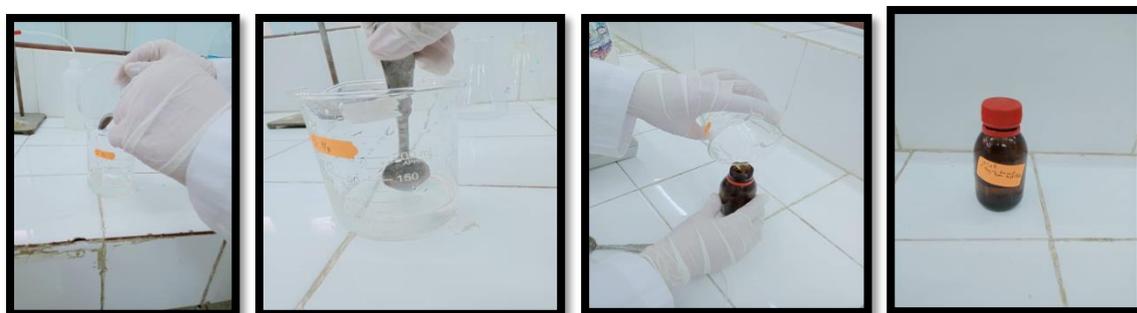


Figure n°30 : les différentes étapes de la préparation de la solution du fluorure de sodium (NaF) ,(originale)



Figure n° 31 : les différentes étapes de la préparation la solution de sel de Mohr , (originale).



Figure n°32 : les différentes étapes de la préparation de la solution de diphénylamine (originale)

○ **Etapes de la détermination d'humidité :**

- **Peser la capsule.**
- **Peser 30g de sol (à l'état frais).**
- **Incubation du sol dans l'étuve à 105°C pendant 24 h pour se sécher.**
- **Après 24h, on pèse le sol sec.**



Figure n° 33 : les différentes étapes de détermination de l'humidité (Originale).

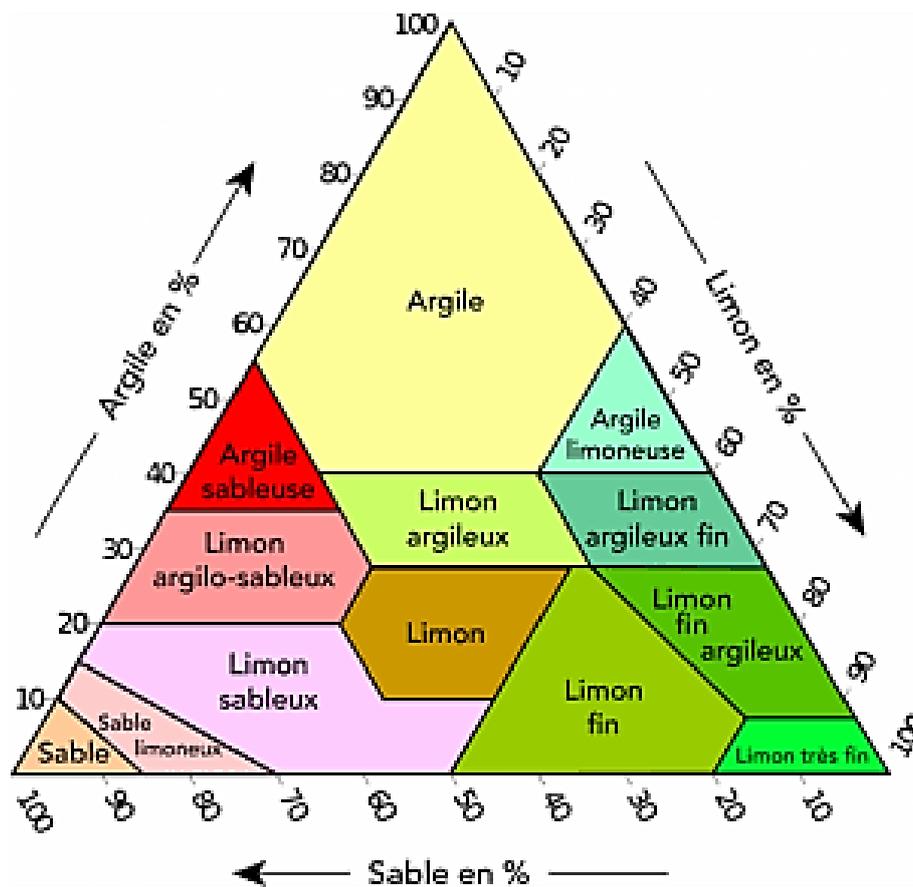


Figure n°34 : Triangle de texture du sol (FAO, SD) .

Tableau n°18 : classification des champignons nématophages :

Regne	Phylem	Classe	Ordre	Famille	Genre
Fungi	Zoopagomycota	Zoopagomycotina	Zoopagales	Zoopagaceae	<i>Stylopaga</i>
Fungi	Ascomycota	Eurotiomycetes	Eurotiales	Trichocomaceae	<i>Aspergillus</i>
Fungi	Denteromycota	Denteromyces	Moniliales	Moniliaceae	<i>Dactylaria</i>
Fungi	Zygomycota	Zygomycetes	Mucorales	Mucoralaceae	<i>Rhopalomyces</i>
Fungi	Denteromycota	Denteromyces	Moniliales	Moniliaceae	<i>Arthrobotrys</i>