



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II

Science de nature et de la vie

Option : Phytoprotection durable

Thème

**Diversité des champignons nématophages sur divers cultures
en fonction de plusieurs paramètres du sol.**

Réalisé par : FERHATNI Wissam Nihad

Devant le jury composé de :

M^{me} AMMAD F. M.C.B U.S.D.B.1 Présidente.

M^{me} SABRI K.M.A.A U.S.D.B.1 Promotrice.

M^{me} NEBIH D. M.C.B.U.S.D.B.1 Examinatrice.

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016/2017

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout le bon DIEU tout puissant de m'avoir accordé la force et la patience pour accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord, J'exprime ma gratitude et mes remerciements les plus sincères à ma promotrice Madame **SABRI K.** D'avoir accepté de m'encadrer et de diriger ce travail, son écoute son aide son temps consacré pour moi et ses conseils m'ont beaucoup aidé et m'ont permis d'avancer.

J'adresse mes sincères remerciements à Madame **NEBIH D.** chargée de cours de département de zoologie agricole à Blida. Qui a bien voulu faire partie de mon jury.

J'adresse mes vifs remerciements à Madame **AMMAD F.**, pour l'honneur qu'elle m'a fait d'accepter la présidence du jury de cette thèse

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

Je remercie infiniment Monsieur **Walid** technicien du laboratoire de virologie pour sa disponibilité.

Je remercie Madame **BENKAHLA**, responsable du laboratoire de virologie pour nous avoir autorisé l'accès.

Ma reconnaissance va également à monsieur **Redouane** ingénieur de laboratoire de pédologie à L'E.N.S.A.

Enfin, je tiens à remercier profondément tous les enseignants du département de Biotechnologie, mes amis (es), mes camarades, les agriculteurs et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin pour l'élaboration de cette thèse.

Dédicaces

Du profond de mon cœur Je dédie ce travail à ces êtres chers :

Mes chers parents aucune dédicace ne peut exprimer mon amour éternel et respect pour vos sacrifices, soutien, amour vos conseils ont toujours guidés mes pas vers la réussite, puisse DIEU vous accorder la santé le bonheur et la longue vie.

Ma sœur adorée ASMA pour ton amour tes conseils et d'être toujours à mes côtés aux bons et surtout aux difficiles moments, à ton petit-fils ADAM que j'aime énormément et un grand merci à ton mari HATEM que DIEU vous garde et illumine vos chemins.

Mon cher frère FAZIL je t'adore au-delà des liens du sang et à jamais, je te souhaite la réussite dans ta vie.

Mon oncle ADAM tu tiens beaucoup de place dans ma vie et surtout dans mon cœur.

Ma meilleure amie MAGDA une sœur d'une autre mère, tu es ma direction quand je perds mon appui, merci pour ton soutien plus que précieux.

Mes copines ASMA, FARAH, FATIMA, RYM, SHANNEZ On a passé des moments inoubliables ensemble.

A mon cousin AZIZ et à toute ma famille, mes amis et à tous ceux que j'aime.

Ferhatni wissam.

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Summary

الملخص

Introduction..... 1

Sommaire :

Première partie : Analyses bibliographiques

Chapitre I : Généralités sur la plante hôte

I.1.La culture de courgette

I.1.1. Généralités sur la courgette.....	3
I.1.2. Origine de la courgette.....	3
I.1.3. Position systématique.....	4
I.1.4. Description botanique.....	4
I.1.5. Exigence écologique.....	6
I.1.6. Techniques culturales.....	6
I.1.7. Les différentes variétés de la courgette.....	6
I.1.7.1 Variétés de la courgette dans le monde.....	6
I.1.7.2 Les variétés cultivées en Algérie.....	6
I.1.8. Maladies et ravageurs de la courgette.....	7

I.2.La culture de poivron

I.2.1. Généralités sur le poivron.....	8
I.2.2. Origine du poivron.....	8
I.2.3. Position systématique.....	8
I.2.4. Description botanique.....	9
I.2.5. Exigence écologique.....	11
I.2.6. les différentes variétés du poivron.....	11

I.2.7. Techniques culturales.....	11
I.2.8. Maladies et ravageurs du poivron.....	12

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur le nématode *Meloidogynesp*

II.1. Généralités sur les nématodesphytoparasitaires.....	13
II.2. Description morphologique du genre <i>Meloidogyne</i>	13
II.3. Position systématique du genre <i>Meloidogyne</i>	14
II.4. Distribution géographique.....	15
II.5. Cycle biologique standard du genre <i>Meloidogyne</i>	15
II.6. Symptômes.....	16
II.7. Méthodes de lutte contre les <i>Meloidogynesp</i>	18
II.7.1. Méthodes physiques.....	18
II.7.2. Méthodes culturales.....	19
II.7.3. Lutte chimique.....	19
II.7.4. Les plantes résistantes.....	20
II.7.5. Méthodes biologiques.....	20
II.7.6. La lutte intégrée.....	21

Chapitre III : Champignons nématophages

III.1. Définition.....	22
III.2. Mode d'invasion du nématode capturé.....	22
III.3. Spécificité des champignons nématophages.....	24
III.4. L'utilisation des champignons nématophages dans la lutte biologique.....	24

Deuxième partie : Expérimentation

IV. Matériel et méthodes

IV.1. Objectif du travail.....	26
IV.2. Présentation des stations d'étude.....	26
IV.2.1. Choix des régions d'études et des cultures.....	26
IV.2.2. Situation géographique des deux stations visitées Fouka et Oued Alleug	26
IV.3. Matériel de travail.....	28
IV.3.1. Sur terrain.....	28
IV.3.2. Au laboratoire.....	28
IV.4. Le questionnaire.....	28
IV.5. Méthode de travail.....	28
IV.5.1 Techniques d'échantillonnage.....	28
IV.5.2. Milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar).....	29
IV.5.3. Isolement des différentes espèces de champignons à partir du sol.....	29
IV.5.4. Conditions d'incubation.....	29
IV.5.5. Détermination des champignons nématophages prédateurs et parasites	29
IV.6. Etude analytique du sol.....	32
IV.6.1. Analyse du pH-eau.....	32
IV.6.2. L'humidité.....	32
IV.6.3. Le calcaire total.....	32

Table des matières

IV.6.4 Conductivité électrique.....	32
IV.6.5 Matière organique.....	33
IV.6.6 Densité apparente.....	33
IV.6.7 Calcium ca+2.....	33

Résultats et Discussions

V. Résultats	34
V.1.Importance du questionnaire.....	34
V.2. Evaluation quantitative et qualitative de la mycoflore (champignons prédateurs et parasites) utilisée en lutte biologique contre les <i>Meloidogyne</i>	34
V.2.1 Espèces de champignons nématophages prédateurs et parasites des nématodes déterminées.....	34
V.2.2 Description de différentes genres et espèces de champignons nématophages.....	34
V.3. Classification des champignons nématophages.....	36
V.4. Etude de la fréquence des champignons nématophages.....	41
V.4.1 Sur la culture de courgette.....	41
V.4.2 Sur la culture de poivron	47
V.5 Les analyses pédologiques du sol.....	53
VI. Discussion	54
Conclusion générale	57

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Diversité des champignons nématophages sur divers cultures en fonction de plusieurs paramètres du sol.

Les nématodes parasites des plantes sont toujours présents et susceptibles d'interférer avec la croissance des plantes et la production de la culture. Les nématodes représentent des contraintes significatives en agriculture de subsistance et peuvent être difficiles à contrôler. Le genre *Meloidogyne* comporte une centaine d'espèces qui s'attaquent aux cultures maraichères.

L'objectif de cette étude se base sur la diversité des champignons parasites et prédateurs des nématodes à galles *Meloidogyne* spp sur les cultures maraichères en fonction de quelques paramètres (analyses physiques et chimiques des sols étudiés).

L'étude était faite dans deux stations : Fouka et Oued Alleug. D'après les analyses pédologiques des deux régions la texture du sol montre que la région de Fouka caractérise par un sol sablo-limoneux et la région d'Oued Alleug se caractérise par un sol limono-argileux avec des pH variant entre 7.8 et 7.2 respectivement ce qui est favorable pour le développement des champignons nématophages.

Nous avons pu identifier 07 genres de champignons nématophages (prédateurs et parasites): *Arthrobotrys* ; *Dactylaria* ; *Dactylella* ; *Harposporium* ; *Rhopalomyces* ; *Torula* et *Verticillium*.

Nous avons constaté que les différents champignons nématophages présentent une diversité, les genres le plus représenté est *Arthrobotrys* dans la région de Fouka et *Rhopalomyces* dans la région d'Oued Alleug.

Mots clés : *Meloidogyne* spp, champignons nématophages, cultures maraichères.

Summary

Diversity of nematophagous fungi on various crops according to several soil parameters.

Nematodes parasites of plants are always present and susceptible to interfere with the growth of plants and production of the culture. Nématodes represents significant constraints in subsistence farming and can be difficult to check, the genus *Meloidogyne* contains hundred species which attack truck farmings.

The objective of this study bases itself on the diversity of fungi parasites and predators of nématodes with galls *Meloidogyne* spp on truck farmings according to some parameters (physical and chemical analyses of the studied grounds).

The study was made in two stations(resorts): Fouka and Oued Alleug. According to the pedological study of both regions the texture of the ground shows that the region of Fouka is characterized by a sablo-muddy ground and the region of Oued Alleug is characterized by a limono-clayey ground with pH varying between 7.8 and 7.2 respectively what is favorable for the development of nématophages mushrooms.

We were able to identify 07 kinds(genres) of mushrooms nématophages (predators and parasites): *Arthrobotrys*; *Dactylaria*; *Dactylella*; *Harposporium*; *Rhopalomyces*; *Torula* and *Verticillium*.

We noticed that the various nématophages mushrooms present a diversity, the kinds(genres) the most represented is *Arthrobotrys* in the region of Fouka and *Rhopalomyces* in the region of Oued Alleug.

Keywords: *Meloidogyne* spp, nematophagous fungi, vegetable crops.

تنوع الفطريات النيماتوفاغوس على محاصيل مختلفة وفقا لعدة عوامل للتربة.

الملخص

الديدان الخيطية الجذرية موجودة دائما ويمكن ان تتداخل مع نمو النبات وانتاج المحاصيل , تمثل الديدان الخيطية مشاكل كبيرة في الزراعة، ويمكن ان يكون من الصعب السيطرة عليها، ويشتمل جنس *Meloidogyne* مائة نوعا منها محاصيل الخضر. أجريت الدراسة في محطتين: فوكا ووادي العلايق. وفقا لدراسة التربة في المنطقتين، يظهر بنيتها التربة أن منطقة فوكا تتميز بتربة رملية، وتتميز منطقة وادي العلايق بتربة طينية غليظة ذات تراكيز حموضة تتراوح بين 7.2 و 7.8 على التوالي، وهو مناسب لتطوير الفطريات نيماتوفاغوس. تمكنا من التعرف على 07 أنواع من الفطريات النيماتوفاغوس (المفترسات والطفيليات):

Arthrobotrys ; Dactylaria ; Dactylella ; Harposporium ; Rhopalomyces ; Torula et Verticillium

وجدنا أن مختلف الفطريات النيماتوفاغوس تقدم تنوعا، والجنس الأكثر تمثيلا هو *Arthrobotrys* في منطقة فوكا و *dactyloides* في منطقة وادي العلايق.

:الكلمات الرئيسية : الديدان الخيطية، *Meloidogynesp* النيماتوفاغوس، المحاصيل للنباتية. الفطريات،،

Liste des photos

Photo n°01 : Agar.....	34
Photo n°2 : Glucose.....	34
Photo n°3 : Agitateur.....	34
Photo n°4 : Autoclave	34
Photo n°5 : Milieu PDA.....	34
Photo n°6 : Le sol prélevé.....	34
Photo n°7 : Ensemencement du sol dans les boites de pétri.....	34
Photo n°8 : Etuve.....	34
Photos n°09 : Anneau prédateur.....	40
Photos n°10 : A,B <i>Arthrobotrys oligospora</i> C , <i>Arthrobotrymusiformis</i> D E, <i>Arthrobotrysdactyloides</i>	40
Photos n°11 : <i>Dactyllella</i>	41
Photos n°12 : <i>Dactylaria</i>	41
Photos n° 13 : <i>Rhopalomyces elegans</i>	42
Photos n°14 : <i>Torula</i>	42
Photos n°15 : <i>Verticillium</i>	43
Photo n°16 : Nématode piégé.....	43

Liste des tableaux

Tableau n°1 Maladies et ravageurs de la courgette.....	9
Tableau n°2 Maladies et ravageurs du poivron.....	15
Tableau n°3 : l'analyse de la variance.....	50
Tableau n°4 l'étude analytique du sol.....	53
Tableau n°5 Produits chimiques utilisés.....	(annexe)

Liste des abréviations

% : pourcent.

°C : degré Celsius.

C1 : culture de courgette.

C2 : culture de poivron.

CE : conductivité électrique.

CEC : capacité d'échange cationique.

Cm : centimètre.

FAO : Food and Agriculture Organization.

Fig. : figure.

g : gramme.

G.L.M : Modèle Linéaire Global.

H : humidité.

Ha : Hectar.

Hcl : Chlorure d'hydrogène.

ITCMI : Institut technique des cultures maraichères et industrielles.

E.N.S.A. : Ecole Nationale Supérieure Agronomique.

INRA : Institut Nationale de la Recherche Agronomique.

Kg : Kilogramme.

L : litre.

m : mètre.

ml : millilitre.

mm : millimètre.

mn : minute.

n° : numéro.

pda : potato d'extrose agar.

ph : potentiel hydrogène.

P1 : profondeur 10cm.

P2 : profondeur 20cm.

V1 : variété de courgette Hanan.

V2 : variété de courgette Noor.

Liste des figures

Fig.n°1	Les différentes parties de la courgette.....	5
Fig.n°2	Les différentes parties du poivron.....	10
Fig.n°3	La morphologie du <i>Meloidogyne</i> sp.....	14
Fig.n°4	Cycle biologique de <i>Meloidogyne</i>	17
Fig.n°5	Dégâts de <i>Meloidogyne</i> sur racine.....	17
Fig.n°6	Types et formes de pièges.....	23
Fig.n°7	Situation géographique des deux stations Fouka et Oued Alleug	27
Fig.n°8	Différentes serres prospectées	27
Fig.n°9	Les étapes de la préparation du milieu de culture.....	31
Fig.n°10	Différents champignons prédateurs et parasites de <i>Meloidogyne</i> sp répertoriées dans les régions d'étude.....	40
Fig.n° 11	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Hanan profondeur 10cm.....	42
Fig.n°12	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Hanan profondeur 20cm.....	43
Fig.n°13	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Hanan profondeur (10 et 20cm)....	43
Fig n°14	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur 10cm.....	44
Fig n°14	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur 10cm.....	44
Fig n°15	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur 20cm.....	45
Fig n°16	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur (10 et 20cm).....	45

Fig n° 17	fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA Des deux variétés de courgette profondeur (10 et 20cm).....	46
Fig n°18	fréquence des champignons nématophages dans la station de OUED ALLEUG culture poivron profondeur 10cm.....	47
Fig n°19	fréquence des champignons nématophages dans la station de OUED ALLEUG culture poivron profondeur 20cm.....	48
Fig n°20	fréquence des champignons nématophages dans la station de OUED ALLEUG culture poivron profondeur (10 et 20cm).....	48
Fig n°21	fréquence des champignons nématophages dans les deux Stations (FOUKA et OUED ALLEUG).....	49
Fig n°22	Effet des plantes sur la répartition des champignons nématophages.	50
Fig.n°23	Effet des variétés sur la répartition des champignons nématophages	51
Fig.n°24	Effet des profondeurs sur la répartition des champignons nématophages.....	51
Fig.n°25	La répartition des champignons nématophages selon les facteurs (plantes,variétés et profondeurs).....	52
Fig.n°26	Triangle de texture du sol.....	Annexe
Fig.n°27	Différents matériels utilisés pour les analyses pédologiques...	Annexe

Introduction

En Algérie les cultures maraîchères occupent une place importante dans l'économie du pays et ont connu une évolution considérable ces dernières années pour atteindre une superficie de 372.096 ha (Chougar, 2010). Cependant, l'intensification de ces cultures et les conditions climatiques qu'offrent les serres aux développements des cultures, créent aussi un milieu favorable à la propagation des maladies. Actuellement, 1/3 de la production agricole est détruite d'une année à un autre à cause des différents ravageurs tels que les insectes et les maladies (fongiques, virales ...etc.) qui causent d'énormes dégâts de la culture du semis, jusqu'à leur commercialisation.(Madr ,2010).

Les nématodes à galles, *Meloidogynespp.*, constituent le groupe le plus redoutable sur cultures maraîchères aussi bien sous abri plastique qu'en plein champ (Lamberti et *al.*, 1975 ; Sellami et *al.*, 1999). Les pertes agricoles mondiales attribuables à l'infestation par ce nématode varient en moyenne de 14% (Agrios, 2005) à 25% (Whitehead, 1998).

Les coûts engendrés par ces bioagresseurs sont imputables à une diminution des rendements, une dépréciation de la qualité de la production qui devient impropre à la commercialisation, une augmentation des fréquences d'irrigation pour pallier les perturbations, et au recours à des traitements nématicides très coûteux. (Dahman, 2011), Au cours des dernières décennies, les inquiétudes sur les risques environnementaux de l'utilisation de nématicides chimiques ont conduit au développement d'agent de lutte biologique comme une composante de la protection des cultures. Elle représente un moyen alternatif prometteur aux méthodes chimiques classiques (nématicides, fumigants).(Whitehead,1998).

Les champignons nématophages sont les ennemis des nématodes à galles du genre *Meloidogyne* les plus étudiés comme moyen de lutte biologique. De nombreux Champignons ont été essayés, en vue de sélectionner celui est capable de piéger rapidement les larves infestantes des nématodes mais aussi de se développer sans trop de problèmes dans nos sols et sous nos climats. (Cayrol,

1991) l'un des champignons nématophages les plus courants *Arthrobotrys oligospora* (Nordbring - Hertz, 1979).

C'est dans cette voie que nous avons voulu orienter notre travail dans les régions de Fouka et Oued alleug sur le problème des nématodes à galles du genre *Meloidogynes* qui s'ajoutent aux autres études menées et aura comme objectif :

- 1- Essayé de faire une prospection des différentes EAI (exploitations agricoles individuelle) visités afin de faire un constat. Cela en choisissant un questionnaire approprié, qui nous permet d'avoir des informations sur le domaine visité (le type de sol, les cultures précédentes et sur place, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués, etc...).
- 2- Faire des analyses des sols étudiés.
- 3- Inventorier les champignons prédateurs et parasites de nématodes à galles (*Meloidogynes*), présents dans le sol.

Chapitre IV : Matériel et méthodes

IV.1. Objectif du travail :

Notre étude s'intéresse à trois paramètres, le premier paramètre c'est de faire une prospection des différents E.A.I (Exploitations Agricoles Individuelles) visités afin d'évaluer le degré d'infestation les *Meloidogyne* en fonction des techniques culturales établie par les agriculteurs et de mettre un constat sur l'état des serres, les cultures précédentes, les variétés utilisées et les produits chimiques appliqués. Cela en choisissant un questionnaire approprié. Concernant le deuxième paramètre, nous essayons de faire un inventaire de champignons prédateurs et parasites de nématodes (*Meloidogynesp*), présents dans le sol sur deux profondeurs différentes (0-10cm et 10-20cm) en le prélevant frais à l'intérieur des serres, et pour le troisième paramètre faire une étude analytique du sol échantillonné et la différence de profondeurs nous permettent d'estimer la présence, la fréquence et le comportement des champignons nématophages (parasites et prédateurs) des nématodes dans le sol.

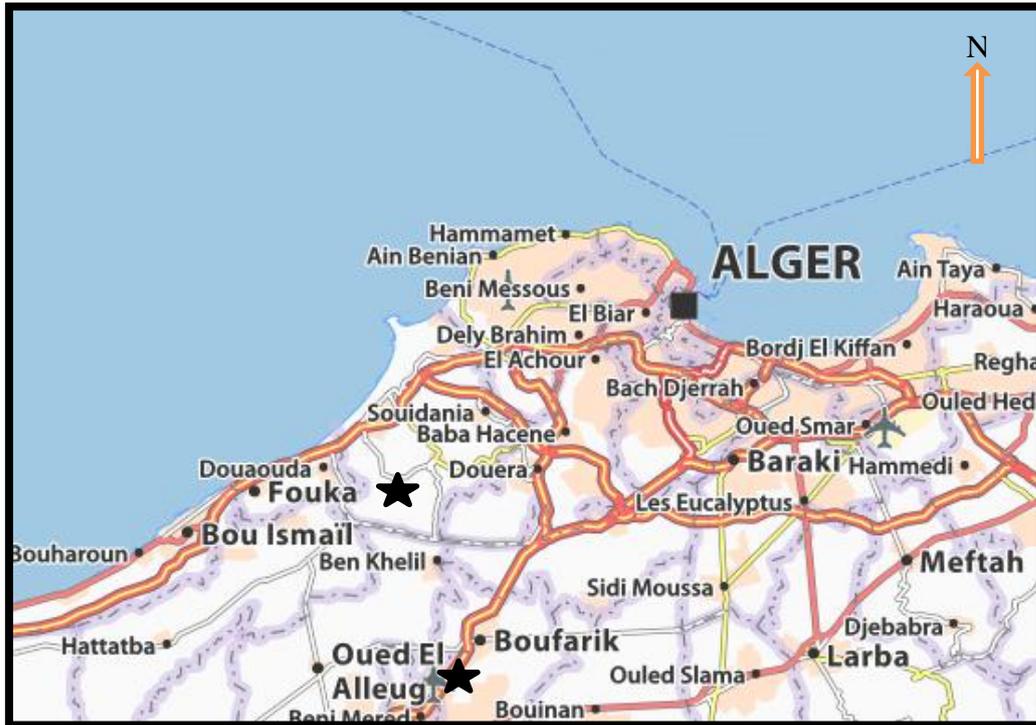
IV.2. Présentation des stations d'étude :

IV.2.1 Choix des régions d'études et des cultures :

Sur la base de l'importance des cultures maraîchères et plus précisément la culture de courgette et poivron qui occupe une place très importante en Algérie, nous avons choisi deux régions, la région de Fouka et la région d'Oued Alleug.

IV.2.2 Situation géographique des deux stations visitées Fouka et Oued Alleug :

- **Fouka** : est la commune de la wilaya de Tipaza, situé au nord-est de la wilaya de Tipaza à environ 33km de Tipaza et à environ 30km au nord-ouest d'Alger.
- **Oued Alleug** : est la commune de la wilaya de Blida, situé au nord de la wilaya de Blida, à environ 10km au nord-ouest de Blida et à environ 44km au sud-ouest d'Alger et à environ 35km au nord de Médéa. (fig. n°7)



(Google map, 2017)

Fig.n°7: Situation géographique des deux stations Fouka et Oued El Alleug.



Serre N°1 Serre N°2

Fig.n°8 : Différentes serres prospectées.

Serre N°1 : culture de courgette visitée le 07 01 2017 à Fouka.

Serre N°2 : culture de poivron visitée le 28 03 2017 à Oued El Alleug.

IV.3. Matériels de travail :

Pour réaliser notre travail nous avons utilisé le matériel suivant :

IV.3.1. Sur terrain :

- Une tarière
- Des sachets en plastique
- Des étiquettes
- Marqueur
- Règle graduée

IV.3.2. Au laboratoire :

- Des boites de pétri
- Le sol
- Les étiquettes
- Marqueur
- Ruban adhésif
- Microscope
- Agitateur
- Autoclave
- Balance à précision
- Les clés de détermination

IV.4. Le questionnaire :

C'est un outil adapté pour recueillir des informations précises sur les domaines visités, nombre de serres, les cultures sur place, les précédentes cultures, les variétés, la nature du sol et les produits chimiques utilisés. (annexe).

IV.5. Méthodes de travail :

IV.5.1 Technique d'échantillonnage :

Elle consiste de prélever à l'aide d'une tarière environ 600 gr d'échantillon de sol à 10 et 20cm de profondeur à l'intérieur des abris serres tunnel en 3endroits (début, milieu et la fin de la serre), mettre les échantillons du sol prélevé dans des sachets en plastique les étiquetés et les prendre au laboratoire.

IV.5.2 Milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar) :

C'est un milieu de culture non sélectif qui favorise le développement des champignons, il est composé du bouillon de pomme de terre qui est récupéré de la procédure suivante : faire bouillir 200g de pomme de terre dans 1L d'eau. Récupérer le bouillon, le mettre dans un cristallisateur ajouter 20g de glucose, 20g d'Agar et l'eau distillé jusqu'à obtention 1L.

Mettre le milieu PDA sur l'agitateur magnétique pendant 20minutes pour qu'il soit homogène, le couler dans 5 flacons de 250ml, et les faire passer à l'autoclave pendant 20min à une température de 120° pour la stérilisation.

IV.5.3 Isolement de différentes espèces de champignons à partir du sol :

Dans un endroit stérile devant le bec benzène faire couler le milieu dans les boîtes de pétri, faire quatre répétitions pour chaque culture et variété (courgette et poivron) ensemercer le sol à la surface du milieu, fermer les boîtes et les emballées avec un ruban adhésif, les étiquetées (date, culture, profondeur et numéro) et les inversées afin d'éviter le risque de contamination par les gouttelettes d'eau.

IV.5.4 Conditions d'incubation :

Mettre les boîtes de pétri dans l'étuve à une température de 25°C. qui est favorable au développement des champignons nématophages.

IV.5.5 Détermination des champignons nématophages prédateurs et parasites :

Pour la Détermination des champignons nématophages prédateurs et parasites nous sommes référés aux clefs de détermination faites par Cooke et Godfrey 1964, Barron 1968, Buyck 1986, Philip 2001, qui est basée sur :

- Les spores.
- Les réseaux mycéliens.
- Les anneaux constricteurs et non constricteurs.
- Les conidiophores.
- Les boutons adhésifs.
- Les conidies.

Matériel et méthodes

- Les mycéliums perforants.
- Les chlamydozoospores.

Matériel et méthodes



Photo n°01 : Agar



Photo n°2 : Glucose



Photo n°3 : Agitateur **Photo n°4 : Autoclave** **Photo n°5 : Milieu PDA**



Photo n°6 : Le sol prélevé **Photo n°7 : Ensemencement** **Photo n°8 : Etuve**
du sol dans les boites de pétri

Fig.n°9 : Les étapes de la préparation du milieu de culture. (Original, 2017).

IV.6. L'étude analytique du sol :

Les analyses pédologiques et physiques du sol sont effectuées au niveau du laboratoire de pédologie à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.), les différentes étapes et le matériel utilisés sont détaillés en annexe et les analyses étudiées sont :

IV.6.1 Analyse du pH-eau :

Le pH eau (potentiel Hydrogène) correspond à la concentration en hydrogène [H+] de la solution du sol. Il est appelé ainsi car il est mesuré dans un mélange terre / eau. Le pH eau permet de distinguer 3 grands types de sol :

pH eau < 7 : sol acide

pH eau = 7 : sol neutre

pH eau > 7 : sol alcalin

IV.6.2 L'humidité :

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.). Son évaluation est donc importante en hydrologie et en agronomie, et constitue un paramètre d'alerte pour la désertification.

IV.6.3 Le calcaire total :

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 terme de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique.

IV.6.4 Conductivité électrique :

La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique. La conductivité varie en fonction de la température. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels

minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique qui conduit peu.

IV.6.5 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.

IV.6.6 Densité apparente :

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (Chauvel, 1977). Une densité apparente spécifie l'une des densités de masse par unité de volume (y compris les pores) de sol, de substrat ou de particule ayant été séché à 105 °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

IV.6.7 Calcium Ca⁺² :

Le calcium est présent dans tous les sols, mais sous différentes formes et en proportion variable. Le calcium joue un rôle déterminant sur les fertilités physique (stabilité des structures du sol, sensibilité à la battance, échanges gazeux et hydriques...), chimiques (fonctionnement de la CEC, désalinisation...) et biologique (activité de la biomasse microbienne...) du sol, il est aussi un élément nutritif pour les plantes. Il est naturellement présent en très grande quantité dans les sols calciques et surtout calcaires.

V. Résultats

V.1. Importance du questionnaire :

Le questionnaire que nous avons préparé nous a permis d'avoir une idée générale sur les domaines que nous avons visités. Nous avons constaté que les serres dans les deux domaines été très anciennes, elles ont plus de 15 ans, l'utilisation des produits chimique se fait chaque année. Nous avons noté que les deux domaines utilisent les fumigants.

V.2. Evaluation quantitative et qualitative de la mycroflore (champignons prédateurs et parasites) utilisée en lutte biologique contre les *Meloidogyne* :

V.2.1 Espèces de champignons nématophages prédateurs et parasites des nématodes déterminées :

D'après les différentes clés de détermination nous avons assigné 07 genres de champignons nématophages (prédatrices et parasites) : *Arthrobotrys* ; *Dactylaria* ; *Dactylella* ; *Harposporium* ; *rhopalomyces* ; *Torula* et *Verticillium* ; et on a pu identifier 3 espèces du genre *Arthrobotrys* qui sont facile à déterminer par rapport aux autres et notre recherche se base sur eux ; sont : *Arthrobotrys dactyloides* ; *A.musiformis* ; *A.oligospora* et une espèce du genre *Rhopalomyces* : *Rhopalomyces elegans*.

V.2.2 Description de différentes genres et espèces de champignons nématophages :

La description des champignons nématophages est basée sur les caractères biométriques des spores des conidies des conidiophores, anneaux constricteurs, réseaux mycéliens.

- ***Arthrobotrys musiformis*** : c'est une espèce qui possède des chlamydo-spores produites par des filaments qui montrent la séparation de la paroi en couche interne et externe, la forme des conidies est bicellulaire et allongée (Buckey, 1986).

Résultats et Discussions

- ***Arthrobotrys oligospora*** : ce champignon présente des conidiophores longs, minces, simples, hyalins légèrement élargis au sommet où les spores apparaissent. Il est caractérisé par un petit réseau prédateur, les conidies sont hyalines subdivisées en deux cellules, elles sont oviformes rectangulaires. La portion de conidiophores est dénudée, les conidies se regroupent et constituent une forme de bouquet. (Barnett et Hunter, 1998).
- ***Arthrobotrys dactyloïdes*** : il est caractérisé par des conidies prolongées ellipsoïdes, légèrement incurvées soutenues dans le faisceau de l'apex du conidiophore (Nordbring - Hertz, 1979).
- ***Rhopalomyces elegans*** : les conidies sont bicellulaires et solitaires. Ce genre possède des columelles. La partie inférieure du prophore montre la distribution des rhizoïdes (Barnett et Hunter, 1998). Quand ils germent les grandes spores produisent un système étendu (1 à 2mm de diamètre) (Philip, 2001).
- ***Dactylaria*** : Conidiophores 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
- ***Dactylella*** : Conidiophores grand, mince, simple, hyalin; conidies, hyalines, à plusieurs cellules, ellipsoïdes, fusoides ou cylindriques, portés à l'apex ou dans une grappe lâche sur des denticules proéminents; saprophytes ou parasites sur les nématodes
- ***Harposporium*** : Le mycélium n'est pas extensif, portant des phialides latéraux, globulaires isolément ou en groupes; conidies (phialospores) hyaline, cellulaire, allongée, courbée à accrocher, dans des grappes humides; se produisant dans le moule des feuilles et la destruction des nématodes.
- ***Verticillium*** : conidiophores minces, ramifiés, au moins certaines des branches verticillent (dans les verticilles), les conidies (phialospores) ovoïdes à l'ellipsoïde, hyalines, portées isolément ou dans de petites grappes humides apicalement, parasites vasculaires causant des irrégularités de plantes supérieures, parasite sur d'autres champignons, ou en croissance saprophytique.
- ***Torula*** : les conidiospores courtes ou inexistantes, des branches entières se développant dans des chaînes érigées simples ou ramifiées de conidies globules sombres (porospores, blastospores) qui se séparent facilement en segments à plusieurs-céramiques; saprophytes

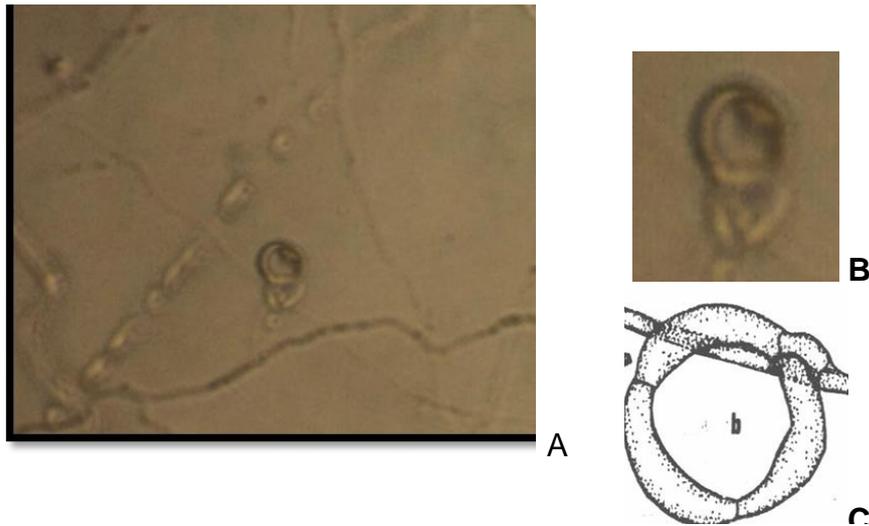
V.3. Classification des champignons nématophages :

Les espèces de champignons nématophages parasites et prédateurs sont présentées par ordre systématique et selon leur mode de vie.

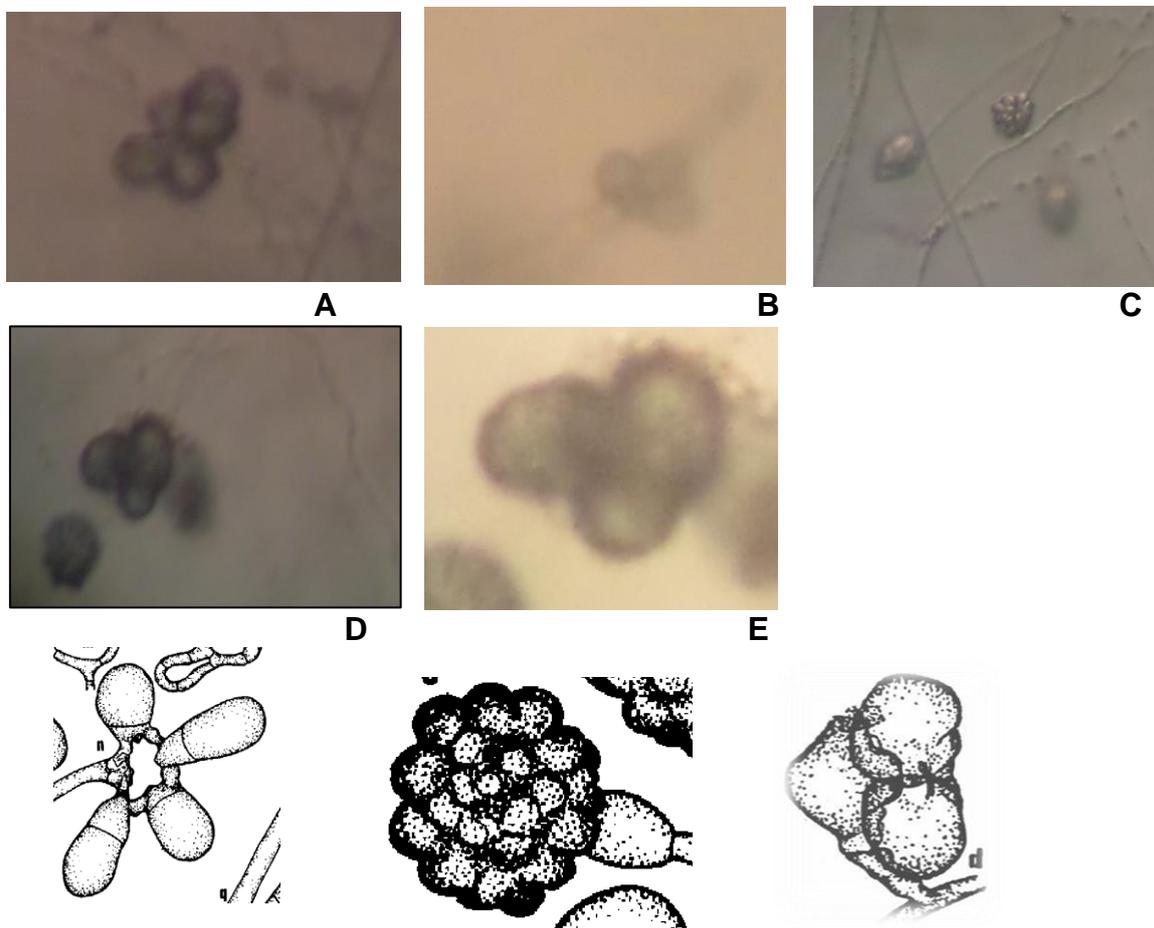
Dans notre expérimentation nous avons remarqué que les différentes espèces répertoriées ne se présentent pas de la même manière, On a fait 4 répétitions dans chaque profondeur de chaque culture pour obtenir ses fréquences : 0% 25% 50% 75% et 100% :

0% les espèces sont absentes, 25% elles sont présentes dans une seule boite, 50% elles sont observées dans 2 boites, 75% dans 3 boites et 100% sont les espèces les plus fréquentes qui ont été trouvés dans les 4 boites.

Résultats et Discussions



Photos n°09 : Anneau prédateur (A, B : original, C : Buyck, 1986).



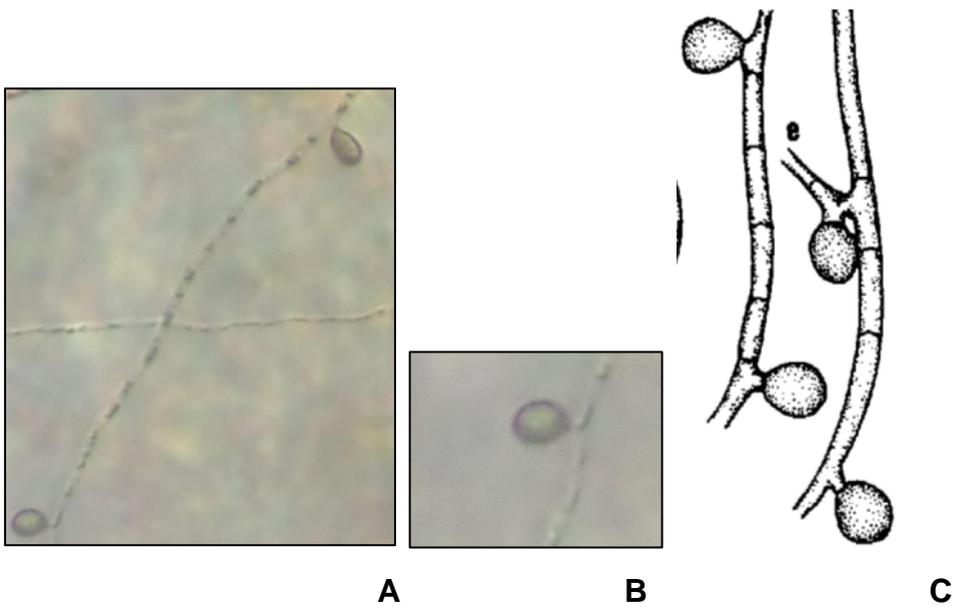
F (conidies *A.oligospora*)

G (rosacée *A.musiformis*)

H (anneau)

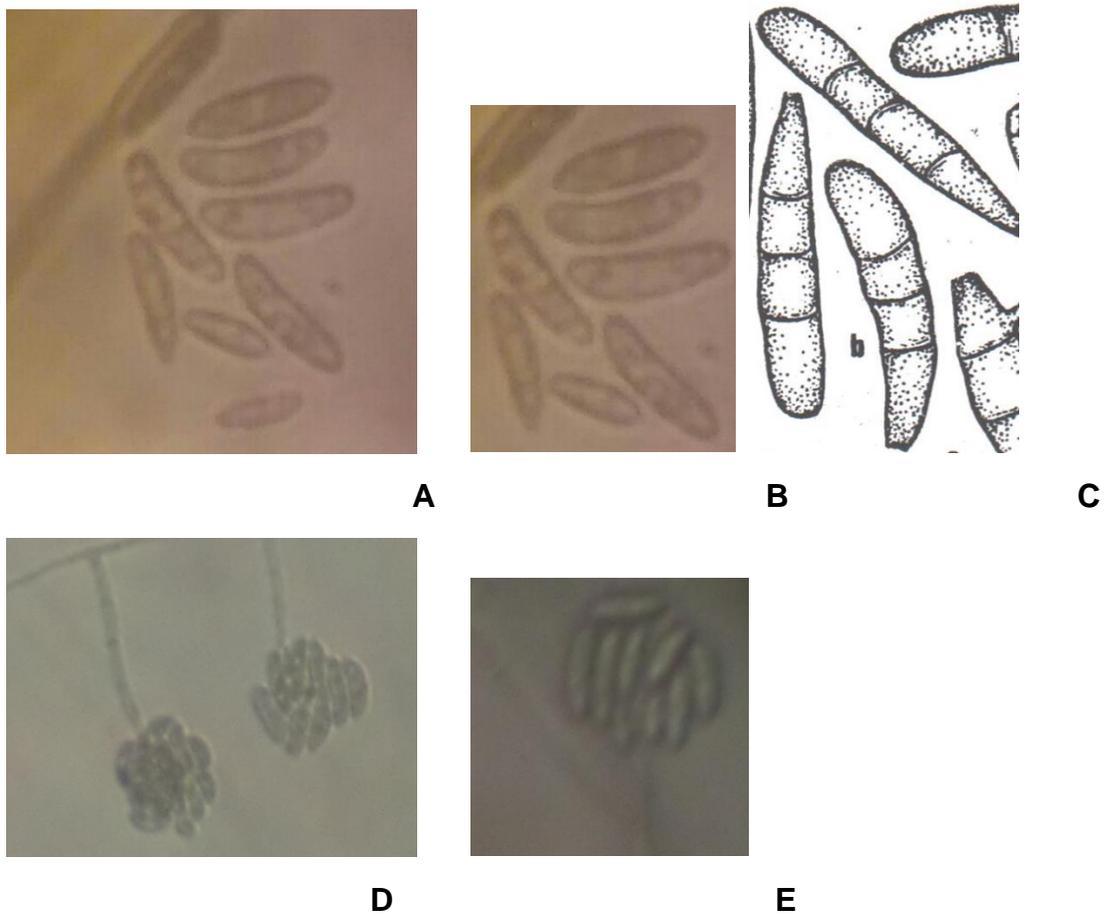
Photos n°10 : A,B *Arthrobotrys oligospora* C , *Arthrobotrys musiformis*

D E, *Arthrobotrys dactyloides*, original, 2017. F,G,H Buyck,1986.



Photos n°11 : *Dactyllella*.

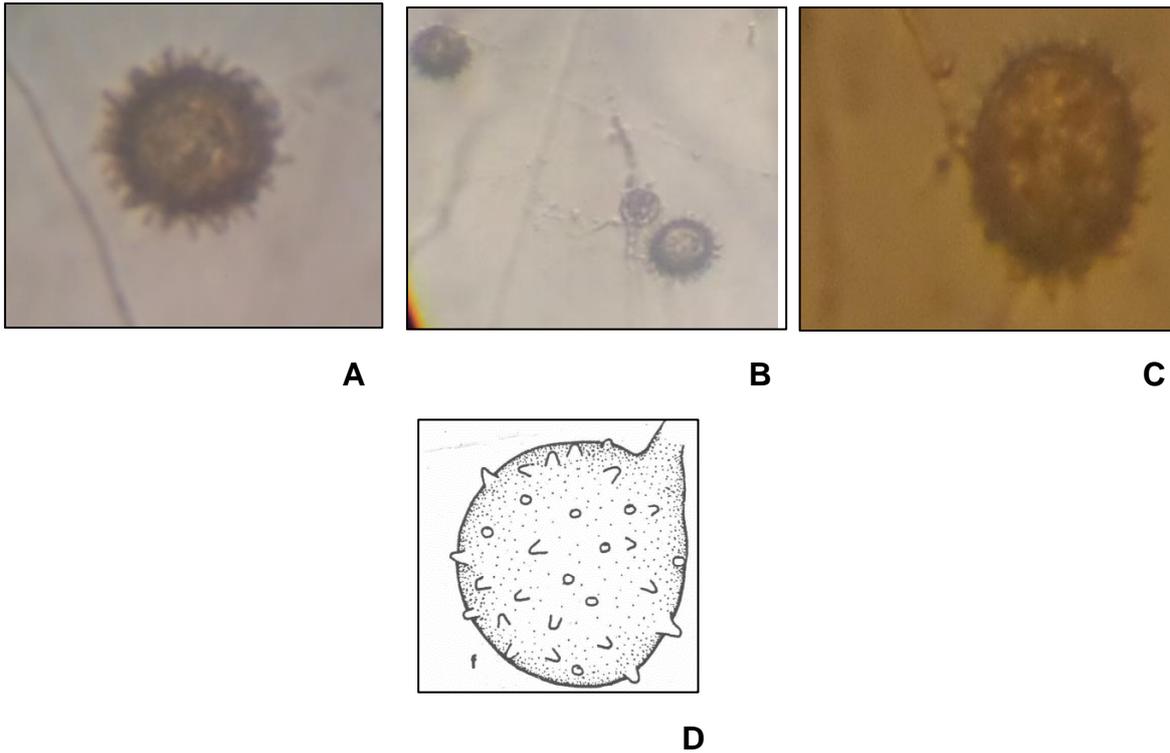
A,B : conidies ayant germées en boutons adhésifs,original,2017. C ,Buyck,1986.



Photos n°12 : *Dactylaria*

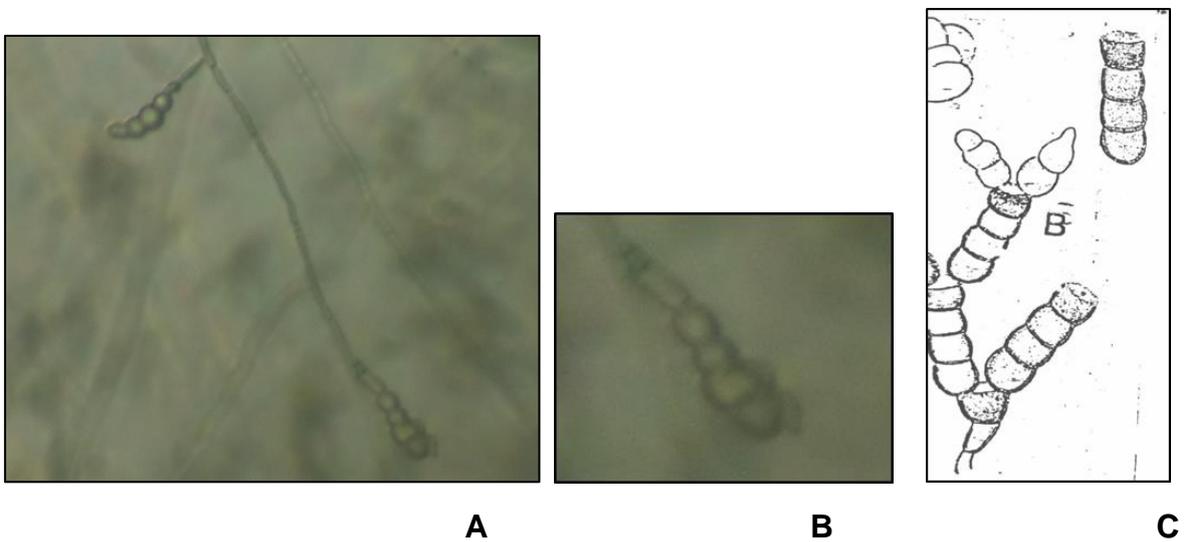
A,B,D,E conidies, original,2017. C Buyck,1986.

Résultats et Discussions



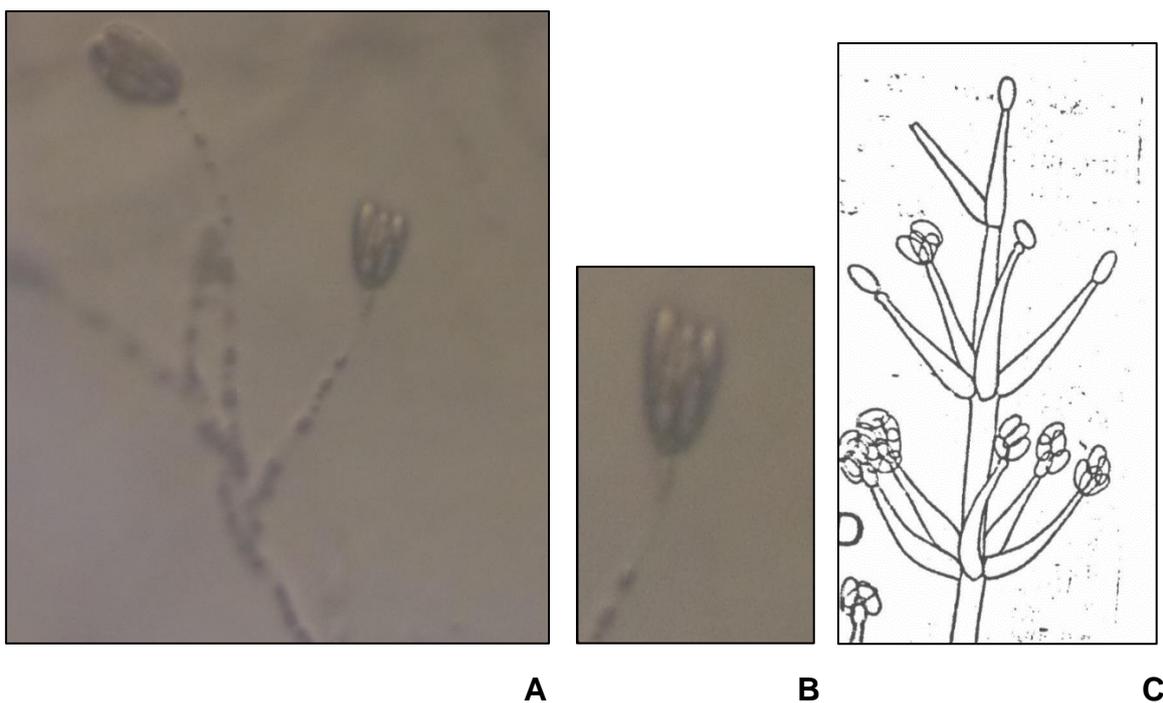
Photos n° 13 : *Rhopalomyces elegans*.

A, B, C: original, 2017 **D:** Buyck, 1986.



Photos n°14 : *Torula*.

A, B : original. **C:** Buyck ,1986



Photos n°15 : *Verticillium*.
A, B: original. **C:** Buyck, 1986



Photo n°16 : Nématode piégé.

Fig n°10 : Différents champignons prédateurs et parasites de *Meloidogyne* sp répertoriées dans les régions d'étude. (Original ,2017).Gr : (10x40).

V.4. Etude de la fréquence des champignons nématophages :

V.4.1 Sur la culture de courgette :

Domaine de Bounaama Djilali : 7 genres de champignons nématophages sont identifiées : *Arthrobotrys* ; *Dactylaria* ; *Dactylella* ; *Harposium* ; *Rhopalomyces* ; *Torula* et *Verticillium* dont on a pu identifier 3 espèces du genre : *Arthrobotrys* qui sont : *A.dactyloides* ; *A.musiformis* ; *A.oligospora* et une espèce du genre *Rhopalomyces* : *Rhopalomyces elegans*.

Dans la variété de Hanan profondeur 0-10 : la plus fréquente est *Arthrobotrys.dactyloides* avec une fréquence de 100% suivie d'*Arthrobotrys.musiformis*; *Dactylaria* ; *Harposporium* ; *Rhopalomyces* et *Torula* avec une fréquence moyenne de 50% et une faible fréquence de 25% pour *Arthrobotrys oligospora*.

Dans la variété de Hanan profondeur 10-20 : *Arthrobotrys.dactyloides* avec une forte fréquence de 75%, *Rhopalomyces elegans* : 50% et *Dactylaria*, *Torula*, *Verticillium* : 25%.

Dans la variété de Noor profondeur 0-10 : *Rhopalomyces elegans* avec une fréquence de 100% ; *Arthrobotrys.dactyloides*, *Dactylaria*, *Verticillium* :50% et *Arthrobotrys.musiformis* , *Dactylella* : 25%.

Dans la variété de Noor profondeur 10-20 : *Arthrobotrys.dactyloides*, *Rhopalomyces elegans* 75% ; *Dactylaria*, *Dactylella* 50% et *Verticillium* : 25%.

Résultats et Discussions

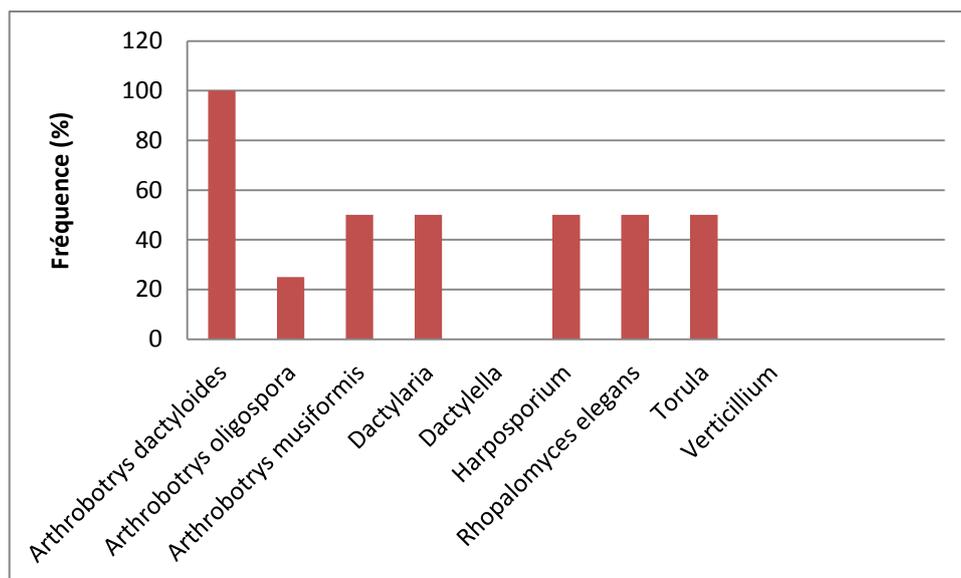


Fig.n° 11 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Hanan profondeur 10cm.

Nous remarquons que l'espèce *Arthrobotrys.dactyloides* est la plus fréquente avec une fréquence de 100% et *Arthrobotrys musiformis* ;*Dactylaria* ;*Harposporium* ; *Rhopalomyces elegans* et *Torula* sont présentes avec une même fréquence de 50% et 25% pour *Arthrobotrys oligospora* et l'absence de *Dactylella* et *Verticillium*.

Résultats et Discussions

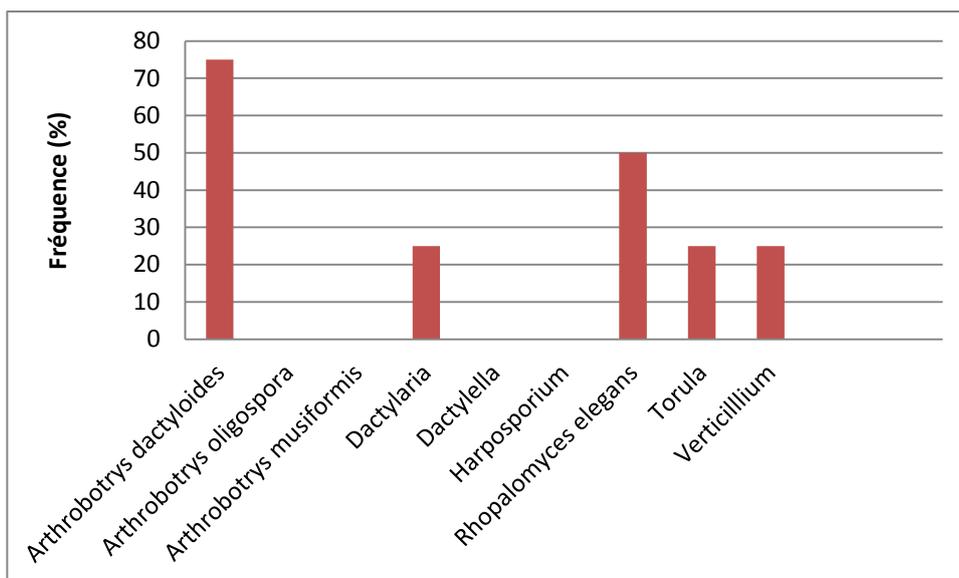


Fig.n°12 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Hanan profondeur 20cm.

L'espèce *Arthrobotrys.dactyloides* est présente avec une fréquence de 75%,50% pour *Rhopalomyces elegans* et 25% pour *Dactylella*,*Torula* et *verticillium*.

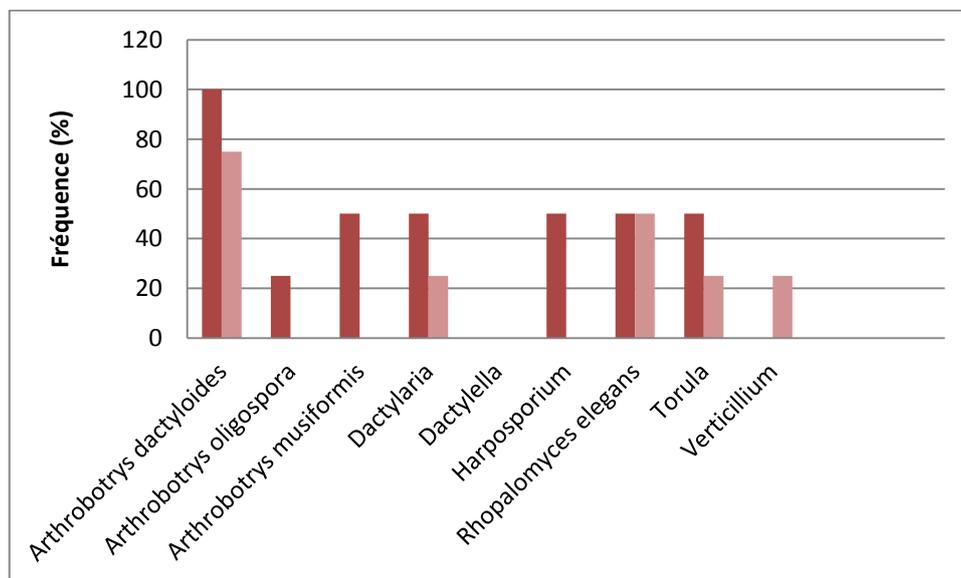


Fig.n°13 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA. culture courgette variété Hanan profondeur (10 et 20cm).

Résultats et Discussions

Nous remarquons la présence d'*Arthrobotrys.dactyloides* *Dactylaria* et *Torula* dans les deux profondeurs (10 et 20cm) avec les fréquences de 100% et 50% respectivement.

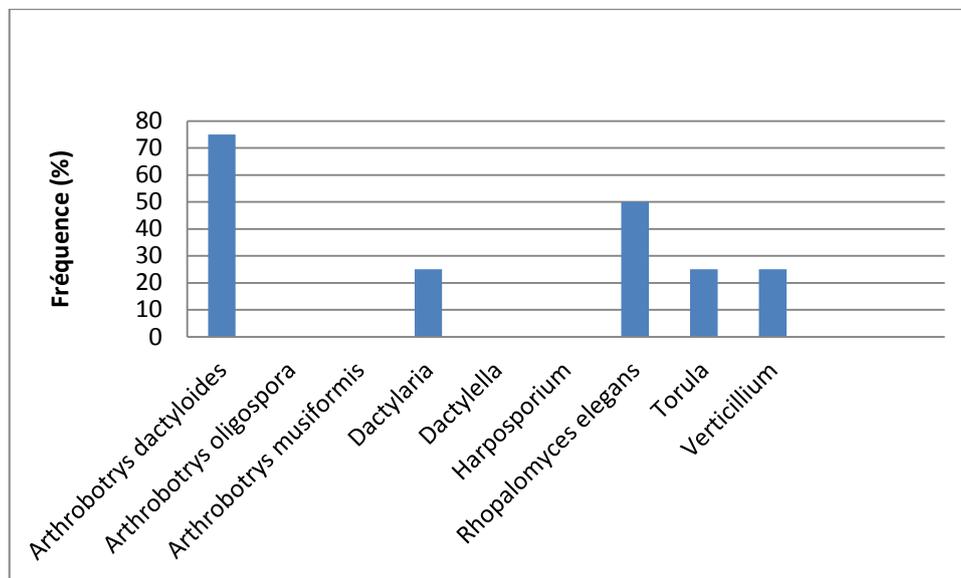


Fig.n°14 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur 10cm.

Nous remarquons la présence d'*Arthrobotrys.dactyloides* avec une fréquence de 75% ,50% pour *Rhopalomyces elegans* et 25% pour *Dactylaria*,*Torula* et *Verticillium* .

Résultats et Discussions

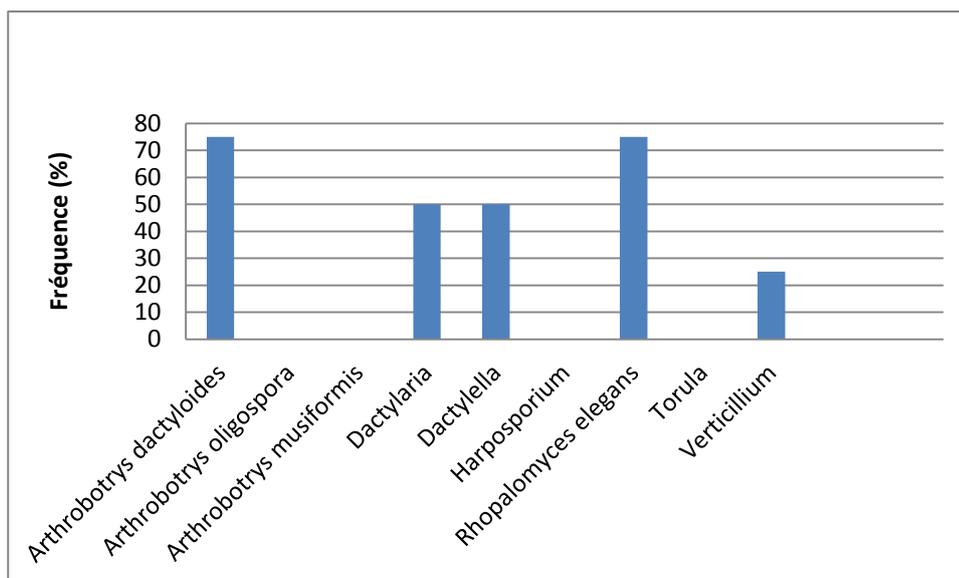


Fig.n°15 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur 20cm.

Nous remarquons la présence d'*Arthrobotrys.dactyloides* et *Rhopalomyces elegans* avec une fréquence de 75% ,50% pour *Dactylaria* ,*Dactylella* et 25% pour *Verticillium*.

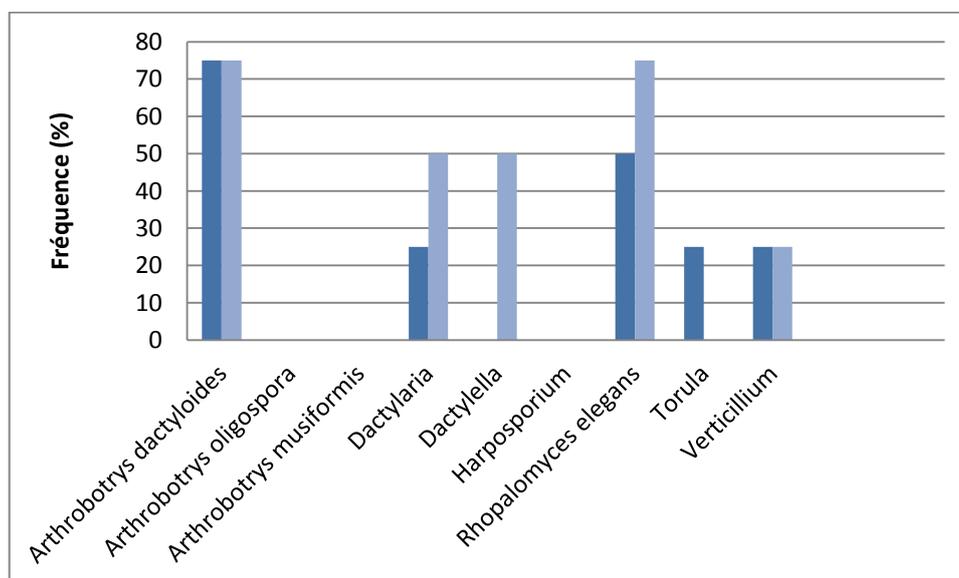


Fig.n°16 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA culture courgette variété Noor profondeur (10 et 20cm).

Résultats et Discussions

La présence d'*Arthrobotrys.dactyloides*,*Dactylaria*,*Rhopalomyces elegans* et *Verticillium* dans les deux variétés avec des fréquences entre 75% et 25% respectivement.

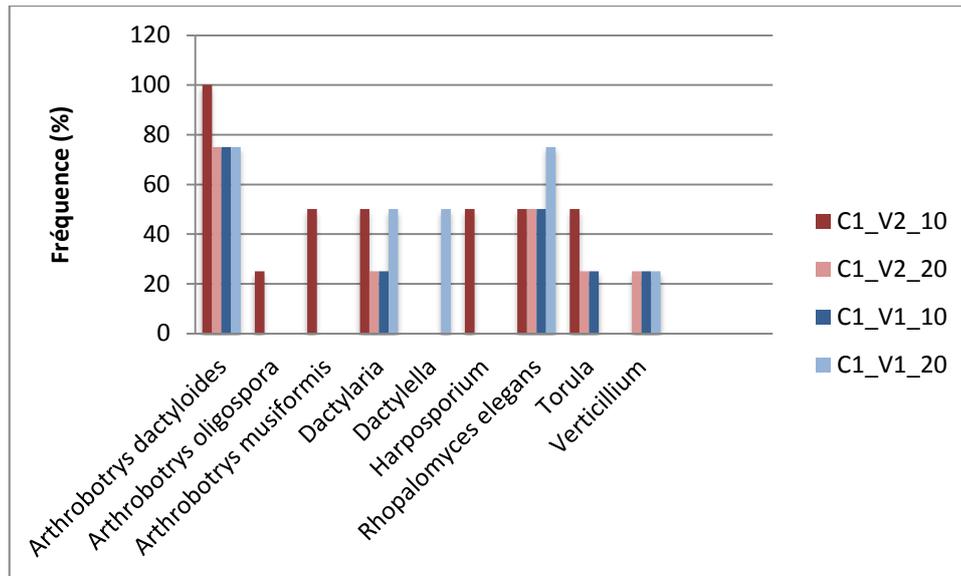


Fig.n° 17 : fréquence des champignons nématophages dans la station de FOUKA Des deux variétés de courgette profondeur (10 et 20cm).

La présence d'*Arthrobotrys.dactyloides* et *Rhopalomyces elegans* dans les deux variétés avec des fréquences entre 100% et 50% respectivement.

Résultats et Discussions

V.4.2 Sur la culture de poivron :

Domaine de l'Aid Brahimi : une seule espèce a été trouvée : *Rhopalomyces elegans*.

Dans la profondeur 0-10 : avec une fréquence de 100%.

Dans la profondeur 10-20 : avec une fréquence de 50%.

Une seule espèce commune a été trouvée dans les deux sites : *Rhopalomyces elegans*.

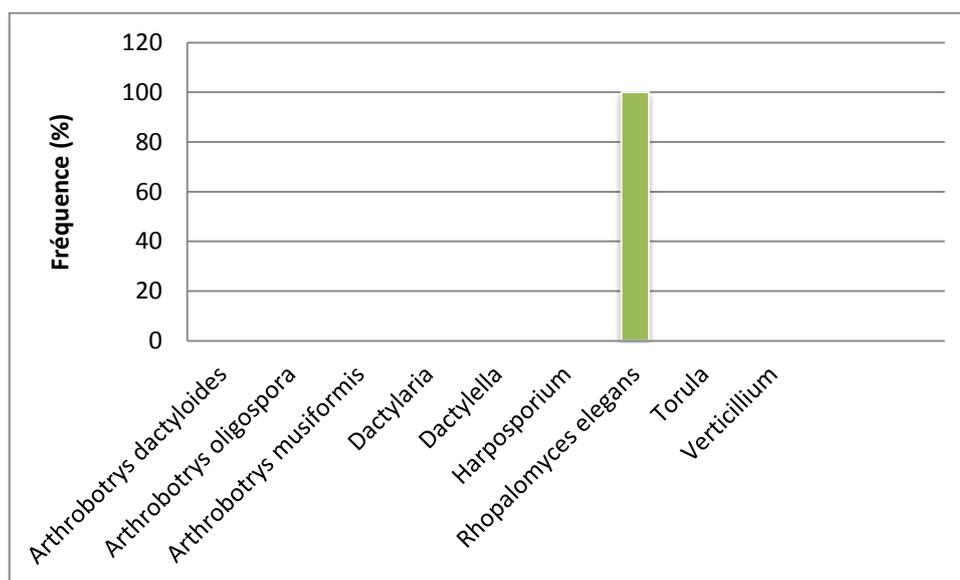


Fig.n°18 : fréquence des champignons nématophages dans la station de OUED ALLEUG culture poivron profondeur 10cm.

Nous remarquons qu'une seule espèce avec une fréquence de 100% : *Rhopalomyces elegans*.

Résultats et Discussions

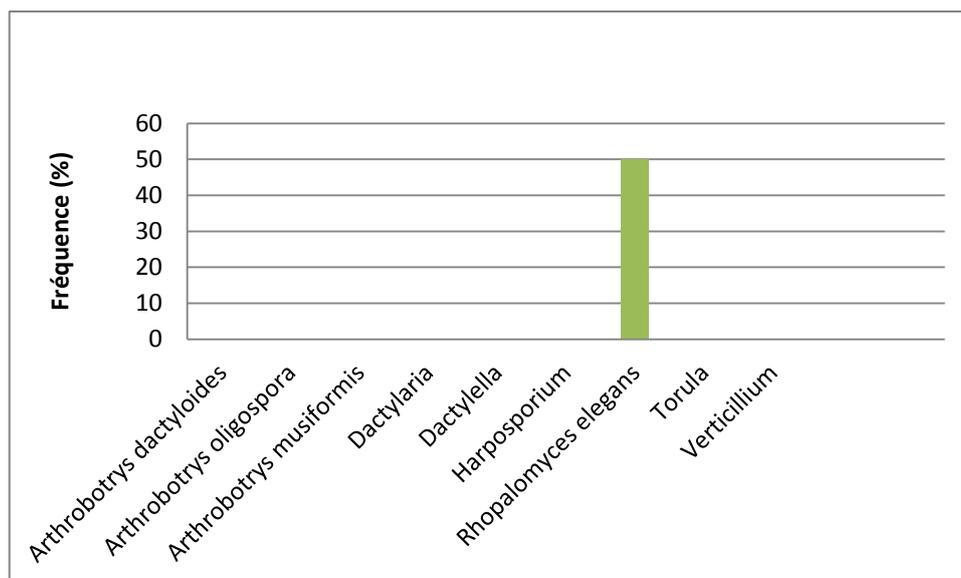


Fig.n°19 : fréquence des champignons nématophages dans la station de OUED ALLEUG culture poivron profondeur 20cm.

Nous remarquons qu'une seule espèce avec une fréquence de 50% : *Rhopalomyces elegans*.

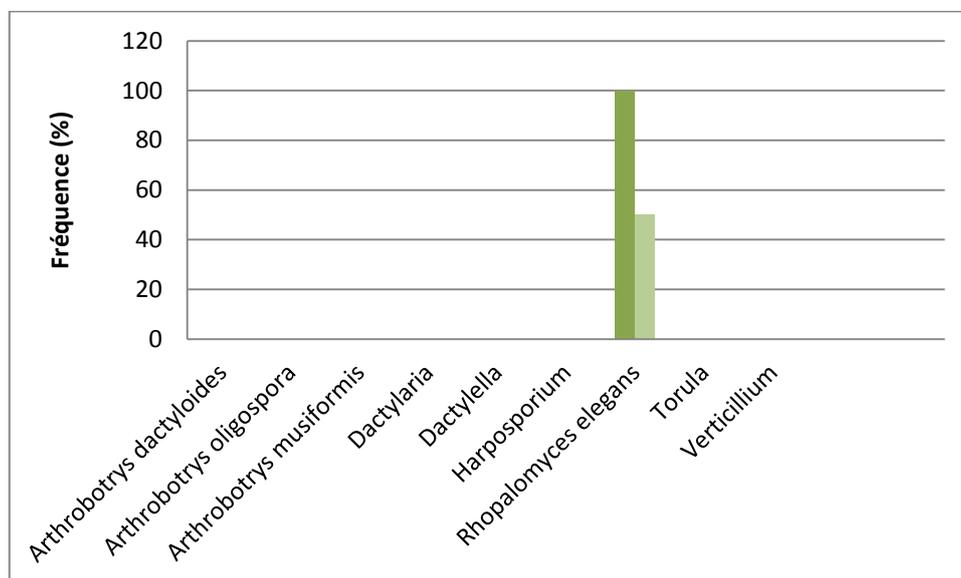


Fig.n°20 : fréquence des champignons nématophages dans la station de OUED ALLEUG culture poivron profondeur (10 et 20cm).

Résultats et Discussions

La présence de *Rhopalomyces elegans* dans les deux profondeurs (10 et 20cm) avec une fréquence différente 100% et 50% respectivement.

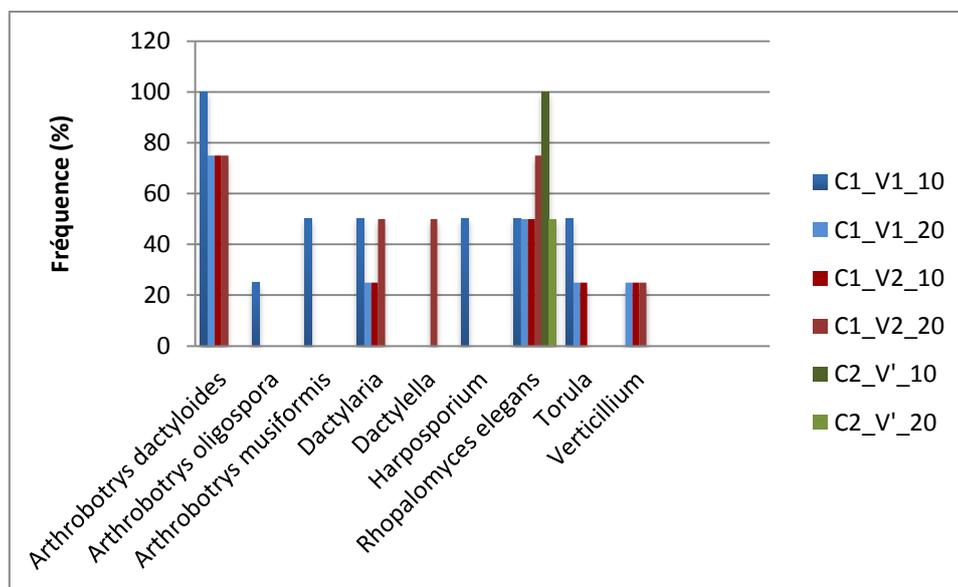


Fig.n°21 : fréquence des champignons nématophages dans les deux stations (FOUKA et OUED ALLEUG)

La présence de *Rhopalomyces elegans* dans les deux stations avec les fréquences de 100% 75% et 50% respectivement.

Résultats et Discussions

Le modèle G.L.M. appliqué à la répartition globale des champignons nématophages. L'analyse a révélé des différences non significatives entre les plantes ($p=0.095$; $p > 0.05$), les variétés ($p=1$; $p > 1$) et les profondeurs ($p=0,163$; $p > 0.05$) par contre la différence est significative quant à la répartition entre les espèces de champignons nématophages ($p=0.01$; $p < 0.05$).

Tableau n°3 : l'analyse de la variance.

Analysis of Variance					
Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
PLANTES	1672.454	1	1672.454	2.903	0.095
VARIETES	0.0	1	0.0	0.000	1.000
PROFONDEURS	1157.407	1	1157.407	2.009	0.163
CHAMPIGNONS	16759.259	6	2793.210	4.849	0.001

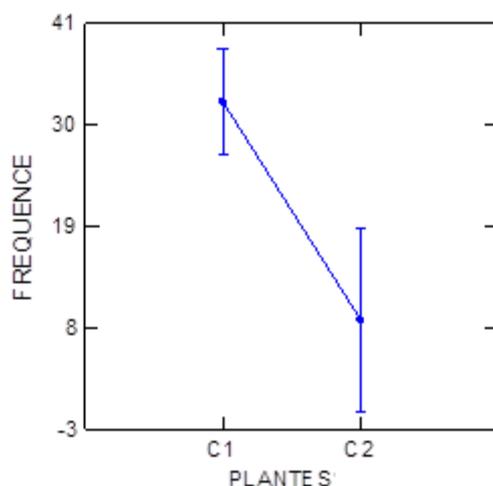


Fig.n°22 : Effet des plantes sur la répartition des champignons nématophages.

Les fréquences issues de l'analyse G.L.M. (Fig.n°22) révèlent une différence marginale ($p= 0.09$; $p > 0.05$) quant à l'influence des deux cultures (poivron et courgette). nous avons remarqué sur culture de courgette un nombre important de champignons nématophages s'est développé (7genres) par rapport à la culture de poivron(1genre).

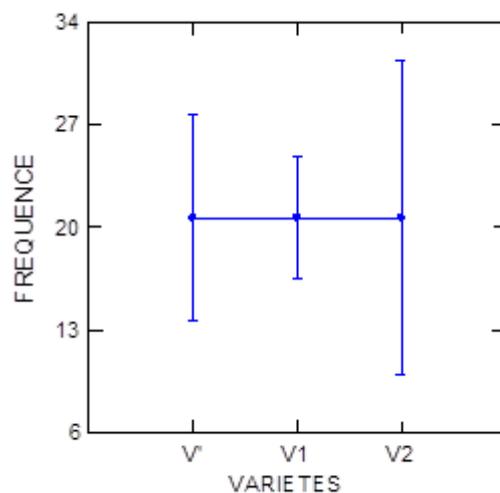


Fig.n°23 : Effet des variétés sur la répartition des champignons nématophages.

Les fréquences issues de l'analyse G.L.M. (Fig.n°23) des champignons nématophages dans les variétés V1 ; V2 et V' ont montré une variation non significative ($P=1$; $p > 0.05$).

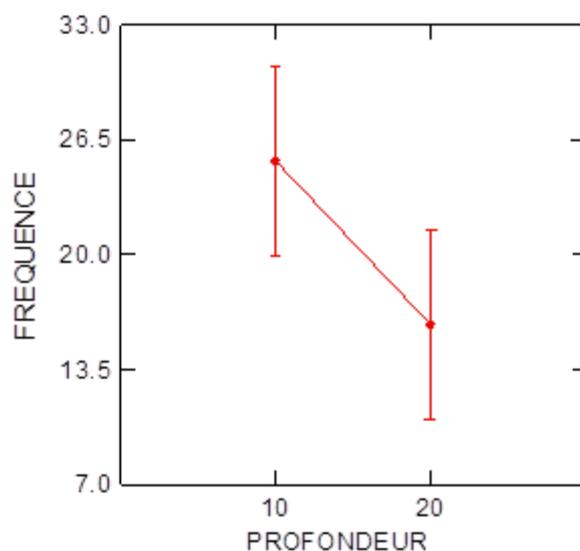


Fig.n°24 : Effet des profondeurs sur la répartition des champignons nématophages.

Résultats et Discussions

Concernant la fréquence des champignons nématophages dans les profondeurs (10 et 20cm) ont démontré une variation non significative ($P=0.163$; $p > 0.05$). Toute fois les champignons nématophages sont abondants à la profondeur 10cm.

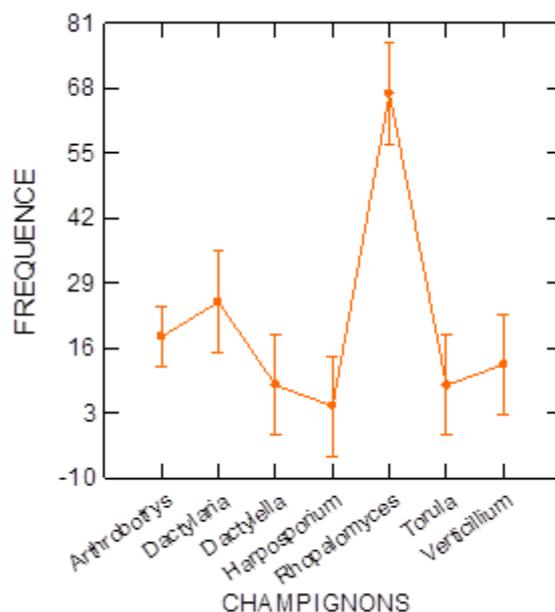


Fig.n°25 : La répartition des champignons nématophages selon les facteurs (plantes,variétés et profondeurs)

L'application du modèle G.L.M. permet de déduire que la fréquence des champignons nématophages dans les deux régions étudiés (Fig.n°25) présente une variation significative. ($P=0.001$; $p < 0.05$).Le champignon le plus fréquent est *Rhopalomyces elegans* suivi par *Dactylaria* , et les moins fréquents sont *Harposporium* et *torula*.

Résultats et Discussions

V.5 Les analyses pédologiques du sol :

Tableau n°4 : l'étude analytique du sol.

Cultures Analyses	Poivron 10cm	Poivron 20cm	Courgette 10 cm	Courgette 20cm
pH	7,19	7,20	7,80	7,82
C.E ds m	0,752	0,630	0,945	0,950
Humidité %	3,55	4,10	0,95	1,05
M.O	3,15	3,86	1,35	1,15
Densité	1,940	1,942	1,730	1,727
Calcaire total %	3,49	4,51	15,13	18,59
Ca+2	2,79	3,10	9,59	6,47
Argile	34,5	36,50	4,50	5,6
Limon fin	25,14	23,55	9,40	8,50
Limon grossier	27,45	28,60	9,60	9,95
Sable fin	10,04	10,50	49,50	51,59
Sable gossier	2,87	0,85	27	24,41

Discussions

Sur la base de l'importance des cultures maraîchères et plus précisément les cultures du poivron et la courgette qui occupent une place très importante en Algérie, dans le marché de légumes ainsi que l'effet variétal et la résistance de la culture aux différents ravageurs nous avons choisi deux régions, la région de Fouka et la région d'Oued alleug, ces dernières sont à haut risque d'infestation par les nématodes à galles.

Le questionnaire nous a permis d'avoir une idée générale, sur l'ancienneté des serres qui dépasse les 15ans, les produits chimiques sont utilisés chaque année, tel que les fumigants, les engrais et Bayfidan qui est enregistré pour contrôler l'oïdium. Les agriculteurs des deux stations visitées utilisent plusieurs produits insecticides. Les produits chimiques ont été utilisés sans tenir compte de l'état d'infestation du sol par les *Meloidogyne*, cela montre que l'intervention chimique dans les régions d'étude est systématique et anarchique. Cette dernière provoque un déséquilibre écologique de la faune du sol. En Algérie, ces nématodes sont gérés uniquement par l'application des nématicides chimiques à base des fumigants (D.D) et des organophosphorés (Abu charbieh et *al.*, 2010). D'après Davet (1996) la fumigation détruit indistinctement les parasites et les microorganismes utiles.

L'utilisation de microorganismes antagonistes, bactéries ou champignons nématophages, se révèle aux scientifiques comme une alternative intéressante à ces traitements nocifs. (Anonyme, 2005).

07 genres de champignons nématophages (prédatrices et parasites) ont été répertoriés : *Arthrobotrys* ; *Dactylaria* ; *Dactylella* ; *Harposporium* ; *Rhopalomyces* ; *Torula* et *Verticillium* ; et on a pu identifier 3 espèces du genre *Arthrobotrys* qui sont facile à déterminer par rapport aux autres et notre recherche se base sur eux ; sont : *Arthrobotrys dactyloides* ; *A.musififormis* ; *A.oligospora* ,et une espèce du genre *Rhopalomyces* : *Rhopalomyces elegans*.

Les études montrent que la présence des champignons nématophages est naturelle. (Cayrol et *al.*, 1992 ; Bouguerra ,1993). D'après Sherber (1995) « ceux sont probablement des raisons chimiques qu'ils font que le champignon n'apparaît

Résultats et Discussions

que là où les nématodes vivent ». Nordbring-Hertz et Mattiasson (1979) ont montré qu'une liaison biochimique s'établit entre le piège formé par le champignon et la cuticule du nématode attaqué, cette liaison se fait entre la lectine et les carbohydrates présents à la surface du nématode. Il existe des champignons nématophages tels que *Arthrobotrys*, qui forment des organes de capture (anneaux constricteurs, boutons adhésifs, réseaux, etc.) afin d'emprisonner les nématodes avant d'envahir leur corps. Le rapport entre pièges et nématodes est nécessaire, en effet, de petits pièges sont inefficaces pour capturer des animaux de grande dimension, de même que des grands pièges ne sauraient convenir pour attraper des petits spécimens. (Cayrol, 1979). Un large nombre de champignons piègent les nématodes constamment associés dans la rhizosphère, mais les plus importants sont inclus dans le genre *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hersutella*, *Nematophthora*, *Arthrobotrys*, *Drechmeria*, *Fusarium* et *Monacrosporium* (Siddiqui et Mahmood, 1996). Cependant, leur efficacité est variable et dépend de la nature du sol (pH, salinité, matière organique) (Djian Caporalino et al., 2008).

D'après l'étude pédologique des sols des deux régions on a noté que le pH du poivron est presque neutre (7,2) et le pH de la courgette est alcalin (7,8) un pH favorable pour le développement des champignons. D'après les différents essais effectués, il est montré que le champignon du genre *Arthrobotrys* se développe rapidement dans un sol à pH neutre et alcalin (7,2 et 8,4) alors que sa croissance est stoppée 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 (Caryol, 1983).

Le Calcium est entre (2 et 10) des deux sols, ils ne sont pas salins et sont favorable pour le développement des champignons car d'après Cayrol (1979) les salinités élevées freinent la croissance mycélienne alors les sols à salinité excessive défavorise le développement des champignons. La quantité de matière organique trouvée dans le sol du poivron dépasse 3,5 alors il est fortement organique comparant au sol de la courgette qui est entre 1,15-1,35. En ce qui concerne l'influence de la teneur du sol en matière organique, il ressort de quelques travaux que les champignons nématophages se développent d'autant mieux que la quantité d'humus soit élevée. (Cayrol, 1979).

Les analyses concernant la texture du sol montrent que la région de Fouka se caractérise par un sol sablo-limoneux et la région d'Oued alleug se caractérise par un sol limono-argileux. Reddy (1983), signale que les *Meloidogyne* se

Résultats et Discussions

développent beaucoup mieux dans les sols sableux, car d'après Brown et Swan (1974), montrent que les sols compacts limitent leur développement par manque d'aération. Plus le sol est poreux, plus il est aéré cette aération favorise l'activité physiologique du nématode (van Gundy, 1958). Concernant l'humidité du sol le poivron est compris entre 3,55-4,10 et 0,95-1,05 pour la courgette. D'après Arrufat et al. (2006), Il est possible que le fort taux d'humidité ne permette pas un bon développement de la microflore du sol. Ce qui explique la présence de plusieurs espèces de champignons nématophages dans le sol de la culture de courgette (sol sablo-limoneux) comparant au sol de la culture du poivron (sol limono-argileux) ou nous avons identifié qu'une seule espèce, *Rhopalomyces elegans*. La vitesse de croissance du champignon augmente entre les températures de 10°C à 25°C (optimum) puis régresse ensuite à 37°C, le champignon est tué mais se montre résistant au froid puisqu'il est capable de se développer normalement à -18° lorsqu'il est replacé dans les conditions thermiques favorables. (Caryol, 1983).

D'après Rebouh (2014), 05 espèces de champignon nématophage ont été répertoriées dans les régions de staoueli et douaouda ,dans les trois stations (Sidi ghiles ,hajret enous, oued sebt) 10 espèces ont été identifiées (Boukhirane ,2015) ainsi que dans la région de khemisti (Rahma , 2016).

Nous avons remarqué que dans les 03 dernières années les 02 espèces : *Arthrobotrys oligospora* et *Rhopalomyces elegans* sont toujours présentes dans les régions prospectées.

Conclusion Générale

Les produits phytosanitaires, leur impact sur l'environnement et sur la santé de L'homme sont en effet devenus un sujet de préoccupation.

Les inquiétudes sur les risques environnementaux de l'utilisation de nématicides chimiques ont conduit au développement d'agent de lutte biologique comme une composante de la protection, parmi ces agents on a les champignons nématophages qui sont des auxiliaires utiles au développement des cultures.

Dans notre étude on s'est intéressé à ces auxiliaires pour connaître leur diversité et les facteurs favorables pour leur développement.

Nous avons assigné 07 genres de champignons nématophages (prédatrices et parasites) : *Arthrobotrys* ; *Dactylaria* ; *Dactylella* ; *Harposporium* ; *Rhopalomyces* ; *Torula* et *Verticillium* ; et on a pu identifier 03 espèces du genre *Arthrobotrys* qui sont : *Arthrobotrysdactyloides* ; *A.musiformis* ; *A.oligospora* , et une espèce du genre *Rhopalomyces* : *Rhopalomyces elegans*.

Dans notre recherche nous avons pu montrer que la présence des champignons nématophages est naturelle.

Nous constatons que les différents champignons nématophages présentent une diversité, la présence de ces deux espèces *Arthrobotrysoligospora* et *Rhopalomyces elegans* est la plus remarquable dans le domaine de Bounama Djilali dans les deux profondeurs et les deux variétés quant au domaine de l'Aidbrahimi l'espèce *Rhopalomyces elegans* était la seule identifiée, l'*Arthrobotryse* est un genre dont le mécanisme de piégeage n'est pas complexe avec une rapidité de capture de L2 et une facilité de développement dans les sols. *Rhopalomyces elegans* parasite les œufs des *Meloidogyne* était fréquent dans la culture de poivron et la seule identifiée, son rôle a empêché le développement de plusieurs espèces de *Meloidogyne* suite à ce que les autres espèces de champignons nématophages n'ont pas été développées pour ne pas perdre leur énergie. Nous pouvons dire qu'il y a une corrélation entre eux.

En outre, notre recherche montre que le développement des champignons nématophages exige un milieu propice, riche en matière organique, un pH presque neutre ou alcalin et un sol qui n'est pas salin. La progression de ces

espèces dépend de ces paramètres et plusieurs d'autres qui ne sont pas encore déterminés.

Nous avons marqué une répartition significative entre les champignons nématophages dans les deux endroits.

Enfin cette exploration nous a montré la pertinence des champignons nématophages (prédateurs et parasites) dans le but de prouver l'importance de ces derniers dans l'utilisation en lutte biologique, Pour être en bonne santé, nous avons besoin de vivre dans un environnement propre, sain et sécuritaire à l'égard de réaliser cela il faut s'éloigner de l'utilisation des matières chimiques.

1. **ALIN.**, 2015- Communautés de nématodes phytoparasites associées à l'olivier : réponses aux forçages anthropiques et environnementaux. *EERGP, SIBAGHE*, 334p.
2. **Amin, A. W.**, 2000-Efficacy of *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutiella hirsutissima*, *Paecilomyces lilacinus* and *Pasteuria penetrans* as potential biocontrol agents against *Meloidogyne incognita* on tomato, *Pakistan Journal of Nematology*, vol. 18, issue 1/2: Pakistan Society of Nematologists, pp. 29-33.
3. **ANONYME**, 1997-*Développement des cultures maraîchères en zones tropicales humides* - Ministère de l'Agriculture – FAO. Fichetech.
4. **ANONYME**, 2005-*Bulletin d'information technologique*. num2, IMIST pp. 3-26.
5. **AGRIOS G.N.**, 2005- *Plant pathology, 5ème édition*, Ed. Elsevier Academic Press, U.S.A, 922 p.
6. **ARRUFAT A., SINGER M., PANCHAUD-MIRABEL E.**, 2006- Evaluation du développement et de la survie d'*Arthrobotrys conoides* en sol maraîcher. *CIVAM BIO PO*, 11p.
7. **AYADI- FEKI F.**, 2015-*Les nématodes de cultures sous serres*. Station de défense des cultures du sud sfax 94p.
8. **BARNETT H.L., BARRY-HUNTER B.**, -1972-*illustrated general of imperfect fungi*. USA, Burgess publishing company, Ed.3, 241 p.
9. **BARON P.**, 2017-Catalogue des plants (légumes, aromatiques & fleurs). *Agriculture Biologique*, pp.1-13.
10. **B'CHIR MM.**, 1988- Les limites des traitements nématicides contre les *Meloidogyne* associées au melon cultivé sous abris plastiques en Tunisie. *Rev.Némat.*, n°11, pp.189-194.

11. **BENTOUMI N. et BERRAHIA S.**,2015-*Contribution à la recherche des champignons nématophageset évaluation de l'activité nématocide des Trichoderma à l'égard de Meloidogyneincognita (nematodaMeloidogenidae).*phytopatologie,Thèseingénieur,ENSA,Harrach,94p.
12. **BERTRAND C.,LIZOT J.F. et MAZOLLIER C.**2001-Lutter contre les nématodes à galles. *GRAB, ITAB*,fiche tech,4p.
13. **BESRI M.**, 2009-Impact du Protocole de Montréal sur les risques phytosanitaires dus aux bio-agresseurs telluriques, *Colloque International sur la Gestion des Risques Phytosanitaires*, «9-11 Nov. », (Marrakech) Morocco.
14. **BLANCARD D.** ,2016-*Liste des maladies et des bioagresseurs de la courgette et des courges.*INRA.1p.
15. **BONNEMAISON L.**, **1961** - *Les ennemis des plantes cultivées et des forêts.* Ed. A.C.T.A., Paris, Vol.1, 190 p.
16. **BOUKHIRANE R.** ,2015-*Variation des champignons parasites et prédateurs des nématodes à galles Meloidogynespp (Nematoda,Meloidogynidae) sur cultures maraichères en variation de quelques paramètres.*Master2,phytoprotection durable, Blida 1,69p.
17. **BROWN S.M.et SWAIN S.C.**, **1974** -Increased crop yields following application of *Bacillus penetrans* to field plots infested with *Meloidogyne incognita*.*Rev. SoilBiol. Chemist.*, Vol. 17. pp. 483-486.
18. **BUYCK B.**, 1986 - Première contribution à un inventaire des champignons nématophages en Belgique. *MycologiaBelgica*, n°9, pp. 27 - 36.
19. **CAPORALINO C.D. et MATTZI E.I.**, **1998** - Lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. *Rev. Horti.*, n° 392, pp. 25-30.
20. **CASTAGNOGNE P.**, **1999** - Limites de l'utilisation de la résistance aux nématodes à galles chez la tomate. *Rev. Phytoma*, n° 522, pp. 61- 63.

21. **CAYROL J.C.**, 1979-*Utilisation en lutte biologique des relations nématodes champignons*. Ed. A.C.T.A., Paris, pp.115-123.
22. **CAYROL J.C.**, 1980-*De nouvelles perspectives de lutte contre les nématodes*. Ed. A.C.T.A., Paris, pp.23-24.
23. **CAYROL J.C.**, 1983-Lutte biologique contre les *Meloidogyne* au moyen d'*Arthrobotrysirregularis*.*Revue Nématol.* 6 (2), pp. 265-273.
24. **CAYROL J.C.**, 1991. Propriétés nématocides de endomyco-rhizes à vésicules et arbuscules.PHM, *Rev. Hort.*,321, pp.33-42.
25. **CAYROL J.C, DJIAN-CAPORALINOC., PANCHAUD-MATTEIE.** ,1992-la lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites. *Courrier de la Cellule Environnement de l'INRA*n° 17 pp 31-44.
26. **CHAUX CI.,FOURY CI.**, 1994-*production légumière-tome1Généralités (série Agriculture d'aujourd'hui)*. Ed : Tec et Doc lavoisier, Paris, Londres,New york.548p.
27. **CHOUGAR S.**, 2010 : *Bio écologie de la mineuse de la tomate Tutaabsoluta sur trois variétés de tomates sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la Wilaya de Tizi-Ouzou »* , , Thèse de Magister, sciences biologiquesUniv. de Tizi-ouzou, 94p.
28. **CONSEIL M., CARTAUD G., et BOUDRAIS R.**, 2009-La production biologique de courgettes en Bretagne.*Plateforme Agrobiologique d'Inter Bio Bretagne*5p.
29. **CORBAZ R.**, 1999-*Principes de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes*.Ed. Presses polytechniques et universitaires normandes, suisse,253p.
30. **CRONQUIST A.**,1981- *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*.Columbia University Press,1262p.
31. **DAHMAN T.**, 2011-*contribution à l'étude de l'activité nématocide de quelques extraits de plantes contre Meloidogyneincognita (White et Kofoid,1919) Chitwood*

1949(*Nematoda :Melodogynidae*). Mém.Mag., zoologie,écologie des communautés biologiques ,ENSA ,107p.

32. DALMASSO A., MISSONNIER J., 1986 - La lutte intégrée contre les nématodes des cultures : Intérêt des variétés résistantes. *Rev.Phytoma*, n°378, pp. 13 - 16.

33. DAUNEY M., 2010- Piments, poivrons et tomates : conservation du patrimoine génétique et évolution des variétés. *Rev.Hort*.pp.1-10.

34. DEGUIRAN G. et NETSCHER G., 1970-Les nématodes du genre *Meloidogyne*,Parasites des cultures tropicales, *Cahier O.R.S.T.O.M.* Série nématologie, pp.151-181.

35. DIOP M.T.,1994-*Les nématodes parasites des cultures maraîchères au Sénégal.Distribution de Pasteuriapenetrans,actinomyctite parasite des nématodes du genre Meloidogyne.*. Thèse ing. Biologie animale, Dakar,70p.

36. DJEMAI I., BOUNACEUR F., MILLAT-BISSAAD F.Z., NEBIH D.et HOCEINI F.,2014-Les Nématodes Inféodes Aux Solanacées Sous Serres De La Région De Biskra (ALGERIE). AFPP – dixième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture. MONTPELLIER – 22 et 23 octobre 2014 9p.

37. DUVAL J., 1991 - Les nématodes de la tomate. *Rev. Agro. Biol.* Vol. 1,n° 320, pp.1-7.

38. ERARD P., 2002-*le poivron*, Ed : CTIFL, Paris,152 p.

39. FOURY C., 1995 - Lutte contre les parasites et ennemis d'origine tellurique vers une stratégie plus intégrante ?*Rev. Horti.*, n° 356, pp. 21-29.

40. FRITSCH J., 2001 - La désinfection des sols par les fumigants. *Rev.Phyto.*, n°542, pp.24-27.

41. GOULFIER G., 2010-*Poivron et piment, réussir la récolte*. Ed : Rustica,1p.

- 42. HAUGUI A., GHAZALI I., MAMANE K., ASSOUMANEM., ISSA K, DELMAS P., 2013-**Comment lutter contre les nématodes parasites des cultures maraichères par la solarisation ? *INRA, RNCA, NIGER*, 5p.
- 43. I.T.C.M.I. ,2010-**La culture du PIMENT / POIVRON. 6p.
- 44. JACOB P., 1997 -** [Investigations of the effect of nematophagous fungi against *Meloidogyne* sp. in vitro and in *Lycopersicon esculentum*.] *Rev. Nematol.*, Vol. 68, n° 1, pp. 1-45.
- 45. JATALA P. ,1985-**Biological control of nematodes. In : *An advanced treatise on Meloidogyne (biology and control)*. Vol. I, J.N. Sasser and C.C. Carter (eds.), North Carolina State Univ Graphics. pp. 303-308.
- 46. KHAN M.R. et GOSWAMI B.K., 2000 -** In vitro evaluation of indian isolates of *Paecilomyces lilacinus* against *Meloidogyne incognita* eggs. *Journ. Nematol.* Vol. 30, n° 1, pp. 96 -97.
- 47. LUNG G., FRIED A. et SCHMIDT U., 1997 -** Biological control of nematodes with the enemy plant *Tagetes sp.* *Rev. Nematol.*, Vol. 66, n° 3, (résumé).
- 48. NORDBRING-HERTZ B. ET MATTIASSON B., 1979-**Action of a nematode-trapping fungus shows lectin-mediated host–*microorganism interaction*. *Nature*, n° 281, pp. 477 – 479.
- 49. PELOILLE M. ,1981-**les Hyphomycetes prédateurs de Nématodes : phénomène de prédation ; écologie ; utilisation en lutte biologique. *agronomie Entomophaga* 1 (4), pp. 331-337.
- 50. PHILLIP J. 2001 -** *Nematophagous fungi*. Guide of fungus. pp. 1-2.
- 51. PRAT R., 2013-** Accueil des fruits et légumes Fruits et Légumes du Marché. Biologie et Multimédia, *UFR des Sciences de la Vie*. 5 p.
- 52. RAHMA F.Z., 2016-**L'effet nématicides sur les champignons prédateurs et parasites des *Meloidogyne* spp., Mémoire Master phytoprotection durable, Blida 1, 63p.

- 53. REBOUH D.**,2014-*l'étude de l'infestation des différentes cultures maraichères par les nématodes à galles Meloidogyne (Nematoda,Meloidogynidae) .Evaluation de la mycoflore prédatrice et parasite.*Mémoire Master,P.P.A., Blida1,69p.
- 54. REDDY P.**, 1983 - *Plant Nematology*. Ed. Agri. Publ. Acad., India, 287 p.
- 55. ROUSSILLON L.**,2012-*La courgette de plein champ,éléments techniques et économiques pour les zones de montagne sèche.*Chambre d'agriculture,2p.
- 56. SALLE G., COERTETJ., FLEURANCE G.**,2016-*Quelles perspectives d'alternatives aux anthelminthiques pour le contrôle des strongyloses équine*s ?Ed., INRA, IFCE.4p.
- 57. SAUNKARANARAYANAN C. HUSSAINI S.S., KUMAR P.S. et RANGESHWARAN R., 2000** -Biological control of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and white 1919) Chitwood 1949 on tomato by *Verticilliumchlamydosporiumgoddard* cultured on different substrates. *Nemato. Abst.*, Vol.70, n° 2 (résumé).
- 58. SCOTTO LA MASSESE J.C.**,1962-Aperçu sur les problèmes posés par les nématodes phytoparasitaires en Algérie. *Ass.Agri.F N H P C*, Versailles, pp.83-105.
- 59. SEDRAL MY.H., LAOUANE H. R'2 ET LAZREK H.B.Z.**,2002-Mise en évidence de la présence des toxines dans le filtrat de culture du *Verticilliumdahliae* agent causal de la verticilliose de l'olivier. INRA, Maroc.pp .85-93.
- 60. SELLAMI S., LOUNICIM., EDDOUD A et BENSEGHIR H.**,1999-Distribution et plantes hôtes associées au *Meloidogyne* sous abris plastique en Algérie. *nematol. Medit.*,27, pp.295-301.
- 61. SELLAMI S., MEZRKET A. et DAHMAN T.**,2010- *ActivitéNematicide De Quelques Huiles Essentielles Contre MeloidogyneIncognita.*ENSA,Harrach,*Nematol. medit*, 38, pp .195-201.
- 62. SHERBER C., 1995** -Champignons carnivores -Vue d'ensemble des espèces. *Rev. Das Taublatt*, n°33 (résumé).

- 63. SIDDIQUI Z.A. et MOHAMED I., 1996** - Biological control of plant parasitic nematodes by fungi. *Rev. Nemat. Abst.*, Vol. 66, n° 3,(résumé).
- 64. SINGH A. K., SHARMA A.K and SHORAN J., 2007** - *Heteroderaavenae* and its management on wheat in India. In: *Cereal Cyst Nematodes: status research and outlook*. Eds. Riley I.T., Nicol J.M. and Dababat A.A., CIMMYT, Ankara, Turkey,pp.17-22.
- 65. STEPHAN Z.A. et ABU-GHARBIEH W.A.,2010**-*Root-Knot Nematodes (Meloidogyne spp.) Dommage*, pp. 285-327, Losses and Control IN: *Plant Parasitic Nematodes in Arab Countries*. Al HAZMI A.S., STEPHAN Z.A., STEPHAN Z.A. et DAWABAH A.,2010.1ère edition, Ed. Dar wael, Vol. 1. 586 p.
- 66. VANGUNDY S.D., 1958** - Aging and starvation in larvae of *Meloidogyne javanica* and *Tylenchulus semipenetrans*. *Rev. Phytop.* n° 57, pp. 559-571.
- 67. Whitehead A.G., 1998**- Sedentary endoparasits of root and tubers *Meloidogyne* and *Nacobbus* in plant nematode control. Ed: C.A.B.Intarnational.London,384p.
- 68. YANG et ZHANG ,2014** -Autophagy is required for trap formation in the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora*.*Environ Microbiol.*;5(4),pp.511-517
- 69. ZHANG F.Y., LI H.L., YUAN H.X., CHEN L.,2011**- Isolation and identification of fungal parasites of cyst nematodes in *Heteroderaavenae* group. *ActaPhytophylacica*. 38, pp.52–58.

Chapitre I : Généralités sur les plantes hôtes

I.1. La culture de courgette :

I.1.1 Généralités sur la courgette :

La courgette *Cucurbitapepossp. Pepo*, est une plante de la famille des Cucurbitacées dont le fruit est consommé avant maturité. Il peut être de forme allongée ou ronde, et de couleur jaune ou verte plus ou moins foncée.

C'est une plante annuelle, non coureuse et non ramifiée, à port dressé et dont les grandes feuilles suivent un long pétiole. Comme les autres courges, la courgette est une espèce monoïque (on trouve sur la même plante des fleurs mâles au bout de longues tiges verticales, et des fleurs femelles au bout de l'ovaire qui préfigure le futur fruit).

La fécondation est assurée strictement par des insectes pollinisateurs (pollinisation entomophile). Les fruits se développent très vite et nécessitent une récolte régulière (2 à 3 fois par semaine). La courgette contient 95% d'eau. Elle est très peu énergétique (seulement 30 calories pour 100 grammes). Elle est riche en potassium, calcium, phosphore, vitamines A – B3 – C – D – K. Les graines contiennent du zinc. (Conseil ,*eta/*. 2009).

I.1.2. Origine de la courgette :

Comme la plupart des Cucurbitacées, les courgettes sont originaires d'Amérique centrale le Mexique, où il a été domestiqué il y a au moins 5000 ans avant notre ère. L'Europe n'a fait leur connaissance que lorsqu'elle a découvert le Nouveau Monde et les Indiens qui les cultivaient. Ce n'est qu'au XVIII^{ème} siècle que les Italiens commencèrent à consommer une certaine variété, brillante et aqueuse, de ces courges avant qu'elle ne soit parfaitement mûre. Elle est arrivée en France au début du siècle, où elle est cultivée toute l'année. Comme les autres Cucurbitacées, les courgettes nous viennent d'Amérique, introduites en Europe par les conquistadors. Leurs ancêtres sauvages étaient tous amers, et la domestication de ces plantes s'est sans doute faite en premier lieu pour la consommation des graines, riches en lipides et en protéines. Aujourd'hui, les

Analyses bibliographiques

courgettes ont une saveur douce et sont appréciées comme légume minceur, peu calorique et riche en sel minéraux. (Erard, 2002).

I.1.3. Position systématique :

Selon la Classification de Cronquist (1981)

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Violales

Famille : Cucurbitaceae

Genre : Cucurbita

Espèce : *Cucurbitapepo*

Sous-espèce : *CucurbitapepopoL.*

I.1.4. Description Botanique :

Selon Prat (2013) (fig.n°1)

La plante de la courgette se caractérise par deux types : Les courges longues ont une forme rampante (coureuse) et Les courges courtes et buissonnantes ont une forme érigée (non coureuse).

Des feuilles Larges et rudes au toucher. Plus ou moins velues arrondies, incisées. Portées par de forts pétioles. Monoïques.

Les Fleurs développent de larges feuilles au centre desquelles se forment des fleurs de 2 types : Les fleurs mâles sont stériles mais possèdent des étamines et Les fleurs femelles ne possèdent pas d'étamines mais un ovaire situé sous l'insertion des pièces florales et qui donnera le fruit.

Les Fruitssont allongés en forme de massue (courgette) ou arrondis aplatis (potiron), de taille et couleur diverses.

Analyses bibliographiques



Feuilles



Fruit



Fleur mâle



Fleur mâle en coupe longitudinale.



Fleur femelle avec fruits.



Fleur femelle en coupe longitudinale.

Fig.n°1 : les différentes parties de la courgette (Prat, 2013).

I.1.5 Exigences écologiques :

C'est une plante qui exige beaucoup de chaleur, et elle est sensible au gel. C'est une culture qui craint l'excès d'humidité. Les Cucurbitacées préfèrent un sol profond, humifère, meuble et bien drainé, pas trop sec ni trop humide ayant reçu de la fumure organique. (Anonyme, 1997).

I.1.6. Techniques culturales :

Selon Conseil, et *al.* (2009)

La culture exige un labour profond de 20 à 25 cm, on fait le pulvérisage, le nettoyage et le planage soignés afin de pouvoir semer sur le sol bien ameubli. Les semences grosses et bien constituées. L'époque favorable pour la culture est vers la fin de la saison de pluies car les courgettes ne supportent pas les grosses pluies. Semer en ligne et par poquet de 2 à 3 graines dans des trous. Couvrir les graines avec du terreau et plomber, pour qu'elles soient bien en contact avec la terre. Pailler et arroser afin de favoriser la levée. La germination a lieu 8 à 10 jours après semis, et la récolte commence 02 mois après le semis et peut s'échelonner sur un mois.

I.1.7. Les différentes variétés de la courgette :

I.1.7.1 Variétés de la courgette cultivées dans le monde :

Les formes et les couleurs des courgettes se diversifient. Parmi les classiques longues et vertes, 'Précoce maraîchère', 'Diamant' 'Black Beauty' se remarque à sa peau foncée. 'Gold Rush' produit des fruits allongés, jaunes, à la chair tendre et douce. (Roussillon, 2012).

I.1.7.2 Les variétés cultivées en Algérie :

Il y a plusieurs variétés cultivées en Algérie comme : Black Beauty, Quarantaine, verte d'Alger, Jadida, et des hybrides tel que : Abondance, Tézier F1 et Diamant. (Anonyme, 2010).

Analyses bibliographiques

I.1.8. Maladies et ravageurs de la courgette :

Selon Blancard (2016) les cultures de courgette sont sujettes à divers maladies et ravageurs.

Tableau n°1 : Diversité des Bioagresseurs de la courgette.

<p>Champignons</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Botrytis cinerea</i> (moisissure grise) • <i>Didymellabryoniae</i> (chancres gommeux sur tige, pourritures noires sur fruit) • <i>Fusariumsolani</i> f. <i>cucurbitae</i> • <i>Phytophthora capsici</i> (fontes de semis, pourritures des racines et du collet, lésions sur feuilles et fruits) • <i>Verticilliumdalthiae</i> (verticilliose) 	<p>Bactéries <i>Xanthomonascucurbitae</i></p> <p>Virus</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Beet pseudo-yellows virus (BPYV)</i> Virus de la pseudo-jaunisse de la betterave • <i>Cucumbermosaic virus (CMV)</i> Virus de la mosaïque du concombre • <i>Watermelonmosaic virus (WMV)</i> Virus de la mosaïque de la pastèque • <i>Zucchiniyellowmosaic virus (ZYMV)</i> Virus de la mosaïque jaune de la courgette
<p>Ravageurs Insectes et acariens</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acariens • Aleurodes • Mouches mineuses • Noctuelles • Pucerons • Thrips 	<p>Maladies non parasitaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accidents climatiques et environnementaux (grêle, coup de soleil) • Anomalies génétiques (chimères) • Fasciation de la tige • Fumagine • Coulures des fruits • Jaunissement physiologique • Macules physiologiques • Nécrose apicale • Phytotoxicités
<p>Nématodes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u><i>Meloidogynespp.</i></u> (nématodes à galles racinaires) 	

I.2.La culture de poivron

I.2.1. Généralités sur le poivron :

Poivrons et piments sont des variétés d'une même espèce (*Capsicum annuum* de la famille des Solanacées comme les tomates et les aubergines). Ce sont des baies, c'est à dire des fruits charnus à pépins. Il s'agit d'une plante annuelle de 60 cm de haut, aux tiges dressées et ramifiées se lignifiant en fin de culture. Les feuilles lancéolées sont portées par des pétioles plus ou moins longs. Les fleurs hermaphrodites sont blanches et solitaires. La fécondation croisée donne naissance à des fruits dont la couleur verte virera à maturité au rouge, au jaune, au violet ou à l'orange suivant la variété. Les graines sont blanches et aplaties. (Dauney ,2010).

I.2.2. Origine du poivron :

Originaires d'Amérique du sud, ou les premières cultures de *Capsicum* remontent à 5000 ans avant notre ère, il est découvert par Christophe Colomb dès son premier voyage. Espagnols et portugais vont rapidement le faire connaître à l'Ancien Monde sous sa forme piquante et au XVIe siècle, cette épice est déjà très répandue. Mais sous sa forme douce appelée poivron (pébroun en Provençal) il faudra attendre le XVIIIe siècle pour qu'il entre dans les habitudes culinaires de l'Europe Méridionale sous forme de légume consommé cuit ou cru. Aujourd'hui, les poivrons sont commercialisés à différents stades de maturité.(Dauney, 2010).

I.2.3. Position systématique :

Selon la Classification de Cronquist (1981)

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : *Capsicum*

Especie : *Capsicum annuum* L., 1753

I.2.4 Description botanique :

Selon Daunay(2010)(Fig .n°2)

Le poivron est une plante annuelle qui pousse en climat tempéré car elle ne résiste pas au gel. Elle est à port dressé, presque arbustif, très ramifié. Les tiges de la base ont tendance à lignifier. La plante atteint 40 à 50 cm de haut en général à la suite d'une germination ayant durée de 7 à 15 jours.

Les feuilles du poivron s'alternent et sont lancéolées, se terminant en pointe, elles sont d'un vert brillant.

Le poivron présente de nombreuses fleurs, petites, de couleur blanchâtre, à pétales soudés et pointus, au nombre de 6 à 8.

Le fruit est une baie d'un type particulier, avec une pulpe relativement mince formant une espèce de capsule entourant un placenta plus ou moins volumineux portant de nombreuses graines. Extérieurement, la peau est lisse et brillante, de couleur vert brillant avant maturité, elle prend à maturité une couleur vive, en général rouge, mais aussi jaune, orangé, violet, marron, noir. Les graines sont petites, plates, réniformes, de couleur crème. Les poivrons se distinguent des piments par des fruits plus gros et plus charnus. Dépourvus de substance piquante (la capsaïcine).



Fleurset feuilles



Plant



Fruit

Fig.n°2 : Les différentes parties du poivron (Goulfier, 2010).

Analyses bibliographiques

I.2.5 Exigences écologiques :

La plante du poivron est exigeante en chaleur, son optimum de croissance se situe à 24°C. La croissance de la plante se ralentit à des températures inférieures à 13 °C. Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse.

C'est une plante exigeante en humidité du sol, il faut 80-85 % pour de bons rendements. Lorsque l'humidité relative de l'air est basse (inférieure à 60 %) et la température est élevée, les fruits ne grandissent pas. Le sol doit être profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus, en matières nutritives. Le pH optimum se situe entre 6,5 à 7.

I.2.6. Techniques culturales :

Pour une bonne culture de poivron, il faut d'abord préparer le sol le labourer et l'affiner. Après faire des semences tracer des lignes, distante de 20 cm et profondeur de 1 cm. Semer une graine distante de 2 cm sur la ligne, bien enterrer les semences après semis. Arroser régulièrement pour maintenir l'humidité. La germination se fera après 2 semaines. et enfin faire une récolte qui commence 02 mois après la transplantation lorsque les fruits sont fermement attachés à la plante, avant la maturité. Pour effectuer la récolte, il est recommandé d'utiliser un sécateur ou un couteau.

I.2.7. Les différentes variétés du poivron :

Les variétés cultivées sont innombrables. Doux de Valence ; Petit vert marseillais ; Piquant ; Doux California Wonder ; Petit carré de Nice ; Le Pepper Mont Jolien. Variétés les plus cultivés en Algérie : Esterel, Lipari, Italico, Doux marconi, Corne de chèvre, Nour, Foughal, capel hot (type piquant). (ITCMI, 2010).

Analyses bibliographiques

I.2.8. Maladies et ravageurs du poivron :

Selon Blancard (2016), les cultures de poivron sont sujettes à divers maladies et ravageurs.

Tableau n°2 : Diversité des Bioagresseurs du poivron.

<p>Champignons</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Alternaria alternata</i> (pourriture s noires des fruits) • <i>Botryosporium</i> spp. (moisissures saprophytes) • <i>Penicillium</i> spp. (moisissure saprophyte) • <i>Pseudoidium neolycopersici</i> (oïdium externe) • <i>Phytophthora infestans</i> (mildiou aérien) • <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>radicis-lycopersici</i> (FORL) • <i>Verticillium dahliae</i> (verticilliose) 	<p>Bactéries et phytoplasmes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Pectobacterium</i> spp. (pourritures bactériennes) • <i>Pseudomonas corrugata</i> (moelle noire) • <i>Candidatus Phytoplasma</i> spp. (stolbur)
<p>Maladies non parasitaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anomalies génétiques du feuillage • Anomalies génétiques des fruits • Argenture (silvering) • Asphyxie racinaire • Brûlures solaires des fruits • Foudre • Fumagine 	<p>Ravageurs : Insectes et Acariens</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aleurodes • Cochenilles • Mouche des fruits • Pucerons • Punaises • <i>Tuta absoluta</i> • <i>Aculops lycopersici</i> (acariose bronzée)
<p>Viroïdes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Citrus exocortis viroid</i> (CEVd) - Viroïde de l'exocortis des agrumes • <i>Potato spindle tuber viroid</i> (PSTVd) - Viroïde des tubercules fusiformes de la pomme de terre 	<p>Virus</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Alfalfa mosaic virus</i> (AMV) - Virus de la mosaïque de la luzerne • <i>Cucumber mosaic virus</i> (CMV) - Virus de la mosaïque du concombre • <i>Tomato mosaic virus</i> (ToMV) - Virus de la mosaïque de la tomate
<p>Nématodes</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Meloidogynes</i> spp. (nématodes à galles racinaires) 	

- *Pratylenchus* spp. (nématodes à lésions racinaires)

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur le nématode *Meloidogynes*

II.1. Généralités sur les nématodes phytoparasites :

Les nématodes phytoparasites : ou nématodes phytophages, sont de petits vers microscopiques qui vivent aux dépens des plantes, en ectoparasites ou en endoparasites, causant d'importants dégâts aux cultures. Ils peuvent directement affecter la croissance et la vigueur des plantes. Les plus dommageables pour les cultures sont les endoparasites sédentaires dont plusieurs stades vivent à l'intérieur des racines des plantes. Le principal genre de ce groupe est le nématode à galles *Meloidogyne*, c'est le nématode le plus redoutable sous serre des dégâts causés sont entre 12 à 60 % selon les cultures. (AyadiFeki, 2015).

II.2. Description morphologique du genre *Meloidogyne* :

Meloidogynes les nématodes des racines noueuses *Meloidogyne* = du grec « femelle à aspect de pomme » sont présents partout dans le monde. Ils constituent un groupe de ravageurs importants sur le plan économique. Ils doivent leur nom aux boursouflures typiques (galles) qu'ils induisent aux racines ou aux tubercules des plantes. Ils s'attaquent à la plupart des légumes avec une certaine prédilection pour les cucurbitacées (melons, concombres ...), les solanacées (tomates, aubergines, poivrons ...) et les composées (laitues, chicorées). (Ayadifeki, 2015).

Les *Meloidogynes* sont morphologiquement très simples. Ils sont filiformes et mesurent respectivement ~ 0.4 mm pour les femelles et 1mm pour les mâles. Les nématodes phytophages se caractérisent par un stylet piqueur qui permet de perforer les cellules des vaisseaux conducteurs de sève. (Bertrand et al. ,2001). (Fig.n°3).

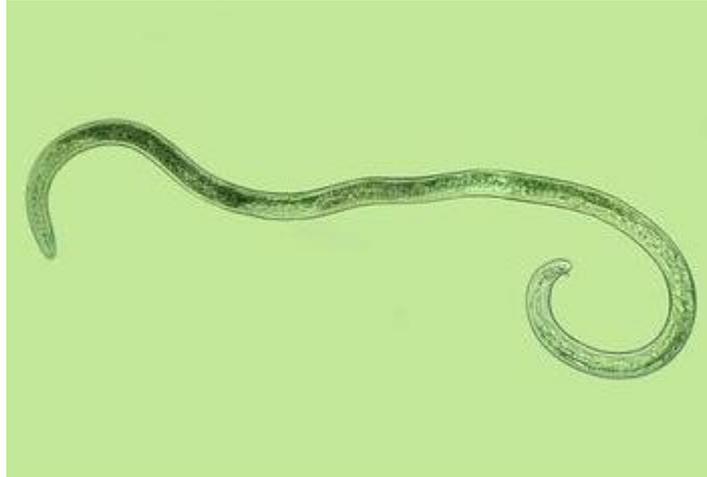


Fig.n°3 :la morphologie du *Meloidogyne*sp mâle.(Eisenback ,1984)

II.3. Position systématique du genre *Meloidogyne* :

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

Embranchement : Nematoda
Classe : Secernentea
Ordre : Tylenchida
Super famille : Heteroderoidae
Famille : Meloidogynidae
S/famille : Meloidogyninae
Genre : *Meloidogyne*

Parmi les nombreuses espèces connues, quatre sont particulièrement dangereuses, *Meloidogynehalpa*, *Meloidogyneincognita*, *M. javanica* et *M. arenaria*. Elles sont très répandues en Afrique du Nord, notamment au Maroc et en Tunisie, et peuvent être rencontrées en Europe du Sud.

II.4. Distribution géographique :

Dans le monde les cinq espèces de *Meloidogyne* originellement décrites par CHITWOOD en 1949, quatre ont une répartition très étendue dans le monde. Ces quatre espèces, *M. hapla*, *M. arenaria*, *M. incognita* et *M. javanica*, sont très polyphages et la plupart des dommages causés par les nématodes du genre leur sont attribuable.

En Algérie :

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

II.5. Le cycle biologique du genre *Meloidogyne* :

Le cycle de vie de comporte trois niveaux de développement (œuf , quatre stades juvéniles (J1, J2, J3, J4) et adulte (femelles et très rarement des mâles à cause de leur mode de reproduction parthénogénétique). Leur cycle se déroule en deux phases :

- une phase libre mobile qui ne concerne que le stade juvénile J2 qui se déplace dans le sol à la recherche des racines de d'une plante hôte.
- une phase sédentaire de maturation des J2 en femelles qui se déroule à l'intérieur des racines après la pénétration des J2.

Le cycle commence à partir des œufs réunis en une masse dans une gangue mucilagineuse à l'intérieur de laquelle on peut trouver des œufs à différents stades de développement, du stade unicellulaire au juvénile J1 et ensuite au J2 prêt à éclore. Le développement embryonnaire dure de sept à neuf jours à 28°C au cours duquel intervient une première mue. Une fois l'œuf éclos, le J2 se déplace dans le sol à la recherche de sa plante hôte, il pique une racine et y pénètre. Il traverse l'épiderme, puis le cortex pour arriver au cylindre central où il se fixe et

Analyses bibliographiques

établit un site nourricier induit par les sécrétions salivaires du nématode. Ce site est constitué de 5 à 6 cellules géantes polynuclées. En 3 à 8 semaines selon la température, le J2 subit trois autres mues en J3, J4 pour atteindre ensuite le stade adulte en une femelle piriforme (ce qui conduit à la déformation des racines en galles) qui pond ses œufs (300 à 3000) dans la gangue mucilagineuse ou en mâle qui reste filiforme et qui quitte les racines pour le sol. (Djian-Caporalino, 2009) (fig.n°4).

II.6. Symptômes :

Les symptômes d'une attaque de *Meloïdogyne* sont caractéristiques et aisés à remarquer : le système racinaire est envahi de galles (jusqu'à 1 cm de diamètre)(Fig.n°5) qui perturbent l'assimilation des nutriments. Ainsi, la première alerte est donnée par l'observation des symptômes classiques d'un dysfonctionnement racinaire.

Le plus souvent, ces symptômes apparaissent par foyers ou en lignes (zones de dépérissement) dans la culture. (Dans le sol les *Meloidogyne* vivent d'une façon agrégative et hétérogènes). Ces altérations racinaires perturbent l'absorption de l'eau et des éléments minéraux, et donc le développement des plantes qui présentent une croissance plus ou moins réduite. Le feuillage peut être chlorotique, et des flétrissements surviennent parfois aux heures les plus chaudes de la journée. La taille des fruits et les rendements sont réduits. (Haougui et *al.*, 2013).

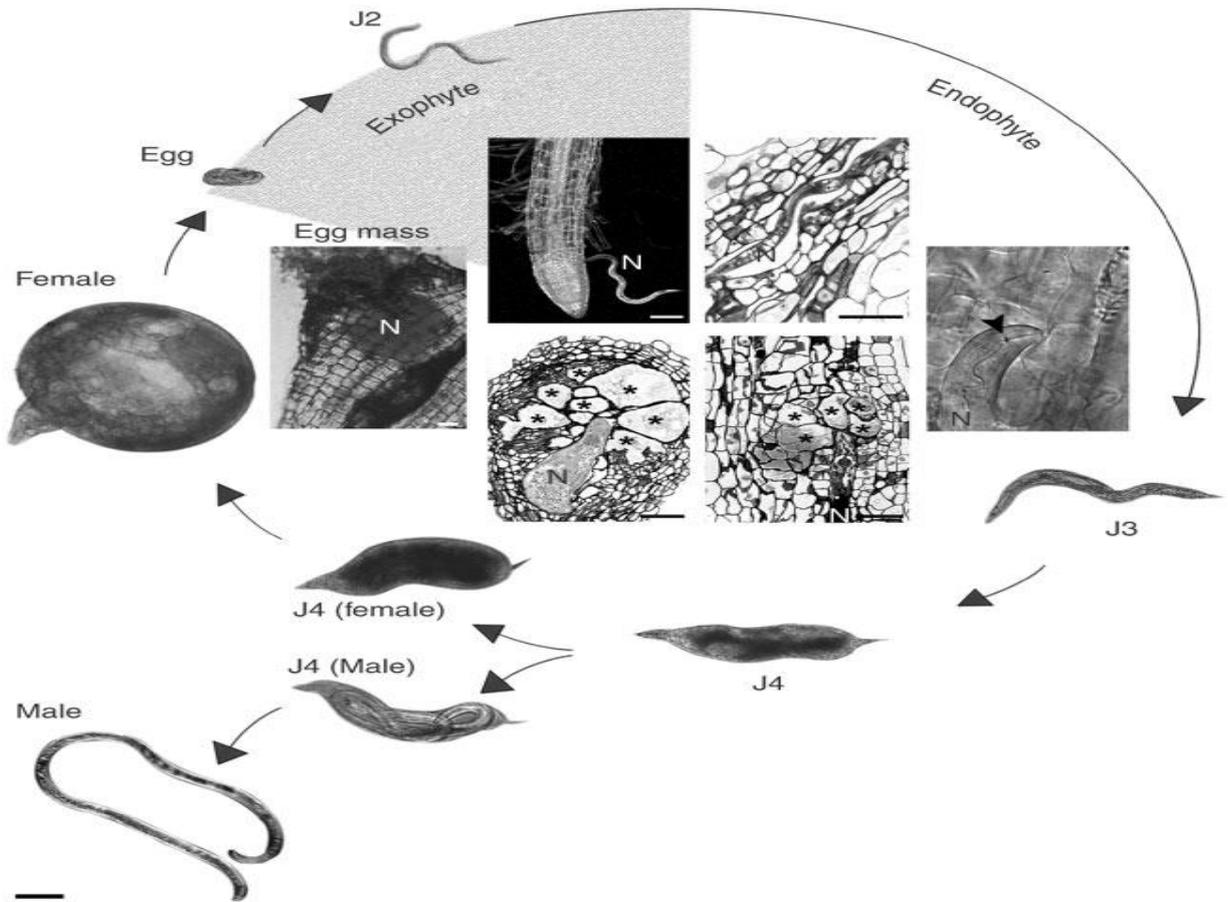


Fig.n°4: Cycle biologique de *Meloidogyne* (De Guiran et Netscher ,1970).



Fig.n°5 : Dégâts de *Meloidogyne* sur racine (Haougui et al., 2013).

II.7. Méthodes de lutte contre les *Meloidogynesp* :

D'après Foury (1995), les moyens de lutte ont pour objectif soit d'agir directement sur les parasites et les ennemis présents dans le sol, soit de ralentir la réinfestation, ou d'intervenir sur la plante hôte. Les méthodes proposées doivent :

- Détruire les ennemis au moins sur une profondeur de sol allant au-delà de la plus forte densité racinaire (profondeur variable avec l'espèce cultivée et le sol).
- Retarder la réinfestation.
- Ne pas nuire aux organismes utiles.
- Ne pas présenter d'effets résiduels nocifs à la culture.
- Etre fiable d'application facile et de coût modéré.

II.7.1. Méthodes physiques :

- **Désinfection par la vapeur :**

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

- Destruction d'antagonistes permettant une réinfestation rapide.
- Effets secondaires néfastes dus à la remontée du pH et de la salinité.
- Divers déséquilibres de la microflore.
- Mise en œuvre pas toujours facile.
- Coût élevé.
- Efficacité insuffisante voire échec dus à des causes variables ; la profondeur de désinfection est insuffisante (Foury 1995).

- **Solarisation :**

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

II.7.2. Méthodes culturales :

- **Mesures sanitaires :**

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

- **La rotation :**

Duval (1991), la rotation a souvent été conseillée comme moyen de réduire les populations de nématodes. Pour les cultures de tomate en champs, une rotation avec les céréales ou autres graminées, et les cultures en serre, une rotation avec des fèves serait appropriée contre les nématodes. L'utilisation des plantes nématicides en rotation avec des cultures donne de bons résultats. Lung et al., (1997) ont utilisé le tagette comme plante nématicide, ils ont remarqué que le tagette réduisait la densité de population des nématodes de 95% après une période de culture de deux (02) mois.

II.7.3. Lutte chimique :

Elle est essentiellement assurée par traitements du sol avec des fumigants (ou des précurseurs de fumigants), des produits organophosphorés et des carbamates très proches des insecticides.

Les premiers (dibromoéthane, dichloropropène, dazomet, métam sodium, etc..) tuent les nématodes en se volatilisant dans le sol. Très coûteux, d'un emploi avant culture difficile.

Les seconds (alidicarbe, carbofuran, oxamyl, etc.) moins coûteux et plus faciles d'emploi, inhibent la pénétration des nématodes dans les plantes hôtes. Ces produits sont surtout efficaces sur les nématodes en présence de leur plantes hôtes. En France, leur utilisation comme nématicides reste très limitée parce qu'ils sont toxiques (alidicarbe) ou trop coûteux. Ils servent surtout à protéger les pépinières, les cultures florales et ornementales. La plupart sont utilisés en tant qu'insecticides à des doses trop faibles pour que l'effet nématicides soit réel (Dalmasso et Missonnier, 1986).

Analyses bibliographiques

Les nématicides ne détruisent jamais tous les nématodes présents dans le sol. Les survivants envahissent les plantes et s'y développent dans d'excellentes conditions, sans toutefois provoquer de dommages étant donné leur faible nombre et l'époque tardive de leurs pullulations. L'emploi des produits chimiques se traduit donc :

- a) Par une forte augmentation de la récolte, par rapport à celle que l'on aurait obtenue sans traitement ;
- b) Par une re-contamination du sol après culture souvent plus importante que celle qui aurait été observée en l'absence de traitement.

Aussi est-il nécessaire de traiter à nouveau quand on refait la même culture ; cela est coûteux et non sans risques pour la santé et l'environnement. Ainsi les possibilités d'utilisation des nématicides, déjà limitées, risquent de l'être encore plus (Dalmaso et Missonnier, 1986). Bernard (2002) explique que « malgré une désinfection totale des sols tous les 4 ans au bromure de méthyle, nous n'avons pas réussi à nous en débarrasser. Les nématodes survivent en profondeur puis remontent ».

II.7.4. Les plantes résistantes :

Longtemps basée sur l'utilisation de nématicides, la lutte contre *Meloidogyne* s'oriente aujourd'hui vers la mise en cultures de variétés résistantes qui réduisent les populations sous leur seuil de nuisibilité (Castagnone, 2002). A l'heure actuelle de lutte de la plus satisfaisante contre les nématodes du genre *Meloidogyne*, que ce soit en termes d'efficacité économique ou du respect de l'environnement (Castagnone, 1999, Neveu et al., 2001).

Les variétés de tomate résistantes aux nématodes à galles actuellement disponibles au plan commercial sont toutes porteuses du gène dénommé « Mi » qui contrôle les trois espèces majeures *M. arenaria* ; *M. incognita* ; *M. javanica*. (Castagnone, 1999, Berkaloﬀ, 2003).

II.7.5. Méthodes biologiques :

Même si les nématodes phytoparasites, y compris leurs œufs, sont extrêmement bien protégés grâce à leur épaisse cuticule, ils sont dans des conditions naturelles, attaqués par beaucoup d'organismes ou de

Analyses bibliographiques

microorganismes du sol (Jatala, 1985). Certains de ces derniers sont prédateurs, d'autres sont parasites des nématodes.

Ce sont ces organismes, principalement des champignons et des bactéries, qui peuvent être utilisés en lutte biologique contre les nématodes (Brown et *al.*, 1985). D'après Caporalini et Mattei (1998), la lutte biologique contre les nématodes emploie des microorganismes en se basant sur un principe simple : « aider la nature ».

Un large nombre de champignons piègent les nématodes constamment associés dans la rhizosphère, mais les plus importants sont inclus dans le genre : *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hersutella*, *Nematophthora*, *Arthrobotrys*, *Drechmeria*, *Fusarium* et *Monacrosporium* (Siddiqui et Mahmood, 1996).

II.7.6. La lutte intégrée :

Encourage le respect de l'utilisateur, de la santé et de l'environnement tout en assurant une saine rentabilité. Son principe fondamental est que les pesticides doivent être utilisés quand et là où c'est justifiable et nécessaire. C'est pourquoi elle allie diverses techniques (mécaniques, physiques, culturales, biologiques, etc.) en complément ou en remplacement des pesticides.

La lutte intégrée suppose une approche en six étapes :

1. Identifier et connaître les alliés et les ennemis des cultures.
2. Apprécier le contexte : régulièrement dépister (c'est-à-dire chercher systématiquement la présence d'ennemis des cultures) et évaluer la situation globale (conditions environnementales, abondance des organismes nuisibles et utiles, état de santé des plantes et stade de leur développement)
3. Utiliser des seuils d'intervention (c'est-à-dire maintenir les dégâts causés par les organismes nuisibles en dessous d'un niveau de nuisance économiquement acceptable, tout en favorisant leurs adversaires naturels).
4. Adapter l'écosystème en le rendant à la fois favorable aux organismes utiles mais non attractif pour les organismes nuisibles.
5. Combiner les méthodes de lutte (préventives ou curatives) dans un système intégré de défense des cultures.
6. Évaluer les actions mises en œuvre quant à leur adaptation, à leurs conséquences et à leur efficacité. (Fritsch, 2001).

Chapitre III : Champignons nématophages

III.1. Définition :

Ce sont les champignons qui ont la capacité de capturer de parasiter et paralyser les nématodes à tous les stades de leur cycle de vie. Ils jouent un rôle important comme antagonistes des nématodes parasites des plantes et des animaux. La plupart des champignons nématophages sont des parasites facultatifs, bien que certains sont des parasites obligatoires des nématodes (Hallman et *al.*, 2009). En se basant sur leurs mécanismes d'infection, ces champignons sont généralement subdivisés en quatre principaux groupes (Yang et Zhang, 2014) :

1-les champignons prédateurs des nématodes (environ 380 espèces) : qui peuvent capturer le nématode vivant libre en utilisant les pièges.

2-les champignons endoparasites (environ 120 espèces) : qui infectent les nématodes à l'aide des spores adhésives.

3-les champignons produisant des toxines et des antibiotiques (environ 270 espèces) : ils sécrètent une toxine qui immobilise le nématode avant la pénétration des hyphes à travers la cuticule de ce dernier.

4-les champignons parasites des œufs et des kystes : ils infectent ces stades avec leurs hyphes (Nordbring-Heartz et *al.*, 2006, Zhang et *al.*, 2011).

III.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-Heartz & Stalhammar-carlemalm, 1978).

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.

Analyses bibliographiques

- 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).(Fig.n°6).

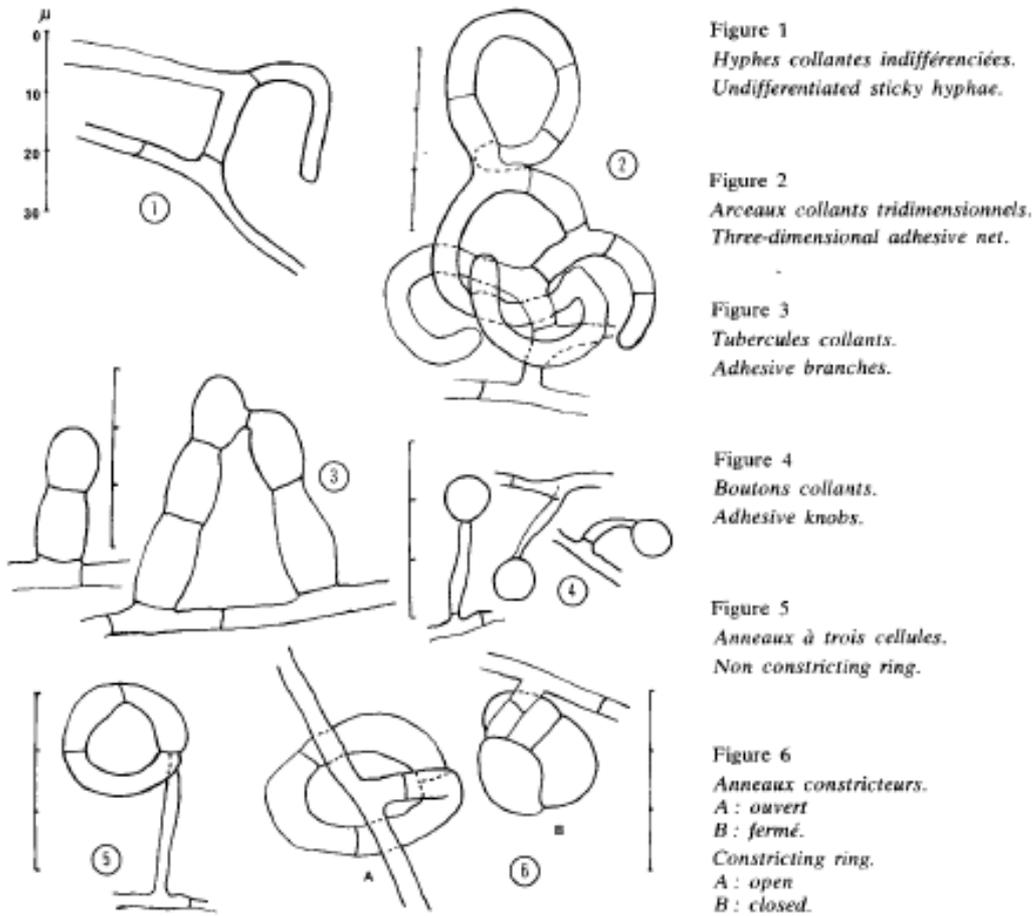


Fig.n°6 :Types et formes de pièges (Peloille ,1981).

III.3. Spécificité des champignons nématophages :

Les travaux que nous poursuivons depuis plusieurs années nous ont permis de constater que les différents champignons nématophages ne capturent chacun que des espèces de nématodes bien particulières.

Cette spécificité paraît liée à trois facteurs fondamentaux : taille des pièges, pouvoir collant des sécrétions, affinités biochimiques entre le champignon et sa proie. (Cayrol, 1980).

III.4. L'utilisation des champignons nématophages dans la lutte biologique :

Plusieurs travaux ont mis en évidence l'efficacité des champignons nématophages dans la lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. Ainsi, Singh et *al.*, (2007) ont montré que l'application au sol des hyphomycètes prédateurs comme *Arthrobotrysdactyloides* et *Dactylaria bronchopaga* peut réduire l'indice de galles de *Meloidogyne* sur les racines de 86% et le nombre de femelles, œufs et de juvéniles de 94% .

Jacob (1997), étudie le comportement et la rapidité de piégeage de plusieurs espèces de champignons : *Arthrobotryssuperba*, *A.dactyloides*, *Dactylaria candida*, *Hohenbueheliapetalodes* et *Paecilomyceslilacinus* envers *Meloidogynesp* sur culture de tomate les résultats montrent que *A.superba* est le plus rapide à piéger les L₂ des *Meloidogynesp*, suivis par *A. dactyloides*, *D. cadida*, et *H. petalodes* semble indifférente et *P. lilacinus* infeste seulement les œufs de *Meloïdogynesp* ; il pense que *A. superba* est le seul champignon in vivo qui réduit le nombre de galles sur les racines de tomate sans endommager la plante.

Amin (2000), examine sous serre, l'efficacité d'*Arthrobotrysoligospora* et *Hirsutellarhossiliensis*, *Paecilomyceslilacinus* et *Poesteuriapenetrens* vis à vis de *Meloidogyneincognita* sur la culture de tomate (variété Balca), chaque plant est inoculé par 2000L₂, les résultats observés sur le nombre de galles, les stades immatures, le nombre de femelle et les masses d'œufs pondus montrent une réduction significative dans les différents traitements, mais *A.oligospora* est le plus efficace contre *Meloidogyneincognita*. Les pourcentages de la réduction des galles

Analyses bibliographiques

et le nombre de femelles est de 66,6% et 72,0% respectivement après 10 semaines d'application comparé aux autres traitements.

Khan et Goswami (2000), étudient les différentes doses de *Paecilomyces lilacinus* sur les ravageurs de la tomate (variété Pusa Ruby) *Meloidogyne incognita*, l'étude est faite sous serres, 20 jours après le semis les plants de tomate sont transplantés dans des pots contenant différentes doses de *P. lilacinus*; (2,4,6,8 et 10g/kg de sol) et 2000L₂ / kg de sol et les pots témoins ne contenant que les larves (L₂). L'observation est enregistrée 60 jours après. Les résultats montrent que la hauteur des plants et la longueur des racines augmentent avec l'augmentation de la dose de *P. lilacinus*, même observation sur l'indice de galle et les masses d'œufs, le pourcentage d'œufs infestés est de 30,4% à 2g de *P. lilacinus* et il décroît avec l'accroissement des doses, comparés aux plants témoins. Ils préconisent que la dose optimale pour la suppression des *Meloidogyne incognita* par *P. lilacinus* est de 8g/kg de sol.

Saunkaranarayanan et al., (2000), ont montré que le *Verticillium chlamydosporium* permet de réprimer les galles, les masses d'œufs et la population de nématode, le degré de suppression des nématodes varie selon la dose d'application respectivement. *V. chlamydosporium* appliqué à 10g et 5g donne le pourcentage de parasitisme des œufs de 70% et 89,3% et les masses d'œufs sont de 63 et 69% respectivement.

Annexes

Questionnaire :

Région :

Domaine :

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

Privé :

Nombre de serre :

Nature du sol :

Précédent cultural :

La culture en place :

La variété :

Méthodes culturales utilisées :

Principe de la désinfection des sols :

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

Ancienneté de la serre :

Irrigation utilisée :

La fertilisation :

Tableau n°5 : Produits chimiques utilisés.

Courgette	Poivron
Fumigant	Fumigant
Tapas	Manaf
Angrais	Angrais
Cotine	Metal
Maxille	Anvil
Ostia	Bayfidan
Bayfidan	

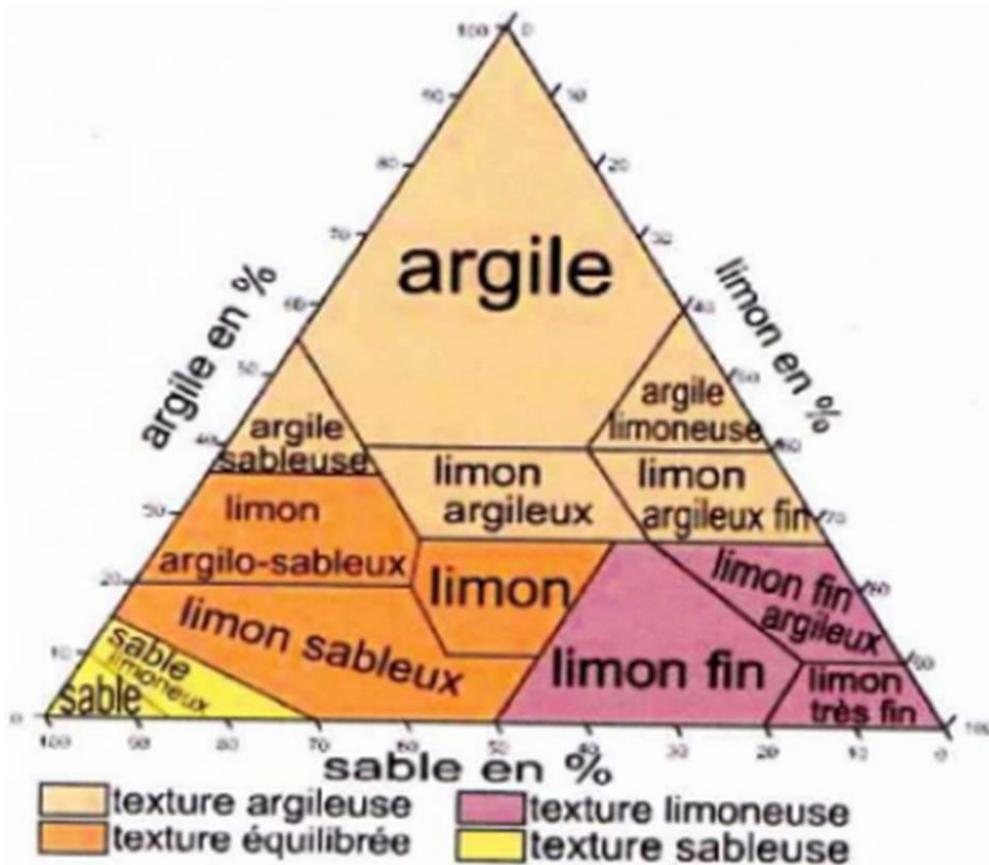


Fig n°26 : Triangle de texture du sol

La répartition des proportions de sable, de limon et d'argile détermine la texture du sol.

Après les études analytiques du sol que nous avons faites on a pu connaître le pourcentage de chaque élément et pour obtenir la texture du sol on a suivi ses étapes :

- il faut porter sur les trois axes les pourcentages d'argile, de limons et de sables.
- Pour chacun des points ainsi trouvés, mener une parallèle à l'axe précédent.
- L'intersection de ces trois parallèles désigne la classe du sol.

Différents modes opératoires et matériels utilisés pour les analyses pédologiques.

Mode opératoire et matériels utilisés pour le pH-eau :

- La balance
- Les échantillons du sol
- Flacons d'agitation
- L'eau distillée
- Agitateur magnétique
- Fioles
- Entonnoirs
- Papier filtre
- Bêchers de 50 ml
- pH mètre

Méthode de travail :

- Peser 20gr de sol et les introduire dans les flacons.
- Ajouter 50ml d'eau distillé.
- Mettre les flacons sur l'agitateur.
- Agiter pendant 30min.
- Verser la solution filtrée dans les bêchers
- Mesurer le pH du sol en plongeant son électrode dans la solution.
- Lire la valeur lorsque la lecture se stabilise.

Mode opératoire et matériels utilisés pour l'humidité :

- Balance.
- Sol.
- Boites de pétri.
- Etuve.

Méthode de travail :

- Peser la boîte de pétri vide.
- Peser 10gr de sol.
- Incubation du sol dans l'étuve à 105°C pendant 24h pour se sécher.
- Après 24h on pèse le sol sec.

- Calculer l'humidité du sol en faisant la différence entre le poids initial et le poids finale

Mode opératoire et matériels utilisés pour calcaire total :

- Balance.
- Sol.
- Hcl 6N (6 fois dilué)
- Calcaire.
- Bechers.
- Erlenmeyer.
- Calcimètre.

Méthode de travail :

- Peser 1gr de sol.
- Le mettre dans l'erenmeyer.
- Verser 50ml de Hcl.
- Agiter pour mélanger.
- Insérer l'erenmeyer au calcimètre.
- Lire le volume du Co2 dégagé.
- Faire le calcul de pourcentage du calcaire contenu dans le sol.

Mode opératoire et matériels utilisés pour de la Conductivité électrique :

- La balance.
- Les échantillons du sol.
- Flacons d'agitation de 250 ml.
- L'eau distillée.
- Agitateur magnétique.
- Fioles.
- Entonnoirs.
- Papier filtre.
- Béchers de 50 ml.
- Conductimètre cataluné par Hcl (1 /10).

Méthode de travail :

- Peser 20gr de sol et les introduire dans les flacons.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Mettre les flacons à l'agitateur.

- Agiter pendant 30min.
- Filtrer la solution à l'aide du papier filtre.
- Mesurer la conductivité électronique avec le conductimètre

Mode opératoire et matériels utilisés pour la densité apparente :

- Les échantillons du sol.
- Cylindre.
- Coupelles.
- Etuve.
- Balance.

Méthode de travail :

- Enfoncer le cylindre dans le sol.
- Récupérer le sol du cylindre.
- Le mettre à l'étuve pour évaporation de l'eau pendant 24h à 105C°.
- Après 24h on pèse le sol sec.
- Calculer la densité apparente du sol : le poids du sol sec sur le volume du cylindre.



**Photomètre à flamme = k
d'azote=N**



Distillateur d'azote=N



Minéralisateur



Granulométrie :



pipette de Robinson



agitateur rotatif



pH mètre



condicutimètre



calcimètre de Bernard



spectromètre UV visible phosphore

**Fig.n°27 : différents matériels utilisés pour les analyses pédologiques.
(Originale,2017).**

Introduction

Première partie :
Analyses
bibliographiques

Deuxième partie :

Expérimentation

Résultats et Discussions

Conclusion générale

Résumé

Table des matières