

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Biotechnologies

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master 2
en Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomique

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

THEME

**EFFET DES ACTIONS ANTHROPIQUES SUR LE DEGRE D'INFESTATION
DES CULTURES MARAICHERES PAR LES *MELOIDOGYNE*
(NEMATODA - MELOIDOGYNIDAE)**

Présenté par : Mrs. MISSOUM Ouassim et DAREM Adlan

Soutenu le 27/07/2021 devant le jury composé de :

Présidente	Mme SABRI K.	M.A.A.	UB1
Promotrice	Mme NEBIH D.	M.C.A.	UB1
Co-promotrice	Mme REGUIGE B.	Doctorante,	UB1
Examinatrice	Mme DJENNAS K.	M.C.B.	UB1

Année universitaire : 2020/2021

Remerciment

Tout d'abord, Nous commençons par remercier le bon Dieu qui nous a doté de la volonté, du courage et surtout de la patience pour produire ce travail et qui nous a aidé à faire face à toutes les difficultés rencontrées lors de son élaboration.

Nous exprimons notre reconnaissances à :

M^{me} NEBIH D., et Mme REGUIGE.B Promotrice et Co-promotrice pour leur encadrement tout le long de ce projet et pour leurs aides, orientations et conseils très efficaces.

Nos remerciements vont également à M^{me} SABRI K. pour l'honneur qu'elle nous a fait de présider le jury

Et à M^{me} DJENNAS K. d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier l'ingénieure Mme DJEMAI A. de laboratoire d'Agronomie pour leur disponibilité et leur patience.

Nous remercions tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

A mes très chers parents

Vos encouragements et vos prières m'ont toujours soutenue et guidé. En ce jour, j'espère réaliser un de vos rêves et être ligne de vous. Veuillez trouver, mes très chers parents, dans cette thèse le fruit de votre dévouement ainsi que l'expression de ma gratitude et mon profond amour .que Dieu vous garde et vous procure santé et longue vie.

A mes sœur :nihed, fatima zahra , rofeida et melissa

*Et mes frères : Mohamed, adlene, raouf, zegla, Abdelkader
Pour leur soutien permanent et leurs encouragements
continus.*

A ma tante Mehdi je te souhaite tout le bonheur du monde.

*A toute ma famille, mes proches et à ceux qui me donnent de
l'amour et de la vivacité.*

*A tous mes amis et collègues : anis, abdessamia, souhila,
meriem, rahil, chanez ...avec lesquels j'ai partagé mes
moments de joie et de bonheur*

A mon chère binôme Darem adlene

Dédicace

Aux êtres les plus chers : Mes parents,

A mon père

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Pour son enseignement continu à m'inculquer les vrais valeurs de la sa vie et pour ses précieux conseils.

A ma mère

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanent et son soutien égal dans les moments le plus difficiles de ma vie et son aide si précieuse qui a rendu possible la soutenance de ce mémoire.

*Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous **MES CHERS PARENTS** que je le dois, que Dieu vous garde*

A ma chère sœur Samah pour vous exprimer toute mon affection et ma tendresse.

*A mon cher binôme Missoum Oussim
A mes proches amies Mazouni Aymen*

M

A ma grande famille et collègues.

Résumé : Effet des actions anthropiques sur le degré d'infestation des cultures maraichères par les *Meloidogyne* (NEMATODA - MELOIDOGYNIDAE)

Les *Meloidogyne* provoquent des effets néfastes sur les plantes en induisant des galles racinaires et constituent un facteur limitant pour les cultures sous abris-serre. Ils ont une forte capacité de reproduction, ce qui leur permet d'envahir rapidement les racines des plantes sensibles et de provoquer des pertes de production considérables. Vu l'importance phytosanitaire de ce groupe zoologique nous avons réalisé ce travail dans le but d'évaluer le degré d'infestation de quelques zones maraichères sous serres par les nématodes à galles. La méthodologie utilisée est notation visuelle de l'état du système racinaire des plantes prélevées afin de dévaluer l'indice de galles, sur une échelle de 0 à 5 établie par Bchir (1983). L'étude a dévoilé que le taux et le degré d'infestation des cultures légumières varient en fonction des années. Au cours de l'année d'étude (2021), les cultures prospectées sont fortement infestées avec un taux de (74.99%). Par ailleurs, la wilaya d'Alger présente le taux d'infestation le plus élevé avec (48.66%) par rapport à la wilaya de Tipaza (15,4%). Notamment dans la commune de Ain Taya avec (100%) de serres fortement infestées. La culture de tomate et concombre sont plus sensibles aux attaques de nématodes à galles constituent des hôtes très favorables aux *Meloidogyne* en comparaison avec le poivron et l'aubergine

Mots clés : *Meloidogyne*, état d'infestation, cultures maraichères, littoral Algérien, Indice de galles

Abstract : Effect of anthropogenic actions on the degree of infestation of vegetable crops by *Meloidogyne* (Nematoda - Meloidogynidae)

Meloidogyne causes adverse effects on plants by inducing root galls and is a limiting factor for greenhouse-sheltered crops. They have a high reproductive capacity, allowing them to quickly invade the roots of sensitive plants and cause considerable production losses. In view of the phytosanitary importance of this zoological group, we carried out this work in order to assess the degree of infestation of some vegetable areas under greenhouses by gall nematodes. The methodology used is a visual notation of the state of the root system of the collected plants in order to devalue the gall index, on a scale of 0 to 5 established by Bchir (1983). The study revealed that the rate and degree of infestation of vegetable crops varies by year. During the study year (2021), prospect crops are heavily infested with a rate of (74.99%). Moreover, the wilaya of Algiers has the highest rate of infestation with (48.66%) compared to the wilaya of Tipaza (15.4%). Especially in the town of Ain Taya with (100%) heavily infested greenhouses. Tomatoes and cucumbers are more susceptible to gall nematode attacks and are very favourable hosts for *Meloidogyne* compared to peppers and eggplants

Key words: *Meloidogyne*, infestation status, tomato, pepper, cucumber, Algerian coastline, surveys.

ملخص :

تأثير الإجراءات البشرية على درجة إصابة محاصيل الخضر بواسطة
(Nematoda - Meloidogynidae)

تسبب الديدان الخيطية أثارا ضارة على النباتات عن طريق حفز الجذور ويشكل عامل مقيدا للمحاصيل . المحمية الحساسة النباتات جذور بغزو لها يسمح مما الإنجاب ، على عالية قدرة .ولديها الحراري الاحتباس لظاهرة بسرعة والتسبب في خسائر كبيرة في الإنتاج .ونظرا أهمية الصحة النباتية لهذه المجموعة الحيوانية ، قمنا بهذا العمل من أجل تقييم درجة انتشار بعض مناطق الخضار تحت المستنبتات من قبل النموات .والمنهجية المستخدمة هي التأشير البصري لحالة النظام الجذري للنباتات ، على مقياس من 0 إلى 5 أنشأه ببشير 3891 () .وكشفت gallخفض قيمة مؤشر المجمع من أجل الدراسة أن معدل ودرجة انتشار المحاصيل النباتية بمعدل بشدة موبوءة المحتملة المحاصيل كانت ، (0003) الدراسي العام .وأثناء السنة حسب يتفاوتان 99.88 (%).فضالً عن ذلك فإن والية الجزائر العاصمة لديها أعلى معدل للإصابة (%99.44) مقارنة بولاية تيبازة 35.9 (%).وخاصة في مدينة عين تايا التي يوجد بها (%300) مستنبتات شديدة الانتشار .الطماطم والخيار أكثر عرضة لهجمات النيماتود وهي مضيقة للميلويدوجين و مواتية جدا مقارنة بالفلل والبادنجان . الكلمات المفتاحية: الميلويدوجين ، الاجتياح، الطماطم، الفلفل، الخيار، الساحل الجزائري، استقصاء

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE	2
CHAPITRE I : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES <i>MELOIDOGYNE</i>	4
Généralités	4
I.1. Classification et position systématique	4
I.2. Morphologie des <i>Meloidogyne</i>	5
I.3. Biologie et cycle de développement des <i>Meloidogyne</i>	7
I.4. Maintien et déplacements des <i>Meloidogyne</i> dans les sols	9
I.5. Les facteurs du développement des <i>Meloidogyne</i>	10
I.5.1 La température	10
I.5.2 l'humidité	10
I.5.3 la sensibilité de l'hôte	10
I.5.4 Le sol	10
I.5.5 Les plantes	11
I.6. Les Symptômes et les dégâts sur les cultures	11
I.7. Les Moyens de lutte	12
I.7.1 Les méthodes prophylactiques	13
I.7.2 Les méthodes culturales	13
I.7.3. La lutte chimique	14
I.7.4. La lutte alternative au moyen de méthodes dites : physiques	14
I.7.5. La lutte biologique	16
I.7.6. La lutte génétique	20
I.7.7. La lutte intégrée	21
CHAPITRE II : LES CULTURES MARAICHÈRES	23
II.1. Principales régions maraichères en Algérie	23
II.2. Importance des cultures maraichères	24
II.3. Les superficies et productions des cultures maraichères en Algérie	25
II.4. Les Ennemis des cultures maraichères	28
II.4.1. Les mauvaises herbes	28
II.4.2. Les maladies fongiques	29
II.4.3. Les nématodes	29
II.4.4. Les Acariens	30
II.4.5. Les insectes mineuses	30
II.4.7. Les insectes opophages	31
II.4.8. Insectes ravageurs	32

II.4.6. Suceurs de sève	33
CHAPITRE III. MATERIEL ET METHODES	37
III.1. L'objectif.....	37
III.2. Méthode d'échantillonnage des plants.....	37
III.3. Méthode d'estimation du degré d'infestation des serres	37
III.5. Evaluation du degré d'infestation des cultures par les <i>Meloidogyne</i>	39
CHAPITRE IV. RESULTATS ET DISCUSSION.....	43
IV.1. Evaluation de l'état d'infestation des cultures maraichères sous abris serres par les <i>Meloidogyne</i>	43
IV.1.1. Variation de l'état d'infestation en fonction des années.....	43
IV.1.2. Répartition de l'état d'infestation en fonction des années	44
IV.1.3. Répartition des abris serres en fonction des communes.....	44
IV.1.4. Variation de l'état d'infestation en fonction des cultures.....	45
IV.2. Discussion.....	47
Conclusion Générale	51
Références bibliographiques	53

Liste des abréviations

(OEPP) : Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes

S.I : serres indemnes

S.F.I : serres faiblement infestées

S.Fo.I : serres fortement infestées

Liste des figures

Figure 1 : Représentation schématique d'un nématode à galles	7
Figure 2 : Cycle de développement des <i>Meloidogyne</i> sp.	8
Figure 3 : Dégâts sur racines des cultures en serres	12
Figure 4 : Désinfection chimique au moyen de fumigants nematicides	14
Figure 5 : Solarisation en plein champ et sous abri.....	15
Figure 6 : Le champignon <i>Paecilomyces lilacinus</i> parasitant des œufs de <i>Meloidogyne</i>	17
Figure 7 : Le champignon <i>arthrobotrys</i> prédateur de larves de <i>Meloidogyne</i> produit sur billes	18
Figure 8 : Les principales zones de production et types de cultures légumières en Algérie ...	24
Figure 9 : Evolution des superficies des cultures maraichères en Algérie	26
Figure 10 : Evolution de la production des cultures maraichères en Algérie	26
Figure 11: Evolution du rendement des cultures maraichères en Algérie	27
Figure 12 : Dommages aux fruits causés par les larves de <i>Tuta absoluta</i>	31
Figure 13: infestation de tomate causé par <i>Tuta absoluta</i>	31
Figure 14: Le thrips des petits fruits, ou thrips californien <i>Frankliniella occidentalis</i>	34
Figure 15: L'aleurode des serres <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	35
Figure 16: Notation indice de galles	38
Figure 17 : serres de tomate infesté par les nematodes a galles a zeralda	42
Figure 18 : racine de tomate fortement infesté par les nematodes a galles	42
Figure 19 : racine de tomate faiblement infesté par les nematodes a galles.....	42
Figure 20 : Répartition de l'infestation des serres en fonction des années	43
Figure 21: Répartition des infestations selon les wilayas	44
Figure 22 : Répartition de l'infestation des serres en fonction des communes	45
Figure 23 : Etat d'infestation en fonction des cultures.....	46

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques générales des Meloidogyne spp.....	6
Tableau 2 : Système de notation des indices de galles pour estimer les dégâts dus aux nématodes à galles du genre Meloidogyne.....	11
Tableau 3 : Principales maladies des cultures maraichères dans la région de Mostaganem	29
Tableau 4: Principales maladies des cultures maraichères dans la région de Mostaganem ...	29
Tableau 5 : principales espèces d'insectes phytophages s'attaquant aux cultures maraîchers dans la region de mostaghanem	32
Tableau 6: classe des indices de galles moyens.....	39
Tableau 7: : Notation des indices de galles par serre.....	41
<i>Tableau 8: Liste de principales familles des cultures maraichères.....</i>	<i>53</i>

INTRODUCTION

Les cultures maraîchères apparaissent comme étant des spéculations les plus prometteuses de l'agriculture algérienne. Elles occupent la deuxième place après les céréales. Vu leur importance, ces cultures ont connu un développement considérable en matière d'intensification notamment dans les zones littorales et dans les Oasis.

L'utilisation des abris - serres plus particulièrement au niveau des régions côtières a permis d'étaler le calendrier de production des cultures maraîchères et d'augmenter les rendements. En effet, les superficies ont connu une nette évolution et sont passées de 0.02 ha en 1970 à 5500 ha en 1990 (**BENHAMMOU, 1990**).

Bien que la plasticulture offre d'énormes potentialités de production. Elle crée un milieu favorable au développement et à la pullulation de nombreux ravageurs. Parmi ces parasites, les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* largement répandus dans les zones légumières d'Algérie et bien connus par leur pathogénécité constituent un facteur limitant du développement des cultures sous serres compte tenu des dommages que peuvent subir ces plantes au niveau de leur système racinaire. Comme ils favorisent l'installation de nombreuses maladies cryptogamiques et bactériennes surtout dans les zones chaudes. Les pertes causées par ces ravageurs peuvent être importantes. Elles sont évaluées à 12,3 p. cent dans le monde (**SASSER1989**).

En Algérie, des attaques sévères ont été observées dans différentes régions. Selon **SMAHA (1991)** le taux moyen de serres infestées dans la région de Couar est de 65.4 p. cent, alors que dans les communes de Staouali et de Bordj - El Bahri, il est de 100 p. cent.

Devant les pertes considérables enregistrées dans pratiquement tout l'algérois, nous avons jugé intéressant d'entreprendre des travaux sur ce genre de nématodes phytoparasites. Notre travail a pour objectif d'évaluer le taux et le degré d'infestation des cultures maraichères par les *Meloidogyne* dans quelques régions à vocation légumières.

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

CHAPITRE 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

Généralités

Les *Meloidogyne* sont des nématodes endoparasites sédentaires obligatoires ils effectuent tout leur cycle dans les racines, le seul stade libre dans le sol étant le juvénile de second stade (J2). Ils induisent des transformations racinaires importantes conduisant à la formation de galles typiques de l'infection au niveau des tissus conducteurs de la plante qui peut dépérir et mourir, d'où des pertes de rendement et de qualité. Une de leurs caractéristiques est d'être polyphage avec plus de 5 500 espèces de plantes hôtes (**BLOK et al., 2008**).

Ils font partie des ravageurs les plus dévastateurs en cultures légumières, allant jusqu'à la perte totale de la récolte (**JONES et al., 2013**). Les populations de *Meloidogyne* vivent principalement dans les 5 à 30 premiers centimètres du sol à l'interface racinaire, et sont fortement dépendantes de l'humidité du sol, de sa texture, de la salinité, du pH du sol et de la présence ou non de plantes hôtes (**HOEFFERLIN, 2018**)

I.1. Classification et position systématique

Les nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne* appartiennent à l'embranchement des Némathelminthes reconnus aussi sous le nom de « vers ronds » plus précisément la classe des Nematoda et la sous classe des *Secernenta*. **AGRIOS (2005)**, énonce cette classification des *Meloidogynes* :

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

- Embranchement : Nematelminthe
- Classe : Secerentea
- Ordre : Tylenchida (**THORNE, 1949**)
- Sous ordre : Tylenchida (**THORNE, 1949**)
- Super famille : Tylenchoidea (**ORLEY, 1880**)
- Famille : Heteroderidea (**FILIPJER et SCHUURMANS STEKHOVEN, 1941**)
- Sous famille : Meloidogyninae (**SKARBILOVICH, 1959**)
- Genre : *Meloidogyne* (**GOELDI, 1887**)

Les quatre espèces les plus répandues dans le bassin méditerranéen et qui présentent une importance sont *Meloidogyne hapla*, *M. javanica*, *M. arenaria* et *M. incognita*.

Parmi ces espèces *M. incognita* est la plus étudiée et répartie dans le monde, car elle présente environ 66% des pertes causées par les nématodes à galles à travers le monde (**GURR et al., 1992**).

1.2. Morphologie des Meloidogyne

Les *Meloidogyne* sont des vers microscopiques reconnaissable par les galles causées sur les racines et les tubercules. Ses caractéristiques principales sont données dans le **Tableau 1** (**HOEFFERLIN et al., 2018**) et la **Fig.1**, (**De GUIRAN, 1983**)

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

Tableau 1 : CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES MELOIDOGYNE SPP

Noms	Meloidogyne spp. ou nématodes à galles (anciennement anguillules)
Taille description	Ver microscopique du sol mesurant 0,3 mm de long (juvénile de 2 ^e stade libre dans le sol) à 0,7 mm (femelle obèse en forme de poire dans la racine) Stylet buccal perforateur
Mode reproduction	Sexuée ou asexuée (parthénogenèse)
Cycle de vie	3 semaines à 3 mois (suivant la température) Endoparasite obligatoire (à l'intérieure de la racine) Œufs/juvéniles/adultes : 4 mues successives - évolution
Multiplication	Femelle pond 300 à 1 000 œufs/cycle Plusieurs cycles possibles/an = 300 à 200 000 œufs/an
Conservation	Sous forme d'œufs dans le sol, entre 5 et 30 cm de profondeur
Survie	Juvéniles au moins jusqu'à 15 j. suivant les conditions de milieu (pH, température, humidité sol, présence ou non de plantes...) Œufs > 1 an, sous certaines conditions
Dispersion	Par l'homme (chaussures, outils, machines) et par l'eau au stade J2
Dégâts	Galles sur racines (indice de galles de 0 à 10). Flétrissement, dépérissement, voire mort des plants
Principaux hôtes	Légumes : asperge, aubergine, betterave potagère, carotte, céleris, chicorées, concombre, melon, potiron, courgette, épinard, haricots, laitue, oignon, poivron, tomate, pomme de terre, poireau... ; colza ; céréales ; arbres fruitiers ; cultures florales ; mais aussi adventices dont rumex, amarante, morelle...
Moyens protection	Prophylaxie : nettoyage, désinfection des outils, non épandage de déchets ou de boues potentiellement contaminés... Protection physique : solarisation, désinfection vapeur, inondation du sol... Protection biologique : matière organique, bactéries, champignons, mycorhizes Protection chimique : pré et post-plantation, traitement semences, extrait de plantes... Protection culturale : rotation, plante-piège, engrais vert « nématocide », jachère noire, biofumigation, biodésinfection anaérobie... Protection variétale : résistance, greffage...

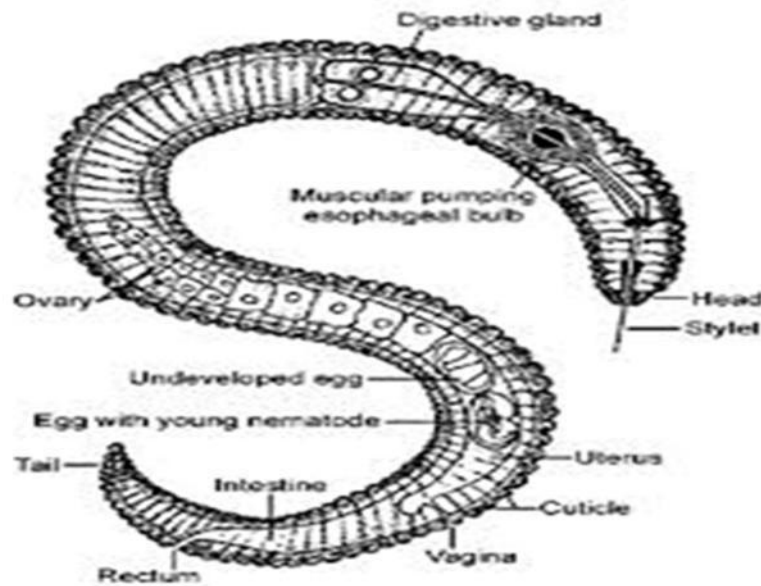


Figure 1 : Représentation schématique d'un nématode à galles (De GUIRAN, 1983)

1.3. Biologie et cycle de développement des *Meloidogyne*

L'adulte femelle pond ses œufs dans une substance (enveloppe) gélatineuse fixée à l'arrière de celle-ci et appelée "masses d'œufs" ; cette substance est produite par des glandes débouchant dans le rectum. Quelques heures après la ponte, l'œuf subit une série de divisions cellulaires aboutissant au juvénile de premier stade (J1). Ce juvénile subit une première mue pour donner un juvénile de deuxième stade (J2) qui déchire la coque et émerge. A une température de 28°C le délai ponte-éclosion dure sept à neuf jours (NESTCHER, 1970).

Le juvénile (J2) est le stade infestant, il est vermiforme et mesure entre 0,3 et 0,5 mm de longueur et environ 10 micromètres de diamètre. Le J2 oriente son déplacement par rapport à un gradient de substances émises par les plantes, substances pour la plupart hydrosolubles et rémanentes (PROT, 1975). Lorsqu'il rencontre une racine hôte, il y pénètre au niveau de la zone apicale et s'y déplace intracellulairement (partie molle à intenses activités métaboliques) et se fixe sur le cylindre central, la tête fichée dans le plérome sur les cellules duquel il se nourrit. Le juvénile de deuxième stade devient alors sessile (immobile) et subit 3 mues

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

successives qui conduisent à l'adulte mâle ou femelle. Ce processus dure deux semaines, entre la deuxième et la troisième mue, il perd son stylet et ne se nourrit pas (NETSCHER, 1970).

Le déterminisme sexuel dépend des conditions du milieu. En milieu défavorable les juvéniles se développent préférentiellement en mâles. Tel est le cas en présence de fortes infestations racinaires. Les mâles, absents ou rares quittent les racines et se déplacent librement dans le sol. Ils ne sont pas fonctionnels (chez les espèces tropicales) : la reproduction de *Meloidogyne* est parthénogénétique. Pour se nourrir, et juste après l'insertion du stylet à travers la paroi de la cellule, le nématode sédentaire secrète le contenu digestif des cellules des glandes de l'œsophage dans le tissu de la plante. Ces sécrétions enzymatiques synthétisées au niveau des glandes œsophagiennes du nématode induisent un changement dans l'expression génétique des cellules (GAILLAUD *et al.*, 2008) en intervenant dans les étapes de pénétration et de migration intercellulaire, ainsi elles jouent un rôle dans la différenciation et le maintien du site nourricier et dans l'interaction plante- nématode (JAUBERT *et al.*, 2002).

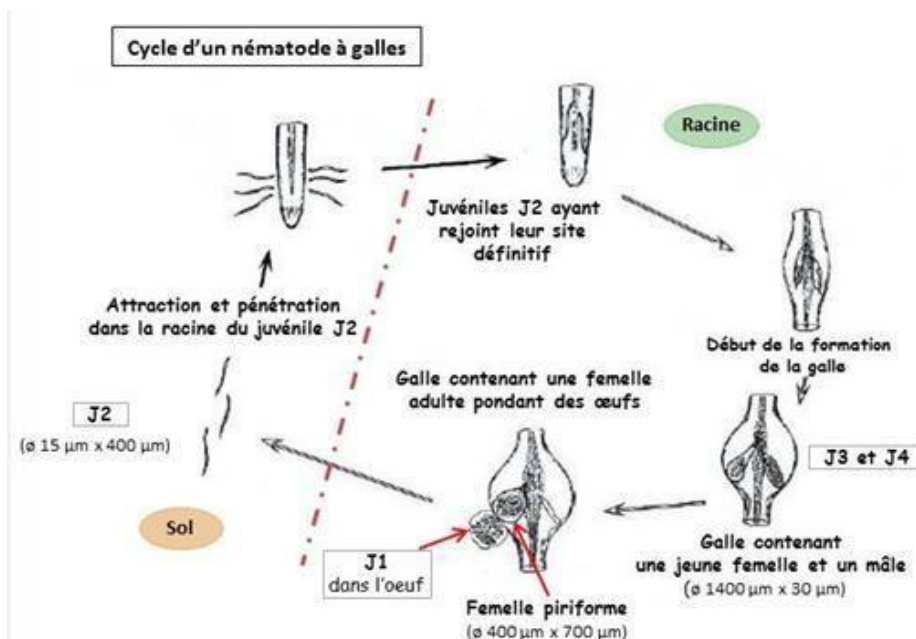


Figure 2 : Cycle de développement des *Meloidogyne* sp. (NETSCHER, 1970)

I.4. Maintien et déplacements des *Meloidogyne* dans les sols

La majorité des J2 est concentrée dans les 5-30 cm du sol et décroît avec la densité racinaire et la profondeur jusqu'à une distance d'un mètre environ (De GUIRAN, 1983 ; YEATES, 1987), en fonction de la texture du sol, sa température, sa capacité de rétention d'eau et son aération (SIKORA *et al.*, 2005).

La pénétration des J2 dans les racines est optimale lorsque la taille des particules du sol avoisine les 115 µm ce qui correspond à des sables fins (REVERSAT, 1986). Les J2 sont alors capables de bouger horizontalement et surtout verticalement (75 cm en neuf jours (PROT, 1977)). La migration décroît lorsque la teneur en argile dans le sol augmente, elle n'est plus possible lorsque le sol contient 30 % d'argile (PROT et VAN GUNDY, 1981). Les dégâts sur culture sont donc plus importants en sol sableux qu'argileux (MESSIAEN *et al.*, 1991 ; KOENNING *et al.*, 1996). Ils sont également plus faibles dans les sols riches en matières organiques, ce qui serait dû à l'action d'antagonistes (De GUIRAN, 1993 ; WIDMER et ABAWI, 2000) et/ou à la libération d'acides organiques toxiques pour les nématodes (SAYRE *et al.*, 1964, 1965).

La température du sol est primordiale en dessous de 12 °C et au-dessus de 22 °C, les juvéniles se déplacent difficilement (VRAIN *et al.*, 1978).

Entre 0 et 5 °C, les juvéniles survivent pendant sept jours mais ne sont plus infectants, et meurent en vingt jours (VRAIN *et al.*, 1978 ; TSAI, 2008). À 27 °C, ils peuvent vivre quatre et cinq semaines sans se nourrir (REVERSAT, 1986).

Entre 35 et 40 °C, ils ne peuvent plus infester les plantes (DEMEURE, 1978). À 45 °C, ils ne survivent pas plus de 4 h (TSAI, 2008) et la survie des œufs baisse également s'ils sont maintenus 3 h à 45 °C (DEMEURE, 1978).

En conséquence, les contaminations sont limitées en hiver sous nos latitudes, d'autant plus que le cycle de développement des nématodes est ralenti par le froid. C'est le cas en culture hivernale de salades sous abri. En revanche, pendant cette période, les J2 se conservent relativement bien dans le sol. Dès le printemps et jusqu'en automne, avec le réchauffement du sol, les contaminations sont très importantes

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

Les J2 préfèrent des pH compris entre 4 et 6 (**DAVIDE, 1980**), néanmoins ils restent actifs dans toute la gamme de pH et peuvent se maintenir jusqu'à pH 8.

L'humidité du sol a également un impact important sur les nématodes. En conditions sèches, les œufs sont soumis à un stress osmotique et cessent d'éclore, mais le développement à l'intérieur de l'œuf continue. L'éclosion n'a lieu que lorsque J1 atteint 70 % d'hydratation, mais peut être inhibée par manque d'oxygène dans les sols trop humides. Après éclosion, si le sol devient trop sec, les J2 meurent (**REVERSAT, 1986**) et on n'en détecte plus dans les 20 premiers centimètres après une saison sèche (**DEMEURE, 1978**).

I.5. Les facteurs du développement des *Meloidogyne*

Le cycle de développement des nématodes à galles est très lié aux conditions du milieu. La température joue un rôle fondamental :

I.5.1 La température :

Les températures optimales se situent entre 14 et 28°C voire 32°C pour les espèces thermophiles.

I.5.2 l'Humidité :

Peut réguler l'activité du nématode ; l'activité des larves se fait dans un sol ayant des taux d'humidité de 40 à 60%, cependant, un excès peut entraîner leur asphyxie (**REDDY, 1983**).

I.5.3 la sensibilité de l'hôte :

La mal nutrition de ce dernier et l'âge de la plante augmentent les dégâts occasionnés par les *Meloidogyne* (**WESEMAEL et al., 2006**).

I.5.4 Le sol :

La sévérité des attaques des *Meloidogyne* varie en fonction de la nature du sol, les dégâts sont plus importants dans les sols sableux (**JONES et al., 1997**), pauvres

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

en matière organique et en ammonium NH₃ et des sols à PH faible (KORAYEM, 2003).

I.5.5 Les plantes :

Le transfert intentionnel ou accidentel de matériel végétal et de sol infestés sont également des sources de dissémination, sur des distances plus ou moins importantes (SADEK, 1977).

I.6. Les Symptômes et les dégâts sur les cultures

Tableau 2 : Système de notation des indices de galles pour estimer les dégâts dus aux nématodes à galles du genre *Meloidogyne* (NETSCHER et SIKORA, 1990)

0	système racinaire complet et sain ; pas d'infestation	1	très peu de galles de petite taille
2	petites galles plus facilement détectables	3	nombreuses petites galles ; chevelu racinaire encore complet
4	nombreuses petites galles ; quelques grosses galles ; système racinaire fonctionnant encore	5	25% du système racinaire comportant des galles et ne fonctionnant plus
6	50% du système racinaire comportant des galles et ne fonctionnant plus	7	75% du système racinaire comportant des galles et ne fonctionnant plus
8	quasiment plus de radicelles ; chapelets de grosses galles sur les racines principales ; la plante ne peut plus se nourrir	9	système racinaire réduit et rempli de grosses galles empêchant la plante de se nourrir
10	plante et racines mortes		

Les nématodes du genre *Meloidogyne* font partie du groupe des endoparasites sédentaires : ils pénétrant dans la racine s'y sédentarisent et ne quittent plus le site choisi. Ainsi le corps de la femelle devient piriforme et parfois fait saillie à l'extérieur de la racine (PROT, 1984).

En cas d'infestation forte, les galles peuvent envahir tout le système racinaire (Fig. 3), perturbant l'absorption hydrique et minérale de la plante, tandis que le chevelu disparaît. On estime les dégâts par des indices de galles compris entre 0 et 10 en fonction des attaques (Tableau 2) (NETSCHER et SIKORA, 1990).

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

Ces dégâts sont d'autant plus importants que la population est plus élevée au moment où l'on installe la culture. Si la population de départ est faible, la plante ne subit généralement pas de dégâts la première année. Cependant le parasite se multiplie à un point tel que la culture peut subir de graves dégâts dès la 2ème année, plus ou moins vite selon les conditions de sol, de climat et la sensibilité de la culture.

Le « seuil de nuisibilité » ou « limite de tolérance » de la plante est d'environ 100 à 1000 individus par kg de sol ou 10 à 100 par g de racine (**De GUIRAN, 1983**). On assiste alors à une forte diminution de la partie aérienne, due à la réduction des racines, qui se présente souvent par taches dans un champ et la récolte peut parfois être réduite à néant (**Fig. 3**)



Figure 3 : Dégâts sur racines des cultures en serres (**Djian-Caporalino et al., 2009**)

I.7. Les Moyens de lutte

Pour pouvoir résister ou réduire les dégâts causés par les nématodes, et éliminer toutes les sources de pollution dans les parcelles et les zones ; en raison de leur haute résistance, leur variabilité et leur nature polyphage, une combinaison de

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

plusieurs méthodes de lutte est nécessaire, qui peuvent être chimiques ou physiques, Biologique et génétique.

I.7.1 Les Méthodes prophylactiques

La prophylaxie comprend toutes les mesures préventives prises pour éliminer toute source de pollution dans la zone indemne et limiter la reproduction des nématodes. Ils comprennent l'utilisation de plantes saines et la désinfection du fumier ou du sol en pépinière (**De GUIRAN, 1983**).

D'autres méthodes qui peuvent être utiles contre les *Meloidogyne* :

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

I.7.2 Les Méthodes culturales

Ce sont des pratiques agricoles qui consistent à diminuer le risque de la prolifération des nématodes dans les parcelles agricoles et de diminuer leur densité dans le sol. Nous notons trois principales pratiques :

La rotation des cultures : elle a pour but d'introduire dans le système cultural des espèces non hôtes et de casser le cycle biologique du ravageur. En générale, cette technique reste difficile à appliquer vu la polyphagie des *Meloidogyne* (**VIANE et al., 2006**).

Les labours profonds : pendant les périodes sèches, ils permettent la diminution des populations de nématode par dessiccation (**HARRANGER, 1971**).

La jachère : elle empêche le développement des nématodes sans entraîner leur disparition complète du sol (**EVERTS et al., 2006**).

Ainsi que, les amendements organiques qui influent sur le nombre de nématodes phytoparasites :

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

En favorisant le développement des organismes antagonistes aux nématodes et en augmentant la tolérance des plantes aux nématodes (KORAYEM, 2003).

En libérant certains acides organiques et enzymes après décomposition de la matière organique par les microorganismes du sol, qui sont toxiques pour les nématodes tels que l'ammonium (VILLENAVE et al., 1998 ; KORAYEM, 2003 ; OKA et al., 2006 ; ZASADA et TENUTA, 2008).

I.7.3. Lutte chimiques :

Les nématicides de fumigation et les produits thérapeutiques endogènes sont les méthodes de traitement principales et les plus courantes contre les nématodes et sont considérés comme des méthodes préventives (Fig.4). D'autre part, le traitement est effectué après l'établissement de la culture, à l'aide de nématicides systémiques et les plus couramment utilisés, et fonctionne en nourrissant et en inhibant la pénétration des nématodes dans la plante hôte.

Parmi les nématicides, les organophosphorés (Ethoprophos, Phenamiphos, Cadusaphos) et les carbamates (aldicarbe, carbofuran) sont les plus utilisés. Les nématodes à galles sont principalement *Meloidogyne incognita*, qui est le nématode traité avec le plus de nématicides au monde (REGNAULT-ROGER et al., 2005).

Cependant, le traitement chimique peut contaminer les eaux souterraines et présenter un risque pour l'applicateur, l'environnement et les consommateurs (OESTERLIN, 2003).



Figure 4 : Désinfection chimique au moyen de fumigants nématicides (Djian-Caporalino et al., 2009)

I.7.3. Lutte alternative au moyen de méthodes dites : physiques

I.7.3.1 La solarisation

La technique de solarisation consiste à couvrir le sol avec un film plastique transparent de 20 à 30 micromètres (**Fig.5**) pendant les périodes de fortes radiations solaires durant quatre à huit semaines (**STAPLETON, 2000**). L'efficacité de cette technique dépend de la nature, l'épaisseur et la couleur du film (**GAUR et PERRY, 1991**).

Elle permet un contrôle simultané des champignons pathogènes. L'intérêt de cette méthode réside dans le fait qu'elle peut lutter non seulement contre plusieurs genres de nématodes phytophages (**SELLAMI et LOUNICI, 2000 ; CULMAN et al., 2006 ; HELLEMI et al., 2006**). Mais également contre les champignons du sol tels que le *Verticillium* spp, *Fusarium* spp et le *Rhizoctonia* spp de bactéries : *Agrobacterium* spp et les acariens comme le *Rhizoglyphus robini* ainsi que des plantes parasites telles que l'orobanche. (**GAUR et PERRY, 1991 ; LE POIVRE, 2003 ; MINUTO et al., 2006**), et les mauvaises herbes comme *Echinochoa colona* (Poaceae) et la Bourse à Pasteur : *Capsella bursa pastoris* (Brassicaceae) en bloquant leur germination (**EI-KEBLAWY et AI-HAMADI, 2009**). La solarisation a des effets physiques, chimiques et microbiologiques qui stimulent la croissance des végétaux et augmentent la productivité des cultures (**SCOPA et al., 2008**).



Figure 5 : Solarisation en plein champ et sous abri (Djian-Caporalino et al., 2009)

I.7.3. Lutte biologique

Les microorganismes antagonistes sont les principaux agents du contrôle biologique des nématodes phytoparasites. Ces ennemis naturels peuvent être des virus, des bactéries, des champignons, des protozoaires, des mites et des nématodes prédateurs (**MESSIAEN et al., 1991**).

Parmi ces agents qui sont évidemment identifiés et étudiés, nous notons :

I.7.5.1. Les champignons nématophages

Ces champignons se divisent en deux groupes spécifiques :

I.7.5.1.1. Les champignons endoparasites

Parmi lesquels nous trouvons : l'ascomycète *Paecilomyces lilacinus*. Ce champignon pénètre dans l'œuf (**Fig.6**) après formation d'un appressoria et agit par la production de toxines :

Comme les leucotoxines des chitinases et des protéases. Son efficacité contre *Meloidogyne incognita* sur racines de tomate peut être de l'ordre de 66% et 74% (**KIEWNICK et SIKORA, 2006**). Il est commercialisé sous le nom de Bio-act. Homologué sur toutes les cultures légumières, ornementales et fruitières (**BELAIR, 2005**).

Le champignon *Trichoderma harzianum* est aussi un champignon qui présente un grand potentiel dans la lutte contre les nématodes. Il est capable de pénétrer dans les masses d'œufs de *Meloidogyne* et diminuer significativement le niveau d'éclosion des œufs (**CAYROL et al., 1992 ; DIJAN - CAPORALINO et PANCHAUD-MATTEI, 1998 ; SAHEBANIET HADAVI, 2008**), selon ces auteurs, une concentration de 106spores/ml de *T. harzianum* est efficace contre les *Meloidogyne*.



Figure 6 : Le champignon *Paecilomyces lilacinus* parasitant des œufs de *Meloidogyne* (Djian-Caporalino *et al.*, 2009)

Enfin, Les hyphomycètes du genre *Hirsutella* offrent un bon potentiel dans la lutte biologique. Ainsi, une application au sol de *Hirsutella minnesotensis* sur culture de tomate sous serre réduit la densité des populations de *Meloidogyne hapla* d'environ 83% (SEVILHAN *et al.*, 2007).

Certains endo-mycorhizes tels que *Glomus* spp peuvent protéger les plantes contre les nématodes à galles en réduisant la sévérité des galles sur les racines et la reproduction des *Meloidogyne* spp (DE WAELE et DAVIDE 1998 et CASTILLO *et al.*, 2007).

I.7.5.1.2 Les champignons prédateurs

Ils forment des organes de capture (anneaux constricteurs, boutons adhésifs, réseaux) et piègent les nématodes dans le sol (Fig.7).

Les travaux de SINGH *et al.* (2007) ont montré que l'application au sol des hyphomycètes prédateurs *Arthrobotrys dactyloides* et *Dactylaria bronchopaga*, réduit le nombre de galles de *Meloidogyne* sur les racines de 86%, les femelles, les œufs et les juvéniles de 94%, par apport au sol non traités avec ces champignons



Figure 7 : Le champignon arthrobotrys prédateur de larves de meloidogyne produit sur billes (Djian-Caporalino *et al.*, 2009)

I.7.5.2. Les bactéries parasites

Dans cette catégorie nous pouvons citer un bon nombre de bactéries antagonistes ayant un potentiel encourageant dans la lutte biologique contre les nématodes.

Parmi ces bactéries nous avons, *Pasteuria penetrans*, qui est un parasite obligatoire des nématodes et principalement des *Meloidogyne*. Par ses endospores elle s'attache à la cuticule des juvéniles (J2) et germe au moment où les juvéniles pénètrent les cellules nourricières. Cette bactérie est influencée par les facteurs abiotiques du sol (température et texture) ainsi que la qualité et la quantité de l'eau d'irrigation. (DAVIES et WILLIAMSON, 2006 ; CARNEIRO *et al.*, 2007 ; MATTEILLE *et al.*, 2009).

D'autres rhizobactères influent sur les nématodes à galles en colonisant l'intérieur de la galle (HULLMANN *et al.*, 2000) et peuvent présenter de bons agents de bio contrôle.

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

L'utilisation des souches de *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis* comme enrobage de semence ou au sol, diminue la densité des populations des nématodes à galles sous serre et en plein champ (**SIDDIQUI et al., 2001**).

Les bactéries symbiotiques qui vivent avec certains nématodes du genre *Steinernema* ont un grand rôle dans le mécanisme de contrôle. Selon **Vegelas et al., (2007)** la bactérie *pseudomonas oryzyhabitans* associée au nématode *Steinernema abbasi* contribue dans la protection des racines contre les nématodes à galles grâce à la libération de métabolites qui désorientent les juvéniles infectieux.

I.7.5.3. Les nématodes prédateurs

Parmi les nématodes prédateurs des *Meloidogyne*, nous citons : les *Mononchidae*, *Doylaimidae* et *Diplogasteridae* (**TAYLOR et BROWN, 1997 ; KHAN et KIM, 2007**). Ainsi, l'application au sol du nématode prédateur *Mononchoides fortidens*, par exemple avant la mise en place de la culture de tomate réduit significativement les populations de *Meloidogyne arenaria* et augmente la croissance végétative des plants de tomate (**KHAN et KIM, 2005**).

I.7.5.4. Les substances naturelles et les extraits végétaux

Les plantes ont la capacité de synthétiser une multitude de substances chimiques, qui sont des métabolites secondaires, ces derniers sont considérés comme étant les moyens de défense de la plante qu'elle produit contre divers agents phytopathogènes et certains ravageurs. Ces produits peuvent être exploités par les laboratoires de biopesticides (**KOKALIS - BURELLE et RODRIGUEZ - KABANA, 2006**).

Plusieurs plantes appartenant à différentes familles botaniques ont fait l'objet d'études. Elles sont utilisées sous formes :

D'extraits de plantes ou de parties de plantes incorporés dans le sol, tels que *Peganum harmala* (Zygophyllaceae), *Acacia gummifera* (Fabaceae) et *Tagetes patula* (Asteraceae) riches en alcaloïdes et flavonoïdes réduisent les populations des *Meloidogyne* (**EL-ALLAGUI et al., 2006**).

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

De même que les extraits de bulbes d'ail *Allium sativa* et d'oignon *Allium alia* (Liliaceae) se sont révélés efficaces contre *Meloidogyne incognita* (DE WAELE et DAVIDE, 1998).

De cultures d'engrais verts dans les assolements ou sous formes de broyats d'amendement incorporés au sol. Parmi les plantes les plus étudiées, nous citons, les crotalaires : *Crotalaria* spp (Fabaceae), les tagetes : *Tagete* spp (Asteraceae), le Margousier ou Neem : *Azadirachta indica* (Meliaceae), le Ricin : *Ricinus communis* (Euphobiaceae) (DIJAN - CAPORALINO et PANCHAUD - MATTEI, 1998), du poids de Mascate : *Mucuna pruriens* (Fabaceae) et du Sésame : *Sesamum indicum* (Pedaliaceae) (ZASADA et al., 2006). Des plantes adventices ont aussi montré leur efficacité contre les nématodes à galles, c'est le cas du Chardon : *Argemone mexicana* (Papaveraceae) et de la Lampourde d'orient : *Xanthium strumarium* (Asteraceae) (SHAUKAT et SIDDIQUI, 2001).

Les travaux de CHELLEMI (2006) ont montré que même l'application des déchets végétaux urbains dans le sol dix jours avant la plantation d'une solanacée réduit sensiblement la densité des *Meloidogyne* spp dans le sol.

D'autre part, une biofumigation utilisant les résidus de culture de poivron, réduit sensiblement les populations de *Meloidogyne incognita* et l'indice de galle sur tomate (PIEDRABUENA et al., 2007).

I.7.4. La lutte génétique

Cette méthode consiste à utiliser des variétés de plantes résistantes aux attaques des *Meloidogyne*, de ce fait de nombreuses plantes cultivées ou spontanées ont été sélectionnées pour leur résistance ou immunité vis-à-vis des espèces de *Meloidogyne* (WHITEHEAD, 1998).

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

Le gène de résistance le plus caractérisé est le gène Mi, qui confère la résistance à plusieurs espèces de *Meloidogyne* sur tomate. Il a été transféré de

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

l'espèce sauvage de tomate *Lycopersicum peruvianum* dans diverses variétés (MESSIAEN et al., 1991).

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

I.7.5. La lutte intégrée

La lutte intégrée repose sur l'association de plusieurs méthodes afin de maintenir les populations à un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables (WHITEHEAD, 1998).

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

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

En fin, nous pouvons conclure que l'association raisonnée et bien étudiée de différentes méthodes de lutte contre les nématodes à galles a contribué à une réduction efficace des populations de nématodes dans le sol. De ce fait, cette méthode a diminué les risques apportés par l'abus de l'utilisation des produits chimiques qui ont des effets nocifs sur la qualité gustative ainsi que l'environnement et surtout sur l'équilibre biologique du sol.

Chapitre 1 : Données bibliographiques sur les *Meloidogyne*

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

Chapitre II : les cultures maraichères (plantes hôtes)

II.1. Principales régions maraichères en Algérie

L'Algérie se caractérise par un milieu naturel très diversifié. Cependant, en matière agricole, elle enregistre chaque année un déficit important. Près de 75% de ses besoins à l'échelle nationale sont couverts par des importations (**BENACHOUR, 2008**).

Sur le plan géographique, l'agriculture algérienne est surtout concentrée dans la région nord du pays où l'on trouve les meilleures terres et les conditions climatiques les plus favorables. La superficie agricole totale de l'Algérie (SAT) est évaluée à environ 41 millions d'hectares, soit 17% de la superficie territoriale. La surface agricole utile (SAU) réservée à la culture de diverses spéculations s'étend à 8 millions d'hectares, soit 20% de la SAT (**BENACHOUR, 2008**).

Les terres improductives couvrent par contre l'essentiel du territoire national algérien avec un taux estimé à 80% (**BEDRANI ET al., 2000**).

Le déficit des précipitations et leurs irrégularités, surtout au moment de l'activité végétative, sont autant d'éléments explicatifs de la faible surface utile disponible pour l'agriculture (**ABAAD et al., 2000**).

A cela, s'ajoute le phénomène d'érosion qui dégrade le sol suite aux pratiques agricoles inappropriées. Ce phénomène affecte environ 4 millions d'hectares de terres agricoles, soit 50% de la SAU. De plus, l'érosion hydrique touche 72% des terres cultivées en Algérie (**ABAAD et al., 2000**).

Durant les dernières décennies, les cultures maraichères se sont fortement développées. Les superficies sont passées, en 40 ans, de 85 000 ha à 470 000 ha environ. L'extension des surfaces est confrontée à la contrainte en eau qui reste le facteur limitant. Les pommes de terre (140 000 ha en 2012) occupent environ 30% de la superficie totale consacrée aux légumes (**BOUREGAA, 2020**).

Au début des années 2000, la production moyenne des légumes était de 3,5 millions de tonnes, dont 1,5 million de tonnes de pomme de terre. En 2005, la production était déjà de 6 millions de tonnes, dont 2,2 millions de tonnes de pomme de terre. En 2012, elle atteignait 10,5 millions de tonnes, dont plus de 4 millions de tonnes de pommes

Chapitre 2 : les cultures maraîchères (plantes hôtes)

de terre (la production a dépassé les 5 Mt en 2013), 1,1 million de tonnes d'oignons et près de 0,8 million de tonnes de tomates. Le potentiel de développement est très important (BOUREGAA, 2020)

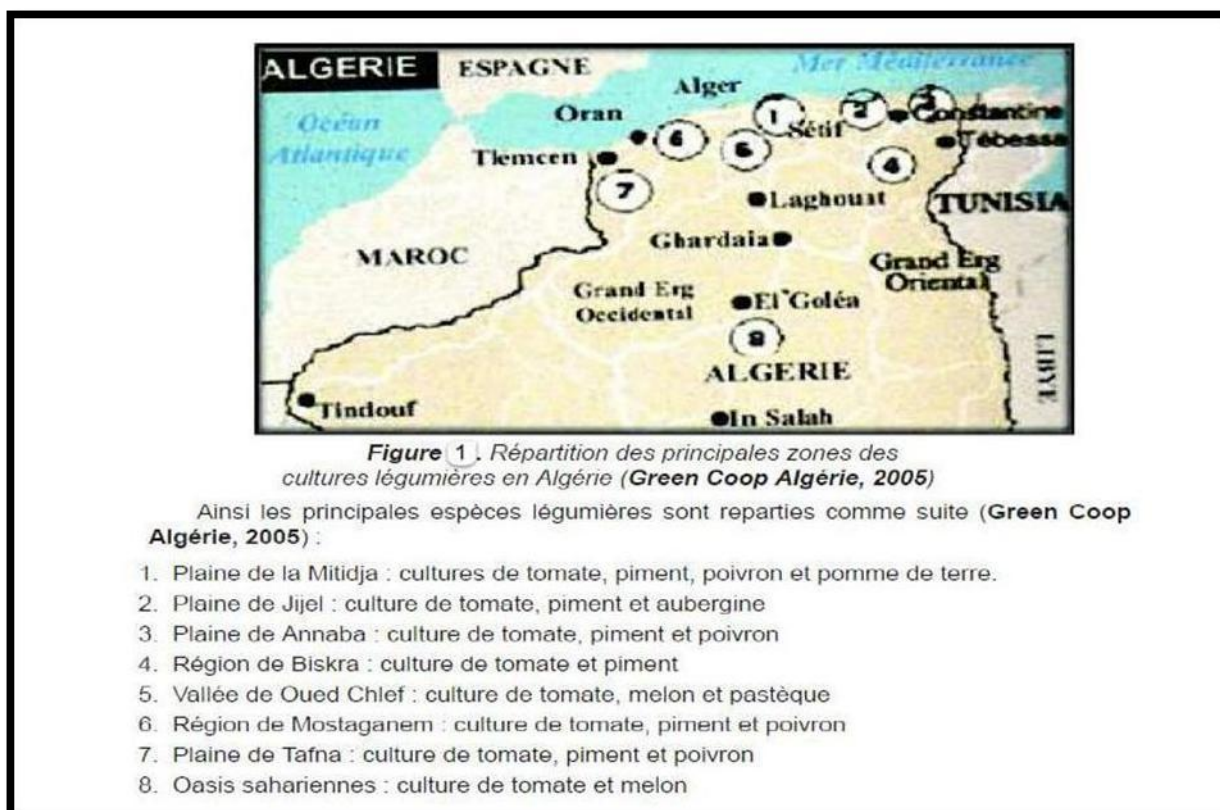


Figure 8 : Les principales zones de production et types de cultures légumières en Algérie (Green Coop Algérie, 2005)

II.2. Importance des cultures maraîchères

Le maraîchage occupe la seconde position après les grandes cultures (3 millions ha) avec une superficie estimée à plus de 350.000 ha (FAO, 2015). Cette culture est concentrée dans les zones du littoral, et sublittoral mais aussi dans les plaines intérieures (BENACHOUR, 2008 ; FAO, 2015).

Les principales zones productrices de maraîchage sont : Alger, Ain Defla, Boumerdes, Biskra, Chlef, Mascara, Mostaganem, Skikda, Tipaza, El Tarf, El Oued, Tlemcen et Ain Temouchent. Dans les régions sahariennes, les cultures légumières ont connu un développement remarquable passant de 5300 ha en 1975 à 35000 ha cultivés en 1997 (BENACHOUR, 2008).

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

Malgré ce potentiel naturel, l'agriculture algérienne se caractérise par une faiblesse et une irrégularité de ses rendements. Le secteur agricole concentre près de 21% de l'emploi total et assure 12% du produit intérieur brut (PIB). Les importations de produits alimentaires représentent environ 2,5 milliards de dollars par an. Devant cette situation, l'état Algérien a été obligé de reconsidérer la place de l'agriculture dans l'économie nationale (**BEDRANI et al., 2000 ; BENACHOUR, 2008 ; HADIBI et al., 2008**).

Pour assurer l'ajustement de la production agricole avec la croissance démographique et la sécurité des approvisionnements des populations et l'amélioration de l'agriculture, le Gouvernement Algérien a lancé un vaste programme de modernisation et de mise à niveau des structures de l'agriculture. Il s'agit bien du PNDA (Plan National de Développement de l'Agriculture) qui a accordé, pour atteindre ses objectifs, diverses subventions par le biais de fonds publics mobilisés à travers le Fonds National de Régulation et du Développement Agricole (F.N.R.D.A) (**BENACHOUR, 2008 ; ZOUBEIDI et GHARABID, 2013 ; AKERKAR, 2015**).

La mise en place de cette nouvelle politique agricole repose sur des actions de grande ampleur parmi lesquelles, l'extension des superficies irriguées, la valorisation des eaux superficielles et l'amélioration des revenus des agriculteurs via des soutiens financiers (à la culture, à l'irrigation, aux actions de plantations, à l'utilisation des biens favorisant l'intensification). Ces soutiens entrent dans le cadre de projets de développement durable qui sont économiquement viables, socialement acceptables et écologiquement durables (**HADIBI et al, 2008 ; ZOUBEIDI et GHARABID, 2013 ; AKERKAR, 2015**).

II.3. Les superficies et productions des cultures maraichères en Algérie

L'Algérie, au même titre que les autres pays producteurs de maraichage, donne beaucoup d'importance à ce type de cultures. Ces dernières décennies, une politique agricole mise en œuvre a favorisé l'utilisation de nouveaux moyens de production parmi lesquels nous citons le développement de la plasticulture, l'utilisation des semences hybrides à haut rendement, l'irrigation par goutte à goutte, etc (**BOUHROUA, 1991**). Cette politique a pour but la motivation des agriculteurs à la plantation et à la production et par voie de conséquence la réduction de la facture des

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

importations en devises surtout dans cette conjoncture de crise économique internationale.

A titre indicatif, **les figures 9, 10 et 11** montrent l'évolution des superficies, les productions et rendements du maraichage de 2000 à 2013 grâce à la stratégie appliquée dans le cadre de FNRDA.

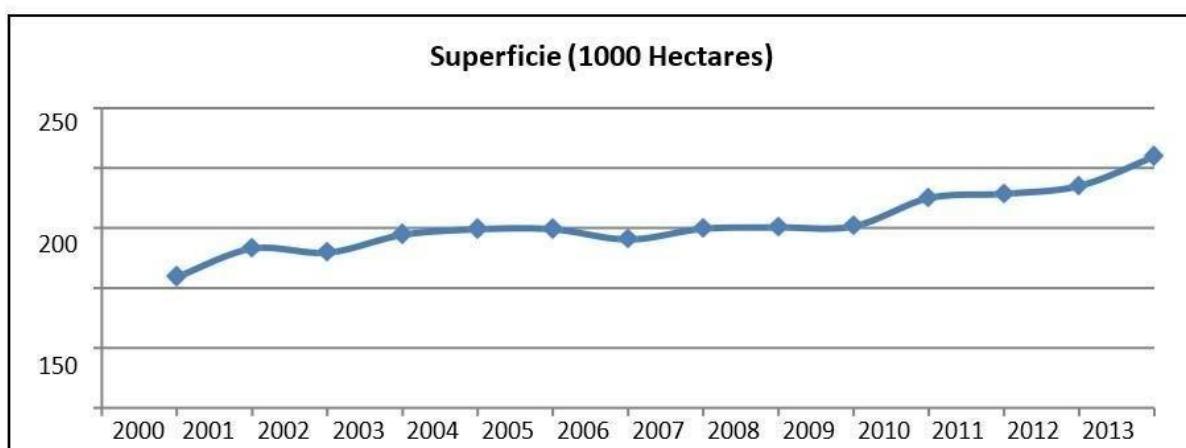


Figure 9 : Evolution des superficies des cultures maraichères (par milliers d'hectares) en Algérie entre 2000 et 2013. (FAO, 2015)

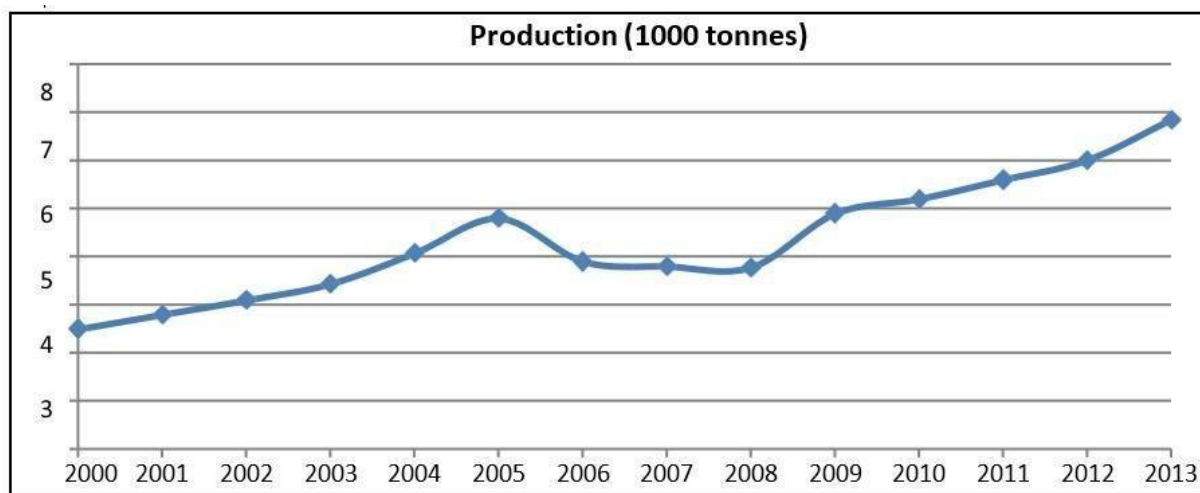


Figure 10 : Evolution de la production (milliers de tonnes) des cultures maraichères en Algérie entre 2000 et 2013. (FAO, 2015)

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

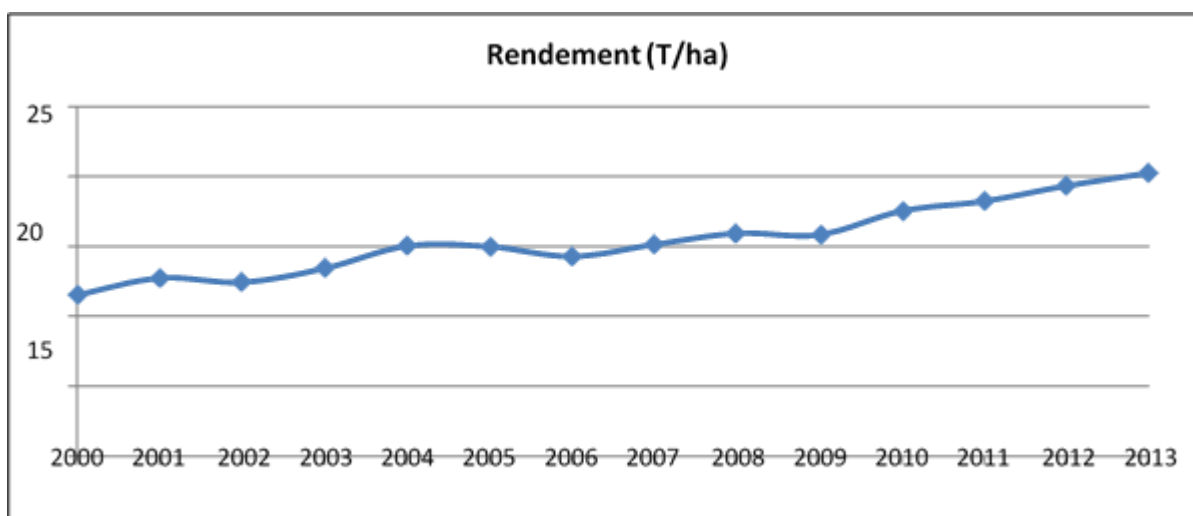


Figure 11: Evolution du rendement des cultures maraichères (tonnes par hectare) en Algérie entre 2000 et 2013. (FAO, 2015)

La lecture de ces 3 figures montre, avant tout, que les superficies cultivées en cultures maraichères ont connu une évolution progressive au cours de la dernière décennie (2000-2013) pour atteindre 335 milles ha en 2013 contre 283 milles ha en 1987. Ceci représente environ 5% de la SAU (BOUHRAOUA, 1991).

L'augmentation de la superficie agricole utile en ces cultures s'explique plus particulièrement par l'accroissement des superficies défrichées dans les zones steppiques et désertiques en l'occurrence dans les wilayas de Biskra, Ghardaïa et Adrar (BEDRANI et al., 2000).

Cette augmentation en superficie a entraîné en corollaire une élévation importante de la production nationale en maraichage. Cette production a été triplée par rapport à la superficie cultivée en passant de 2.5 millions de tonnes en 2000 à près de 7 millions de tonnes en 2013 (FAO, 2015).

D'après BOUHRAOUA (1991), la production maraichère était de l'ordre de 697.000 tonnes pendant la campagne agricole 1974-1975 pour arriver à 3 millions tonnes en 1986-1987. Nous remarquons donc une nette progression de la production nationale en maraichage durant ces trente dernières années.

Cette évolution régulière dans le temps de la superficie réservée aux cultures maraichères et de la production a marqué par contre un rendement irrégulier en ces

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

cultures qui pourrait être expliquée par la présence d'un bon nombre de problèmes d'ordre phytosanitaire causant des réductions de la production voire des pertes totales. En effet, durant ces dernières années, le rendement est passé de 10.5 tonnes par hectare en 1986 pour doubler en atteignant 20 tonnes à l'hectare en 2013 (BOUHRAOUA, 1991 ; FAO, 2015)

II.4. Les ennemis des cultures maraichères

Les cultures maraichères souffrent ces dernières années de divers problèmes d'ordre phytosanitaire, provoqués essentiellement par des pullulations d'insectes ravageurs et des infections de pathogènes mais aussi par le développement de mauvaises herbes. Ces attaques entraînent souvent des pertes appréciables de la qualité et de la quantité des cultures. Ces ennemis constituent la contrainte majeure pour le développement des cultures maraichères dans la région de Mostaganem (GHELAMALLAH, 2009). Selon des évaluations prudentes, les pertes, avant et après la récolte, provoquées par les ravageurs peuvent atteindre entre 25 et 50% (BRODEUR, 2010).

II.4.1. Les mauvaises herbes

Les mauvaises herbes constituent un problème phytosanitaire important du moment qu'elles entrent en concurrence avec les plantes cultivées pour les nutriments, l'eau et la lumière. De plus, elles constituent des foyers et refuges pour différents autres agents pathogènes. Des méthodes combinées utilisant des produits chimiques avec des pratiques culturales peuvent limiter les problèmes causés par les mauvaises herbes (BENTON, 1999 ; GHELAMALLAH, 2009).

La compétition entre les plantes cultivées et les mauvaises herbes entraîne de grandes pertes de rendement allant de 24 % à 99 %. Globalement, les pertes avant la récolte sont de l'ordre de 20 à 40 % tandis que les pertes post-récolte (denrées stockées) représentent 10 à 20 % (BOUDJEDJOU, 2010).

Dans les cultures maraichères, 191 espèces de mauvaises herbes ont été observées en Algérie. Elles se répartissent entre 44 familles (BOUDJEDJOU, 2010). Les adventices les plus fréquentes sur les cultures maraichères sont représentées par *Polygonum viculare*, *Cyperus sculentus*, *Chenopodium album*, *Amaranthus*

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

retroflexus, *Convolvulus arvensis*, *Anagalis arvensis*, *Anagalis foemina*, *Cynodon dactylon*, *Plantagol anceolata* et *Solanum ptychanthum* (ELAHOUEL, 2004 ; BOUDJEDJOU, 2010 ; KAZITANI, 2010).

II.4.2. Les maladies fongiques

Les maladies d'origine fongiques qui s'attaquent aux cultures maraichères dans la région de Mostaganem sont nombreuses dont nous citons les plus importantes (Tableau 4).

Espèce	Symptômes	Plantes hôtes
L' oïdium : <i>Erysipheci choracearum</i>	taches jaunes sur la face supérieure des feuilles ainsi que des nécroses.	poivron, Tomate, Melon, piment, Courgette
Le mildiou : <i>Phytophthora sp</i>	taches foliaires nécrotiques, irrégulières, à la face inférieure	tomate, Pastèque, Melon courgette, pomme de terre
Pythium <i>Pythium spp</i>	lésions brunes des plantules qui s'effondrent et meurent	melon, tomate, poivron, piment
La fusariose <i>Fusarium oxysporum</i>	jaunissement des feuillages et flétrissement de la plante	poivron, pastèque, Melon tomate, piment
<i>Verticillium sp</i>	flétrissement durant les périodes chaudes et chlorose	poivron, pastèque, Melon tomate, piment
Alternariose : <i>Alternaria solani</i>	petites taches noires des fruits et dessèchement des feuilles	pastèque, tomate, melon, pomme de terre
Lapourriture grise <i>Botrytis cinerea</i>	nécrose noire des feuilles, pourriture des fruits	tomate, courgette, concombre,
Le virus de la Mosaïque dutabac (TMV) Le virus de la mosaïque de la tomate (TOMV)	rabougrissement de la plante et réduction du rendement en fruits ainsi qu'en qualité de ces derniers	Dans la région de Mostaganem, ils se présentent dans les poivrons et tomates sous serre.

Tableau 3 : Principales maladies des cultures maraichères dans la région de Mostaganem (Ghelamalah, 2016)

Tableau 4: Principales maladies des cultures maraichères dans la région de Mostaganem (GHELAMALAH, 2016)

II.4.3. Les nématodes

Les nématodes parasites de plantes vivent généralement dans le sol en s'attaquant à leurs racines. Les pertes de récoltes causées par ces parasites sont la conséquence de la réduction de l'absorption de l'eau et des nutriments. Les symptômes apparents de l'infestation des plantes par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement et la sénescence précoce (BLANCARD, 1988 ; ACTA, 1990 ; GHELAMALLAH, 2009).

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

Il existe de nombreuses espèces de nématodes qui attaquent les maraichages. Les espèces les plus importantes appartiennent au genre *Meloidogyne*. Ces nématodes ont une large gamme d'hôtes parmi lesquels nous citons les plantes cultivées. Ils sont souvent transmis par les transplants, le matériel agricole, les animaux, le fumier et les eaux de ruissellement (**GHELAMALLAH, 2009**).

Ces parasites peuvent dévaster la culture en absence d'une lutte efficace. Les pertes de rendement sont plus importantes lorsque l'infestation a lieu au stade plantule (**CSIZINSZKY et al., 2005 ; BLANCARD, 1988 ; ACTA, 1990 ; GHELAMALLAH, 2009**).

II.4.4. Les Acariens

Parmi les genres les plus fréquents, nous citons *Tetranychus*. Ce genre comporte plusieurs espèces dont *T. urticae* (Koch) et l'acarien roux de la tomate *Aculops lycopersici* (Masse) (**BOUHRAOUA, 1991**). Ces acariens attaquent plusieurs plantes comme les Solanacées (tomate et poivron.) ; leurs pullulations sur les faces inférieures des feuilles arrivent à les recouvrir de fils de soie. Les populations croissent surtout par un temps chaud et sec (**BLANCARD, 1988 ; BOUHRAOUA, 1991 ; CHOUINARD, 1997 ; GHELAMALLAH, 2009**). Les dommages causés par les acariens peuvent être confondus avec des carences ou déficiences nutritionnelles (**BLANCARD, 1988 ; CHOUINARD, 1997 ; CSIZINSZKY et al, 2005**).

II.4.5. Les insectes mineuses

Les redoutables ravageurs sont ceux qui ont des pièces buccales broyeuses consommant les différents tissus de la plante. Dans cette catégorie de déprédateurs, nous trouvons plus particulièrement les insectes provoquant des galeries au niveau des feuilles et fruits comme les espèces *Tuta absoluta* et *Liriomyza*. La première espèce a été introduite dans notre pays en 2008 et a causé des dégâts spectaculaires sur la culture de la tomate arrivant à anéantir la récolte (**BERKANI et BADAoui, 2008 ; GUENAOUI et GHELAMALLAH, 2008**).

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

Il y a aussi de nombreuses mouches mineuses de l'ordre des Diptères signalées sur plusieurs plantes maraichères voire les mauvaises herbes. Elles les attaquent aussi bien en plein champ qu'en serre (**BOUHRAOUA, 1991 ; BADAoui, 2001**).

Les dégâts de ces mineuses sont localisés au niveau du feuillage. Ils sont généralement importants sur les plants au niveau de la pépinière et lors de leur transplantation (**BLANCARD, 1988 ; BOUHRAOUA, 1991 ; BADAoui, 2001**).

Parmi les espèces de mineuses signalées en Algérie, nous citons *Liriomyza trifoli* *L. sativae*, et *L. bryoniae* qui évoluent sur les cultures ornementales (**BOUHRAOUA, 1991 ; BADAoui, 2001**).



Figure 12 : Dommages aux fruits causés par les larves de *Tuta absoluta*
(Badaoui, 2013)



Figure 13: infestation de tomate causé par *Tuta absoluta*
(Badaoui, 2013)

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

II.4.7. Les insectes opophages

D'autres catégories de ravageurs peuvent constituer un danger potentiel aux cultures maraichères. Les espèces opophages caractérisées par des pièces buccales de type piqueur-suceur. Leurs dégâts apparaissent généralement comme des taches et des déformations des différents organes. En plus, certains de ces insectes sont plus nuisibles car ce sont des agents vecteurs de nombreux virus responsables de graves maladies (CSIZINSZKY et *al.*, 2005 ; GHELAMALLAH, 2009).

II.4.8. Insectes ravageurs

De nombreux insectes ravageurs vivent aux dépens des plantes maraichères occasionnant des dommages économiques importants. Le tableau 04 consigne les principales espèces d'insectes phytophages s'attaquant aux cultures maraichères

Tableau 5 : principales espèces d'insectes phytophages s'attaquant aux cultures maraichères dans la région de Mostaghanem (GHELAMALLAH, 2016)

Cultures	Ordre	Famille	Espèces
Poivron sous serre Melon, Pastèque Courgette, Choux fleur Piment s/serre Aubergine s/serre	Homoptères	Aphidae	<i>Aphis gossypii</i> <i>Aulacorthum solani</i> <i>Myzus persicae</i> <i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Tomate sous serre Tomate plein champ Melon Courgette		Aleurodidae	<i>Bemisia tabaci</i> <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Tomate sous serre Tomate plein champ Poivron s/serre Melon	Thysanoptères	Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> <i>Thrips tabaci</i>
Tomate sous serre Tomate plein champ Poivron s/serre Pomme de terre Aubergine	Diptères	Agromyzidae	<i>Liriomyza trifoli</i> <i>L. bryoniae</i> <i>L. sativae</i>
Tomate sous serre Tomate plein champ Poivron s/serre	Lépidoptères	Noctuidae Gelechiidae	<i>Heliothis armigera</i> <i>Tuta absoluta</i>

Chapitre 2 : les cultures maraichères (plantes hôtes)

II.4.6. Suceurs de sève

D'autres catégories de ravageurs peuvent constituer un danger potentiel aux cultures maraichères. Nous citons les espèces opophages caractérisées par des pièces buccales de type piqueur-suceur. Leurs dégâts apparaissent généralement comme des taches et des déformations des différents organes. En plus, certains de ces insectes sont plus nuisibles car ce sont des agents vecteurs de nombreux virus responsables de graves maladies (**CSIZINSZKY et al., 2005 ; GHELAMALLAH, 2009**). Parmi ces ravageurs, nous relevons 3

II.4.6.1. Les thrips

Ils sont présents par l'espèce *Frankliniella occidentalis* (**A.C.T.A., 1990**). Ses dégâts s'observent sur les parties florales causant leur chute. Au niveau des feuilles, les attaques se manifestent par la décoloration de tout le limbe (**NAIKA et al, 2005 ; ELMHIRST, 2006 ; CHABRIERE et CAUDAL, 2007**). Ils peuvent véhiculer plusieurs virus dangereux pour les cultures maraichères (**CSIZINSZKY et al., 2005 ; ELMHIRST, 2006 ; CHABRIERE et CAUDAL, 2007 ; ROTENBERG et al., 2015**).

Quelques espèces de thrips sont des vecteurs de la maladie bronzée de la tomate (TSWV). La phase de croissance en cocon a lieu dans le sol (**NAIKA et al., 2005**).

La lutte chimique reste la seule solution contre ce ravageur par l'emploi de pesticides comme Abamectine et Phosalone (**OEPP, 1998 ; SEAL et KUMAR, 2010 ; NAZEMI et al., 2015**).



Figure 14: Le thrips des petits fruits, ou thrips californien *Frankliniella occidentalis* (Roques, 2010)

II.4.6.2. Les aleurodes

Les aleurodes sont des ravageurs importants aux cultures tant en sous abris-serre qu'en plein champ (**Fig.15**). Ils peuvent également se développer sur plusieurs plantes adventices qui constituent des foyers de contamination. Ce sont des insectes polyphages qui attaquent près de 200 plantes hôtes (**BELOWS et al., 1994**). Ils provoquent des dégâts très importants comparables à ceux des pucerons. En plus, ces homoptères transmettent plus de 70 types de virus (**HUNTER et POLSTON, 1996 ; HANAFI, 2001**).

Les Aleurodes comptent plusieurs espèces dont les plus redoutables pour les cultures maraichères sont : *Trialeurodes vaporariorum* et *Bemisia tabaci*. Cette dernière est plus dangereuse parce qu'elle transmet des maladies virales comme le TYLCV qui provoquent des pertes élevées sur toutes les productions, précisément la tomate sous serre (**HANAFI, 2001 ; LARBI MESSAOUD, 2005**).

Ces Aleurodes et à l'état adulte et larves se nourrissent de la sève des feuilles. D'après (**ALABOUVETTE et al., 2003**), l'aleurode a la capacité de transmettre des virus tels que le TYLCV (le virus de la maladie des feuilles jaunes, en cuillère de tomate)



Figure 15: L'aleurode des serres *Trialeurodes vaporariorum* (Wintermantel, 2004)

II.4.6.3. Les pucerons

La présence de pucerons est fréquente sur les cultures maraichères. Les colonies denses affaiblissent les plantes en prélevant la sève et en provoquant ou en permettant le développement de maladies (HULLE et al., 1999)

Les ravageurs les plus importants sont les pucerons, principalement ceux qui s'attaquent aux capitules car ils peuvent compromettre gravement la valeur de la récolte (HULLE et al., 1999).

Les aphides sont considérés comme les phytophages les plus redoutables en raison de l'extrême sensibilité de leur potentiel biotique aux variations du milieu (Dedryver, 1983). Ceci quelques espèces des pucerons : *Myzus persicae* (SULZER 1776), *Aphis gossypii* (Fig.16) (GLOVER, 1877), *Macrosiphum euphorbiae* (THOMAS, 1878).

Chapitre III. Matériel et méthodes

III.1. L'objectif

Ce travail a pour objectif d'une part d'évaluer l'état d'infestation des cultures maraîchères par les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* dans quelques communes à vocation maraichères (ain taya, nador, boufadhel, zeralda, staouali, cheraga, ain benian, oued el belaa, sidi ghiles, cherchel, sidi amar, hadjout) et d'autre part exploiter les précédents travaux traitant les degrés d'infestation de ces spéculations.

III.2. Méthode d'échantillonnage des plants

Notre méthode de travail consiste à prélever vingt plants au hasard par serre et d'estimer visuellement le degré d'infestation. **B'CHIR (1981)**, affirme que le plus grand nombre de nématodes s'observe sur des plants dépérissant qui sont faciles à repérer dans une serre (Fig 16). Les plants prélevés doivent comprendre leur système racinaire entier. Les racines sont nettoyées préalablement des particules du sol et examinées attentivement pour évaluer l'indice de galles correspondant.

Les plants prélevés de chaque serre sont accompagnés d'une fiche de prospection ou sont enregistrés les renseignements concernant la serre prospectée (date de prélèvement, la wilaya, la commune, la culture, les traitements etc....).



Figure 16 : serres de tomate infestée par les nématodes à galles (Zeralda)



Figure 17 : racine de tomate fortement infesté par les nématodes a galles



Figure 18 : racine de tomate faiblement infesté par les nématodes a galles

III.3. Méthode d'estimation du degré d'infestation des serres

Le degré d'infestation du sol peut être simplement connu en se basant sur l'indice de galles, qui est une notation visuelle de l'état des racines allant de zéro (0) pour les plants sains à cinq (5) pour les plants fortement infestés (**B'CHIR, 1981 ; B'CHIR et HORRIGUE, 1982**). En effet, il existe une relation entre la population maximale des *Meloidogyne* dans le sol et cet indice de galles (**B'CHIR, 1983**).

Les plants prélevés sont classés selon l'absence ou la présence des galles, le nombre et taille de ces dernières comme suit selon l'échelle des indices de galles établie par **B'CHIR (1983)**, (**Fig. 19**).

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

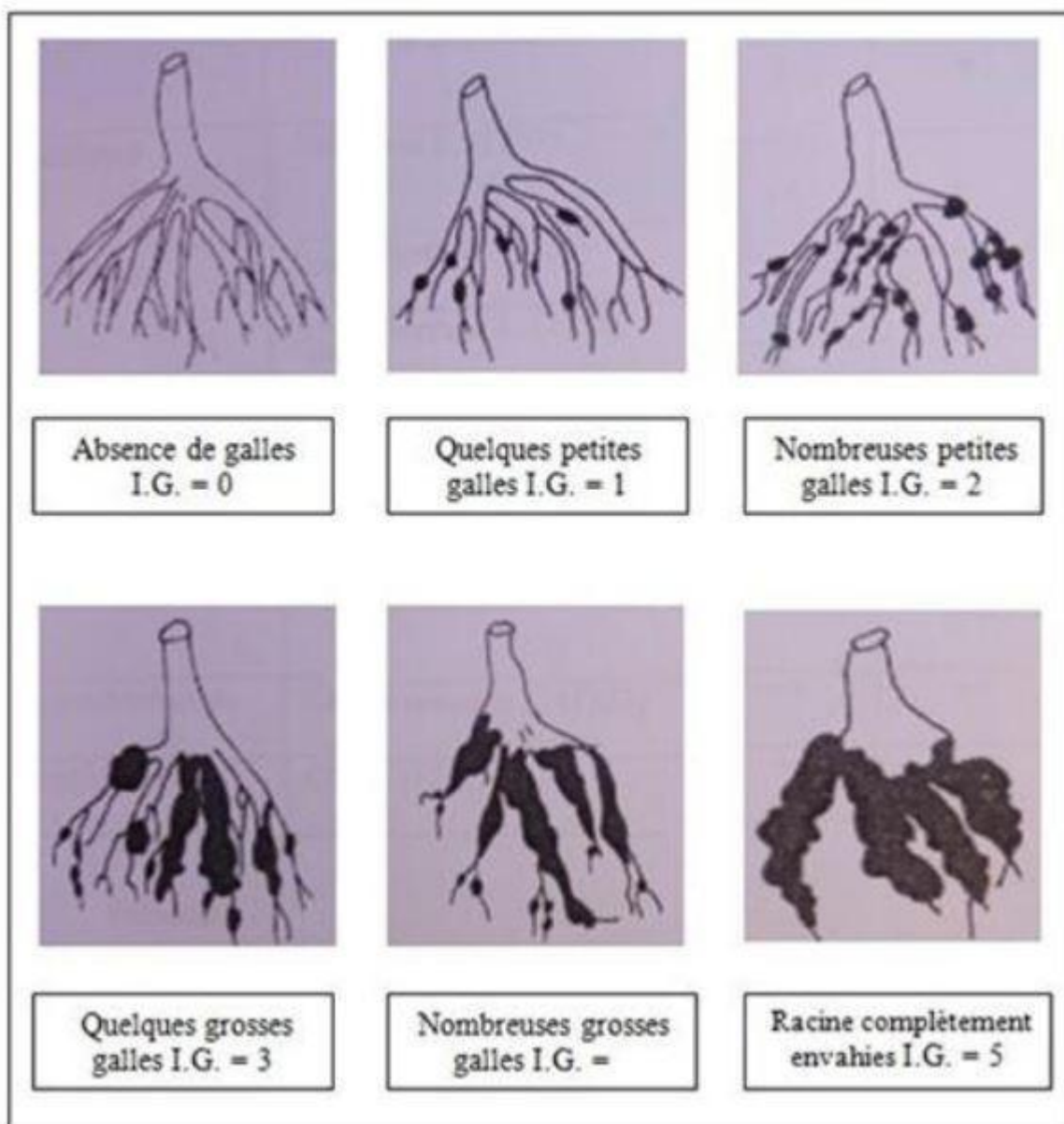


Figure 19 : Notation indice de galles (B'CHIR, 1981)

I.G. = 0 : absence de galles

I.G. = 1 : quelques petites galles

I.G. = 2 : nombreuses petites galles

I.G. = 3 : quelques grosses galles

I.G. = 4 : nombreuses grosses galles

I.G. = 5 : racines complètement envahies par les galles

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

Après la notation de l'indice de galles, nous calculons l'Indice de Galles Moyen (I.G.M.) pour chaque serre selon la formule :

x_i = indice de galles par plant

n = nombre de plants échantillonnés par serre.

Nous avons opté pour cette méthode car l'analyse nématologique du sol ne nous permet pas d'estimer le degré d'infestation des cultures sous abris serres par les *Meloidogyne*. Ce genre de nématode peut exister sous plusieurs formes dans le sol, larves actives ou quiescentes, œufs viables ou non.

III.5. Evaluation du degré d'infestation des cultures par les *Meloidogyne*

Pour estimer le degré d'infestation des zones prospectées nous avons utilisé la classe des indices de galles moyen de **B'CHIR (1981)**. Il est classé dans le **Tableau 6**.

Tableau 6: classe des indices de galles moyens

Serres	Indemne	Faiblement infestée	Fortement infestée
Poivron	[0]]0-1[[1-5]
Tomate-Aubergine	[0]]0-2[[2-5]
Cucurbitacée	[0]]0-3[[3-5]

Selon le tableau le seuil de nuisibilité de la culture de poivron est atteint quand l'indice de galles moyen (**IGM ≥ 1**) ; celui de la tomate et aubergine quand l'indice de galles moyen (**IGM ≥ 2**) alors que celui des cucurbitacées quand l'indice de galles moyen (**IGM ≥ 3**)

Fiche de renseignement

N° de la serre..... Date de prélèvement

1 - Localisation de l'abris serre

1 - Wilaya commune

II - Caractéristiques de l'abris serre

1 - culture avant installation

III - Caractéristiques de la culture

1 - Culture en place

2 – Variété

3 - Origine des plants utilisés

a) - pépinière personnelle :

b) - autre pépinière :

c) - plants produits sur planches : même parcelle : : nouvelle parcelle

d) fertiles pots

4 - Précédent cultural

5 – Variété... ..

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

Tableau 7: : Notation des indices de galles par serre

N° des PLANTS	INDICE DE GALLES					
	0	1	2	3	4	5
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Indice de galle moyen (I G M)

Chapitre 3 : Matériel et Méthodes

Chapitre IV. Résultats et Discussion

IV.1. Evaluation de l'état d'infestation des cultures maraichères sous abris serres par les *Meloidogyne*.

Les résultats présentés dans ce travail sont une compilation des travaux de deux mémoires d'ingénieurs de **MARADJI (1994)** et de **BOUDHEB (2005)** en plus des résultats des prospections réalisées par le binôme **DAREM et MISSOUM (2021)**.

IV.1.1. Variation de l'état d'infestation en fonction des années

Les résultats du (**Fig.17**), représentent la comparaison du degré d'infestation des cultures maraichères sous abris serres en fonction des années (**1994, 2005 et 2021**). Nous remarquons qu'en **2021** le taux d'infestation des cultures maraichères est plus élevé. En effet ce taux est de (**74.99%**) réparti en (**33.33%**) des serres faiblement infestées et de (**41.66%**) des serres fortement infestées. Par contre 2005 s'avère l'année la moins infestée dans les zones prospectées. Le nombre de serres indemnes est de (**88,88%**).

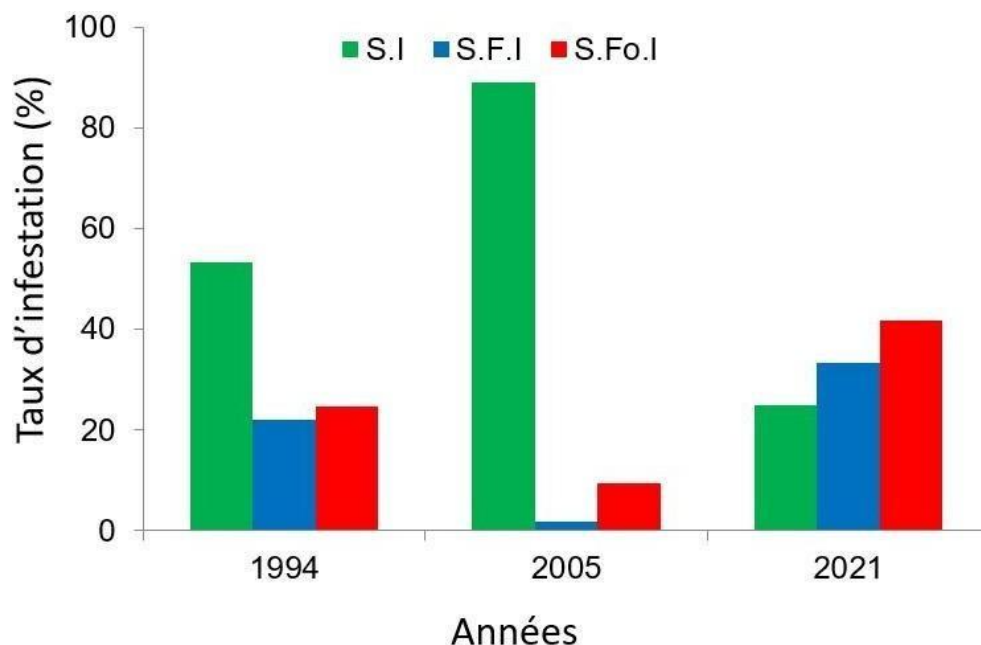


Figure 20 : Répartition de l'infestation des serres en fonction des années.

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

IV.1.2. Répartition de l'état d'infestation en fonction des années

L'analyse des résultats de la figure (18), montre que le taux d'infestation des cultures maraîchères sous abris serres varie selon les wilayas prospectées. Nous remarquons que la wilaya d'Alger présente le taux d'infestation le plus élevé avec (48.66%) réparti en (21.23%) des serres faiblement infestées et de (27.43%) des serres fortement infestées. Alors que le nombre de serres indemnes est enregistré dans la wilaya de Tipaza avec (85,60%).

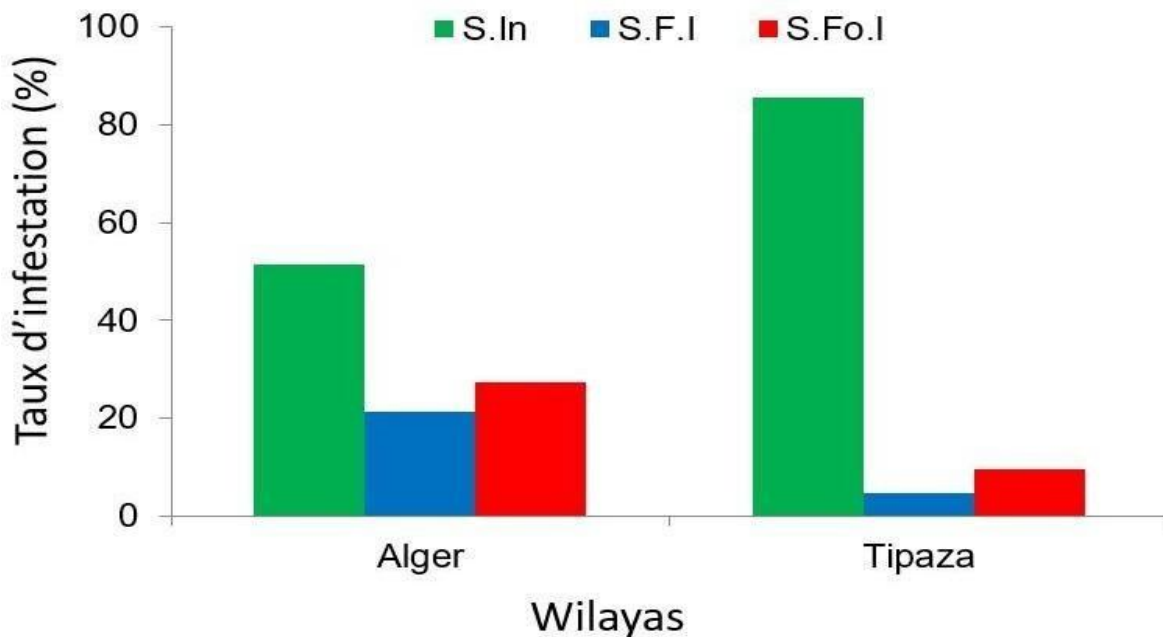


Figure 21 : Répartition des infestations selon les wilayas.

IV.1.3. Répartition des abris serres en fonction des communes

Les résultats du (Fig.19), montrent que les communes d'Ain taya, Nador et hadjout présentent le taux d'infestation le plus élevé avec (100%) de serres infestées. Toutefois le degré d'infestation le plus important est signalé dans la commune d'Ain Taya avec 100% de serres fortement infestées, suivi par la commune Hadjout avec (33,33%) de serres fortement infestées et (66,66%) de serres faiblement infestées. Alors que la commune de Nador toutes les serres sont faiblement infestées. Par ailleurs la commune de Cheraga a dévoilé un taux d'infestation élevé avec (97.05%)

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

de serres infestées. Alors que les communes de zeralda et boufadhel et sidi amar sont totalement indemnes (100%).

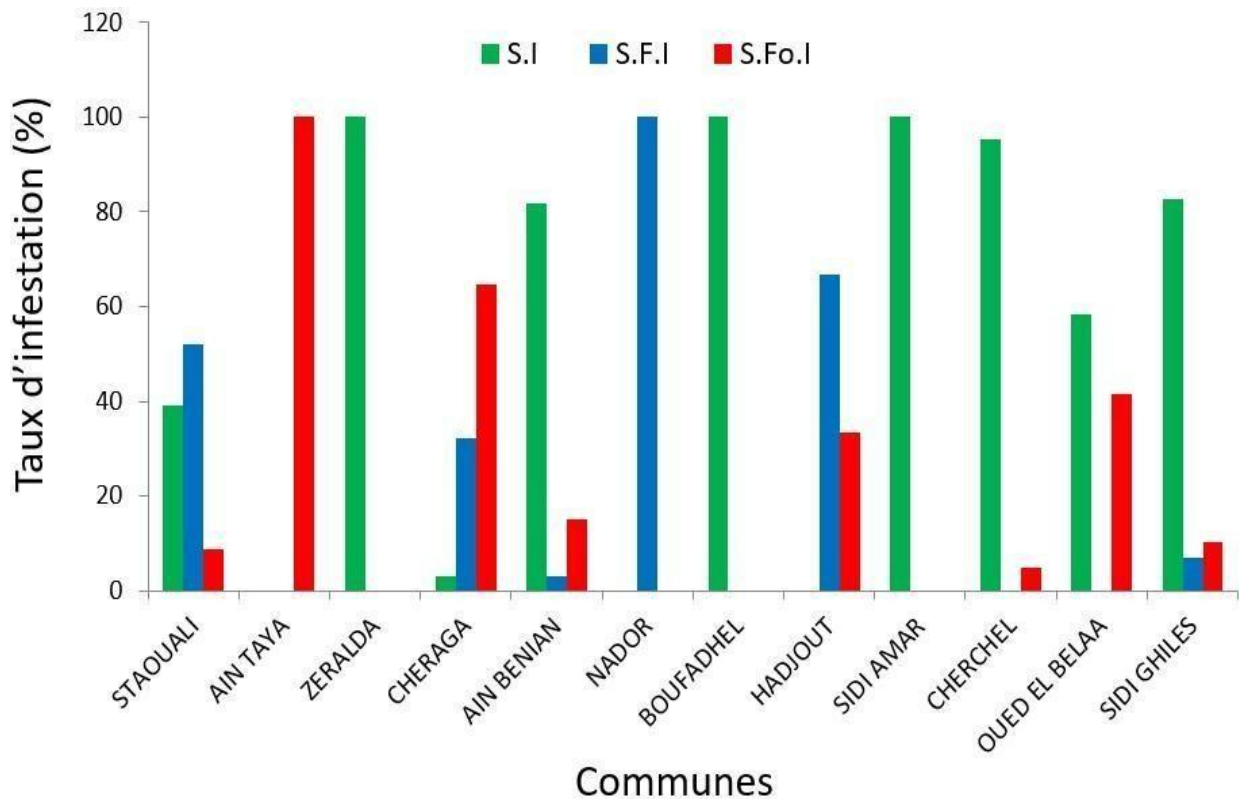


Figure 22 : Répartition de l'infestation des serres en fonction des communes.

IV.1.4. Variation de l'état d'infestation en fonction des cultures

Chacune des espèces maraîchères réagit différemment vis-à-vis des attaques des *Meloidogyne*. Cette variabilité de la fréquence et de la gravité de l'infestation dépend de plusieurs paramètres que nous allons essayer d'étudier par la suite.

D'après la (Fig.20), nous constatons que le concombre est la culture la plus infestée avec un taux de 72.26% ; réparties en 45.37% serres faiblement infestées, et 26.89% serres fortement infestées, suivi de la culture de tomate, sur les 73 abris serres étudiés 15% sont infestées dont 6.8% de serres fortement infestées. Par contre les cultures de poivron et aubergine toutes les serres sont indemnes.

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

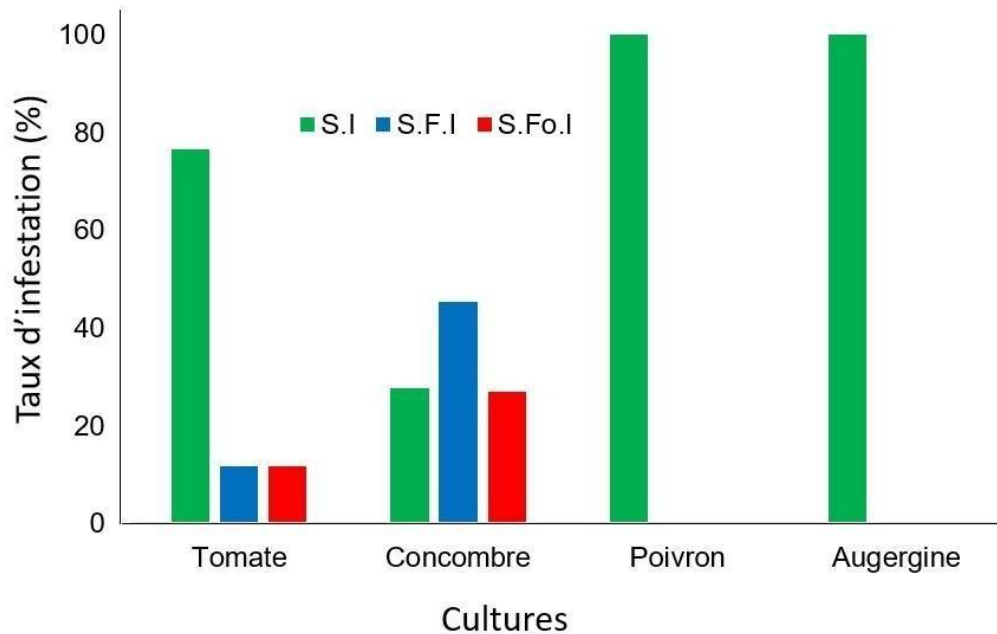


Figure 23 : Etat d'infestation en fonction des cultures.

On comparant l'importance de l'infestation, le concombre semble être plus exposé aux attaques de nématodes cécidogènes alors que, la tomate apparait peu infestée inversement, le poivron et l'aubergine sont indemnes. Ce qui pourrait être du a la nature du sol ou ces cultures ont été transplantées, en effet ces deux dernières cultures ont été recensées dans la région de Cherchell, caractérisé par un sol argileux.

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

IV.2. Discussion

Les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sont des organismes qui peuvent coloniser une large gamme d'espèces végétales. Les pertes et leur impact sur l'économie agricole est considérable. Ce genre *Meloidogyne* vit au dépend d'un grand nombre de cultures maraichères pratiquées sous serres, en plein champs et même dans les oasis.

Notre étude a porté sur l'étude de l'évaluation du degré d'infestation des cultures maraichères en fonction de trois campagnes maraichères (1994, 2005 et 2021), en fonction des wilayas et des communes maraichères et enfin en fonction des cultures pratiquées.

Les résultats ont dévoilé que l'état et le degré d'infestation varient en fonction de ces paramètres suscités. En effet, au cours de notre année d'étude (2021) les cultures prospectées s'avèrent fortement d'infestation avec un taux de (74.99%). Par contre en **2005 BOUDHEB** à enregistré le nombre de serres indemnes le plus élevé (88,88%). Alors qu'en **2005 MARADJI** a signalé un taux d'infestation inférieur à (50%) dans les zones prospectées.

La variation des taux d'infestations serait liée aux stations de prélèvements qui sont différentes et probablement aux techniques culturales entreprises par les agriculteurs à savoir l'ancienneté des abris serres, les précédents culturaux, l'utilisation des systèmes de production des plants de pépinières, le système d'irrigation et les traitements chimiques anarchiques sont analyses nématologique préalable (**MOKABLI, 1988**).

Dans deux wilayas côtières étudiées Alger et Tipaza, les sols des cultures maraichères sont infestés par les *Meloidogyne*. La wilaya d'Alger présente le taux d'infestation le plus élevé avec (48.66%) par rapport à la wilaya de Tipaza (15,4%). Ce résultat s'explique par le fait que les communes les plus infestées sont en générale ceux prospectées dans la wilaya d'Alger et au cours de notre année d'étude (2021). En effet le taux d'infestation moyen dans ces communes est de (55,22%) en comparaison avec les communes de la seconde wilaya (36,66%). Il serait probable que les conditions climatiques et édaphiques favorables ont contribués à la multiplication des nématodes à galles. Cette hypothèse est confirmée par les travaux de Stephan (**1989, In NEBIH HADJ - SADOK, 2000**) qui affirme que la température

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

est le facteur majeur influençant l'activité des nématodes et la durée du cycle de vie. En outre, la texture du sol affecte la pullulation des nématodes et ils abondent dans les sols arables (RITTER, 1985 ; NEBIH HADJ-SADOK, 2000).

Par ailleurs, dans la commune de Ain Taya (100%) de serres fortement infestées et dans ce site nous avons noté que le système de rotation pratiquée est basé essentiellement sur la monoculture qui est la tomate. La mauvaise gestion des terres agricoles peut expliquer en grande partie ce résultat en particulier ce qui est en relation avec le système de rotation. Dans les différentes stations maraîchères prospectées la rotation est basée que sur les cultures de la famille des solanacées. Ces spéculations s'avèrent très sensibles aux attaques des *Meloidogyne*. Selon MOKABLI (1999) et NEBIH HADJ - SADOK (2000) les plantes cultivées des familles des solanacées, des cucurbitacées et des légumineuses constituent des hôtes très favorables aux nématodes à galles.

Les cultures des espèces maraîchères recensées ont réagi différemment à l'agressivité des *Meloidogyne* et le taux d'infestation varie selon ces cultures. Selon LAMBERTI (1976, In NEBIH HADJ-SADOK, 2000) Toutes les cultures recensées constituent des hôtes favorables aux nématodes cécidogènes.

Nos résultats révèlent que le concombre est la culture la plus infesté avec un taux de 72.26%, suivi de la culture de tomate, 15%. Par contre les cultures de poivron et aubergine toutes les serres sont indemnes. Ces résultats sont en concordance avec ceux de MESSIAEN (1981; In ACHIR, 1992) qui affirme que le piment et le poivron sont moins attaqués par ce genre de nématodes, que la tomate et les cucurbitacées. Par ailleurs, B'CHIR et HORRIGUE (1991; In NEBIH HADI-SADOK, 2000) signalent que la sensibilité ou la tolérance d'une plante est déterminée par sa capacité à émettre des racines secondaires et / ou à l'importance de sa réaction d'hyperplasie radiculaire. Concernant l'état indemne des cultures de poivron et d'aubergine, peut s'expliquer par le fait que ces dernières sont cultivées dans un sol sain de *Meloidogyne* et de nature argileuse ne pouvant pas favoriser le développement des nématodes à galles.

La variabilité de la fréquence et de la gravité de l'infestation dépend de plusieurs paramètres qui contribuent à l'aggravation de l'infestation et à l'élargissement des foyers d'infestation des cultures maraîchères. Nous citons la rotation pratiquée favorisant deux familles botaniques solanacées et cucurbitacées ce qui ne contrôle

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

pas les taux d'infestations des sols maraîchers ; ce qui ne régule pas ce genre l'introduction d'autres plantes non hôtes reste encore très limitée. En outre, l'ancienneté des serres serait directement liée aux infestations des cultures, ces résultats sont enregistrés par les travaux de **B'CHIR (1981) ALLILI (1985), MOKABLI (1988), KOUACHE (1991).**

Chapitre 4 : Résultats et Discussion

Conclusion Générale :

Notre travail de prospection est une étude sur l'état d'infestation des cultures maraîchères sous abris serre dans les deux régions Tipaza et Alger, révèle une pression parasitaire des nématodes à galles sur ces spéculations. En effet ces phytoparasites ont une forte capacité de reproduction, leur permettant d'envahir rapidement les racines des plantes et entrainer des pertes considérables des productions agricoles. Les problèmes phytosanitaires causés par ces parasites ont une incidence économique très importante à l'échelle mondiale, beaucoup plus dans les pays en voie de développement que dans les pays industrialisés.

L'étude a dévoilé que sur les 238 serres étudiées, (30,67 %) sont infestées, dont (18,06 %) sont gravement infestées. Le taux et le degré d'infestation des cultures légumières varient en fonction années. Au cours de l'année d'étude (2021), les cultures prospectées sont fortement infestées avec un taux de (74.99%).

Par ailleurs, dans deux wilayas côtières la wilaya d'Alger présente le taux d'infestation le plus élevé avec (48.66%) par rapport à la wilaya de Tipaza (15,4%). Notamment dans la commune de Ain Taya avec (100%) de serres fortement infestées.

Parmi les plantes cultivées des familles botaniques solanacées (tomate) et cucurbitacées (concombre) sont plus sensibles aux attaques de nématodes à galles constituent des hôtes très favorables aux nématodes à galles. En comparaison avec les deux autres solanacées (poivron et aubergine).

Il serait intéressant d'approfondir les prospections sur d'autres zones à vocation maraîchères et d'orienter les enquêtes sur l'évaluation du taux et du degré d'infestation des variétés maraichères cultivées en Algérie afin de sélectionner des variétés plus tolérantes aux attaques des *Meloidogyne* et de les proposer aux agriculteurs pour limiter la pullulation des *Meloidogyne*

Références bibliographiques

1. **A.C.T.A., 1980** - *Guide pratique de défense des cultures*. 3^{ème} Ed. Le carrousel et A.C.T.A., 13p.
2. **A.C.T.A., 1990** - *Guide pratique de défense des cultures*. 4^{ème} Ed. Le carrousel et A.C.T.A., P.P.19.21.
3. **ABAAD A., ELLOUMI M. et MEZGHANI C., 2000** - *Tunisie In Développement rural en Méditerranée*. Editions Karthala et CIHEAM, Paris, 685 p.
4. **AKERKAR A., 2015** - Etude de la mise en œuvre du Plan National de Développement Agricole et Rural (PNDAR) : Cas de la Wilaya de Bejaia. *Revue Nouvelle Economie*. 01(12) : 15 p.
5. **ALAIN ROQUES, 2010** - *Frankliniella occidentalis* (Pergande,1895) - Western flower thrips (Thripidae, Thysanoptera). Chapter 14: Factsheets for 80 representative alien species. Alien terrestrial arthropods of Europe, 4 (2), Pensoft Publishers, 2010, BioRisk, 978-954-642-555-3. fahal-02928737f
6. **B'CHIR M. M.,1981** - Les principaux facteurs qui déterminent le développement des
7. **BADAoui M., 2001** - *Etude préliminaire de la mineuse (Diptera : Agromyzidae) sur culture de tomate, premières données bioécologiques et importance des dégâts*, Mémoire de fin d'études, pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Agronomie, option : protection des végétaux, Université de Mostaganem : Mars 2001. 33p.
8. **BADAoui Mahdjouba. 2018** - Contribution à l'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae) et essais de contrôle biologique sur la culture de tomate » . UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM.
9. **B'CHIR et HERRIGUE, 1983** – Etablissement d'un modèle expérimental pour tester l'efficacité des nématicides sur les *Meloidogyne* spp. associées à la culture de melon (*Cucumis melo*) sous abri-serres. *Annales de l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie* (Vol. 55, pp. 1-20).
10. **B'chir M. M., 1982** - isolement de deux souches d'hyphomycètes prédateur dans l'oasis tozeur. *I.N.R.A.T.*, tunisie, 9p
11. **BEDRANI S., BENSOUIAH R. et DJENANE A.M., 2000** - *Agricultures familiales et développement rural en Méditerranée : Algérie*. Ed Karthala et Ed du CIHEAM, Paris. 685 pages.
12. **BELAIR G., 2005** - Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes par la

racine. *Phytoprotection*. Vol. 86(1), 65-69.

13. **BELLOWS T. S., PERRING T. M., GILL R. J. et HEADRICK D. H., 1994.** Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 76, 310–313.
14. **BENACHOUR, K., 2008** - *Diversité et activité pollinisatrice des abeilles (Hymenoptera: Apoidea) sur les plantes cultivées.* Thèse de doctorat en entomologie appliquée. Univ. Mentouri, Constantine. 151p.
15. **BERKANI A. et BADAOUI M., 2008** - *Mineuse de la tomate Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae),* Ed, INRA Algérie, Alger, 16p.
16. **BLANCARD D., 1988** - *Maladies de la tomate : Observer, Identifier, Lutter.* I.N.R.A Paris. 205 pages.
17. **BLOK, V. C., JONES, J. T., PHILLIPS, M. S., et TRUDGILL, D. L., 2008** - Parasitism genes and host range disparities in biotrophic nematodes: the conundrum of polyphagy versus specialisation. *BioEssays*, 30(3), 249-259.
18. **BOUDJEDJOU L., 2010** - *Etude de la flore adventice des cultures de la région de Jijel.* Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Magister. En Biologie et Physiologie Végétale, Option : Valorisation des ressources végétales. Université Farhat Abbas, Sétif. 100 pages.
19. **BOUHROUA R.T., 1991** - *Contribution à l'étude bio écologique des insectes et des acariens nuisibles en cultures protégées dans la région de Tlemcen et mise au point d'une stratégie de lutte.* Mémoire de Magister, option : Phytotechnie. Institut National d'Agronomie El-Harrech, Algérie, 418 pages.
20. **BOUREGAA T., (2020)** - *Cours : Cultures maraichères Licence : Production végétale.* Université Ferhat Abbas - Sétif 1-.page 6
21. **CAPORALINO D.C., BOURDY G. et CAYROL J.C., 2001** - *Plantes nématicides et résistantes aux nématodes.* Biopesticides d'origine végétale. Ed. Tec and Doc. 323 pp.
22. **CARNEIRO R.M.D.G., TIGANO M.S., LOPES JORGE C., OLIVEIRA TEXEIRA AC. et CORDEIRO MC., 2004** - Selection and polymorphism of *Pasteuria penetrans* isolates in relation to *Meloidogyne* spp. from coffee. *Nematology* .Vol.6, pp.37-47.
23. **Chabrière C et Caudal T, 2007.** Poivron Protection phytosanitaire. Situations actuelles et perspectives APREL. *Ctifl*. 10 p.
24. **CHELLEMI D.O., 2006** - Effect of urban plant debris and soil management practices

- on plant parasitic nematodes, Phytophthora blight, Pythium root-rot of belle Pepper. *Crop Protection*. 25, 1109-1116.
25. **Chouinard G, 1997** - *Manuel de l'observateur : pommier*. Ed. Ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'Alimentation. Québec, 170 pages.
- Meloidogyne* sous abris plastiques (serres) en Tunisie. *C. r*, 75-83.
26. **CSIZINSZKY A.A., SCHUTESTER D.J., JONES J.B et VAN LENTEREN J.C., 2005** - *Tomatoes*. CABI Publishing is a division of CAB International, 235 pages
27. **CULMAN S.W., DUXBURY J.M., LAUREN J.G. et THIES J.E., 2006** - Microbial community response to soil solarization in Nepal's rice-wheat cropping system; *Soil Biology & Biochemistry* 38, 3359-3371.
28. **DAVIDE R.G., 1980** - Influence of cultivar, age, soil texture, and pH on *Meloidogyne*.
29. **DAVIS KG. et WILLIAMSON V.M., 2006** - Host specificity exhibited by population of endospores of *Pasteuria penetrans* to the juveniles and male cuticles of *Meloidogyne hapla*. *Nematology*. Vol.8, pp.475-476.
- 23.26 pages.
30. **De GUIRAN G., 1983** - Facteurs induisants chez *Meloidogyne incognita* un bloc du développement des œufs considérés comme une diapause. *Rev Nématol.*, Vol.3, n°1, pp. 155-121.
31. **De GUIRAN G., 1983** - *Nématodes, les ennemis invisibles*. La Littorale S.A. (Ed.),
32. **De GUIRAN G., 1993** - Protection des cultures maraîchères et fruitières face aux capacités d'adaptation des nématodes *Meloidogyne*. *Compte Rendu de l'Académie d'Agriculture de France* : 71-78.
33. **DEDRYVER C. A., 1983** - Rapport C.C.E, 1983.
34. **DEDRYVER C.A. 2010** - Les pucerons : Biologie, Nuisibilité, Résistance des plantes. France : 41 p.
- Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques – 14 & 15 déc. 2010 à Angers,*
35. **DEMEURE Y., 1978** - *Les causes de la survie de certains nématodes phyto-parasites pendant la saison sèche dans le Sahel Sénégalais*. Thèse de l'université Claude Bernard-Lyon I. Paris : ORSTOM : 113 p.
36. **DEWAELE D. et DAVIDE R.G., 1998** - *Nématodes à galles des bananiers et plantains, Meloidogyne incognita (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, Meloidogyne javanica (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Parasites et Ravageurs des Musa : Fiche Technique n °3*. Ed. INIBAP.4pp.

37. **DJIAN-CAPORALINO C., 1991** - *Etat actuel des connaissances sur les substances nématocides produites par des microorganismes et des végétaux supérieurs*. 3^{ème} Symposium sur les substances naturelles. Ed. Cecile et Cie, pp. 83-87.
38. **DJIAN-CAPORALINO C. et PANCHAUD-MATTEI E., 2002** - La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites. *Revue horticole*. N°392. 14-33.
39. **DJIAN-CAPORALINO C., BOURDY G. et CAYROL J.C., 2008** - *Plantes nématocides et plantes résistantes aux nématodes*, Editions Tec & doc, Lavoisier, Paris, 546 p.
40. **ELAHOUEL H., 2004** - *Contribution à la connaissance de la flore adventice et rudérale utilisée comme gîte secondaire et relais pour les pucerons à la station de Mazagan, Mostaganem*, 55 pages.
41. **EL-ALLAGUI N., BOURIJATE M., TAHROUCH S. et HATIMI A., 2006** - Effet de cinq extraits végétaux sur *Meloidogyne* spp. de la tomate. *Biochimie. Substances Naturelles et Environnement. Congrès International de Biochimie*. Agadir, 09-12 Mai, 357-360.
42. **EL-KEBLAWY A. et AL-HAMADI F., 2009** - Assessment of the differential response of weeds to soil solarization by two methods. *Weed Biology and Management*. 9, 72-78.
43. **ELMHIRST J., 2006** - *Profil de la culture du poivron de serre au Canada*. Elmhirst Diagnostics and Research Abbotsford (Colombie. Britannique) Canada. V (4), 50 p.
44. **EVERTS K.L., SARDANELLI S., KRATOCHVIL R.J, ARMENTROUT D.K., et GALLAGHER L.E., 2006** - Root knot and root lesion nematode suppression by cover crops, poultry litter and poultry litter compost. *Plant disease*, vol.90, and pp.487-494.
45. **FAO., 2015**. Données de la base statistique de l'organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture sur le site : <http://apps.fao.org>
46. **GAUR H.S. et PERRY R.N., 1991** - The use of soil solarization for control of plant parasitic nematodes. *Nematological Abstracts*. Vol. 60(4), 153-166.
47. **GHELAMALLAH A., 2009** - *Contribution à l'étude bioécologique de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (1917) (Lépidoptera : Géléchiidae) dans la région de Mostaganem*. Mémoire de Magister en Sciences agronomiques. Université de Mostaganem, 56 pages
48. **GIANNAKOU I.O., ANASTASIADIS I.A., GOWEN S.R. et PROPHETOUATHANASIADOU D.A., 2007** - Effects of a non-chemical nematicide combined with soil solarization for the control of root-knot nematodes. *Crop protection*

26, 1644-1654.

49. **GUENAOUI Y., GHELAMALLAH A., 2008** - *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera Gelechiidae) nouveau ravageur de la tomate en Algérie premières données sur sa biologie en fonction de la température ; *AFPP 8^{ème} conférence internationale sur les ravageurs en agriculture*, Montpellier. 8 pages.
50. **GURR S.J., MC PHRSON M.J. et BROWLES D.J., 1992** - *Molecular plant pathology. A practical approach*. Volume I. Ed. The practical approach series; Series editors: Ricknood D. et Hames B. D. 216pp.
51. **HADIBI, A., CHEKIREB-BOURAS, F. Z., et MOUHOUCHE, B., 2008** - Analyse de la mise en œuvre du plan national de développement agricole dans la première tranche du périmètre de la Mitidja Ouest, Algérie. In *Economies d'eau en systèmes irrigués au Maghreb* (pp. 9-p). Cirad.
52. **HANAFI A., 2001** - *Mouche blanche et TYLCV quel management ?*, Ed. 287 p.
53. **HARRANGER J., BONNEL L., CAYROL J., CHERBLANC G., LATERROT H. et SCOTTO LA MESSESE., 1971**- *Les nématodes des cultures maraîchères*. In les nématodes des cultures. Edi. ACTA, Paris, pp 351-373.
54. **HOEFFERLIN, P., CAPORALINO, C., VILLENEUVE, F., GOILLON, C., JEANNEQUIN, B., NAVARRETE, M., ... et SZILVASI, S., 2018** - Les nématodes à galles. *Meloidogyne SPP. Infos CTIFL*, 2-23.
55. **HULLE. M., TURPEAU-AIT IGHIL. E., ROBERT. Y., et MONET. Y., 1999** – *Les pucerons des plantes maraîchères*. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
56. **HULLMANN J., QUADT-HALLUMANN A., MILLER W.G., SIKORE R.A. et LINDOW S.E., 2000** - Endophytic colonization of plants by the biocontrol agent *Rhizobium etli* G12 in relation to *Meloidogyne incognita* infection. *Phytopathology*, 91(4), 415-422.
57. **HUNTER W., HIEBERT E., WEBB S. E., POLTON J. E., et TSAI H. T., 1996** - Precibarial and cibarial chemosensilla in the whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Intl.J. Insect Morphol. Embryol.* 25, 295–304. *incognita* and *Radopholus similis* on banana. *Plant diseases* 64 : 571-573.
58. **JAUBERT S., LAFFAIRE J.B., ABAD P. et ROSSO M.N., 2002** - Cell wall degrading enzymes in the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Journée Jean

Chevaugon IVème rencontre de Phytopathologie/Mycologie. Aussois, Savoie, France. 13-17 mars

59. **JONES J.B., JONE J.P., STALL R.E. et ZITTER T.A., 1997** - *Compendium of tomato diseases*. Ed. APS Press, The American Phytopathological Society. 73 pp.
60. **JONES J.T., HAEGEMAN A., DANCHIN E.G.J., GAUR H.S., HELDER J., JONES M.G.K., KIKUCHI T., MANZANILLA-LÓ-PEZ R., PALOMARES-RIUS J.E., WESE-MAEL W.M.L., PERRY R.N., 2013** - Top 10 plant-parasitic nematodes in molecu-lar plant pathology. *Molecular Plant Pathol.* 14 : 946-961.
61. **KAZI TANI C., Le BOURGEOIS T. et MUNOZ F., 2010** - Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique oranais (Nord- ouest algérien) : aspects botanique, agronomique et phytoécologique. *AFPP*. – 21^{ème} Conférences du Columa. Journée Internationales sur la lutte contre les mauvaises herbes Dijon- 8 et 9 Décembre 2010, 13 pages.
62. **KHAN Z. et KIM Y.H., 2005** - The predatory nematode *Monochoides fortidens* (Nematoda: Diplogasterida), suppresses the root-knot nematode *Meloidogyne arenaria* in potted field soil. *Biological Control.* 35, 78-82.
63. **KHAN Z. et KIM Y.H., 2007** - A review on the role of predatory soil nematodes in the biological control of parasitic nematode. *Applied Soil Ecology.* 35, 370-379.
64. **KIEWNICK S. et SIKORA R.A., 2006 (a)** - Evaluation of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 for the biological control of the Northern root-knot nematode *Meloidogyne hapla* Chitwood. *Nematology.* Vol. 8(1), 61-78.
65. **KIEWNICK S. et SIKORA R.A., 2006 (b)** - Biological control of the root knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strains 251. *Biological control* .Vol.38, pp.179-187.
66. **KOENNING S.R., WALTERS S.A., BARKER K.R., 1996** - Impact of soil texture on the reproductive and damage poten-tials of *Rotylenchulus reniformis* and *Meloidogyne incognita* on Cotton. *Journal of nematology.* 28 : 527-536.
67. **KOKALIS-BURELLA N. et RODRIGUEZ-KABANA R., 2006** – *Allelochemicals as biopesticides for management of plant parasitic nematodes*. *Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases*. Ed. INDERJIT et MUKERJI, pp. 15-29.
68. **KORAYEM A.M., 2003** - Effect of some organic wastes on *Meloidogyne incognita* development and tomato tolerance to the nematode. *Egyptian Journal of Phytopathology.* Vol. 31(1-2), 119-127.

69. **KORAYEM A.M., 2003-** Effect of some organic wastes on *Meloidogyne incognita* development and tomato tolerance to the nematode. *Egyptian Journal of Phytopathology*. Vol. 31(1-2), 119-127.
70. **LARBI. MESSAOUD K., 2005** - *Premières observations sur les Aleurodes et leurs ennemis naturels dans la wilaya de Mostaganem*, Mémoire de fin d'études, pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, option : protection des végétaux, session : Octobre 2005.
71. **LE POIVRE P., 2003** - *Phytopathologie*. Ed. Les Presses Agronomiques de Gembloux. De Boeck et Larcier. 427p.
72. **MATEILLE T., FOULD S., DABIRE K.R. DIOP M.T. et NDIAYE S., 2009** - spatial distribution of the nematode biocontrol agent *Pasteuria penetrans* as influenced by its soil habitat. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol. 41(2), 303-308.
73. **MESSIAEN C., BLANCARD D., ROUXEL F., LAFON R., 1991** - *Les maladies des plantes maraîchères*. Editions Inra. Paris, France : 552 p.
74. **MESSIAEN C.M., BLACARS D., ROUXEL F. et LAFON R., 1991** - *Les maladies des plantes maraîchères*. Ed. INRA Paris. 568p.
75. **MINUTO A., SPADARO D., GARIBALDI A. et GULLINO M.L., 2006-** Control of soilborne pathogens of tomato using a commercial formulation of *Streptomyces griseoviridis* and solarization. *Crop Protection*. Vol. 25(5), 468 - 475. MSDS. 5p.
76. **NAIKA S., De JEUDE J.V. L., De GOFFAU M., HILMI M., VAN DAM B., FLORIJN A., 2005** - *La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation* ; Publié par Agromisa Foundation. 104 pages.
77. **NAZEMI A., KHAJEHALI J., VAN LEEUWEN T., 2015** - Incidence and characterization of resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides in *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) in onion fields in Isfahan, Iran. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. Article In press.
78. **NETSCHER C. et SIKORA R.A., 1990** - Nematode parasites of vegetable in plant-parasitic nematodes in subtropical agriculture. In : Luc M, Sikora RA, Bridge J. *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical Agriculture*. CAB International, London, 237-258.
79. **NETSCHER E., 1970** - Les nématodes parasites des cultures maraîchères du Sénégal. Cahiers ORSTOM, *série Biologie*, P.P: 209-229.
80. **OESTERLIN H., 2003** - *Les nématodes phytoparasites du sol menacent nos cultures*,. *Biologie, dégâts provoqués et lutte*. 13p.

81. **OKA Y., TKACHI N., SHUKER S., ROSENBERG R., SURIANO S. et FINE P., 2006** -Laboratory studies on the enhancement of nematicidal activity of ammonia-releasing fertilisers by alkaline amendments. *Nematology*. Vol. 8(3), 335-346.p.
82. **Organisation Européenne et Méditerranéenne pour la Protection des Plantes (OEPP)**. Directives sur la bonne pratique phytosanitaire plantes ornementales sous abris. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 24, 233-240.
83. **ORLEY L., 1880** - Az anguillulidak maganrajza. A kir. m. termesztudom. tersulat altal a bugatdijjal jutalmazott palyamii. *Termeszetr. Fuz.*, 4 : 16-50.
84. **PIEDRA BUENA A., GARCIA-ALVAREZ A., DIEZ-ROJO M.A., ROS C., FERNANDEZ P., LACASA A. et BELLO A., 2007** - Use of pepper crop residues for the control of root-knot nematodes. *Bioresource Technology*. 98, 2846-2851.
85. **PROT J.C. VAN GUNDY S.D., 1981** - Effect of soil texture and the clay component on migration of *Meloidogyne incognita* second stage juveniles. *Journal of nematology* 13 : 213-219.
86. **PROT J.C., 1977** - Amplitude et ciné-tique des migrations de nématodes *Meloidogyne javanica* sous l'influence d'un plant de tomate. *Cah ORSTOM sér Biol* 11 : 157-166.
87. **PROT J.C., 1975** - *Recherche concernant le déplacement desjuvéniles de Meloidogyne spp. vers les racines*. Cahier ORSTOM, Serie biologique, 10 : 351 p.
88. **REDDY P., 1983** - *Plant nematology*. Ed. Agri. Publ. Acad. India, 287 pp.
89. **REGNAULT-ROGER C., FABRE G. et PHILOGENE B.J.R., 2005** - *Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement, pesticides et biopesticides. OGM, lutte intégrée et biologique, agriculture durable*. Ed. Lavoisier. 1013p.
90. **REVERSAT G., 1986** - *Recherche sur la survie et le métabolisme énergétique des stades infestants chez Heterodora oryzae, Meloidogyne javanica et Hirschimanniella spinicaudata, nématodes phytoparasites de la zone inter-tropicale*. Thèse Sci. Nat., Université Pierre et Marie Curie, ORSTOM : 278 p.
91. **ROTENBERG D., JACOBSON L. A., SCHNEWEIS D.J et WHITFIELD A. E., 2015** - Thrips transmission of tospoviruses. *Current Opinion in Virology*, 15:80–89.
92. **SAHEBANI N. et HADAVI N., 2008** - Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Trichoderma harzianum*. *Soil Biology & Bio chemistry* 40, 2016-2020
93. **SAYRE R.M., PATRICK Z.A. THORPE H.J., 1964** - Substances toxic to plant parasitic nematodes in decomposing plant residue. *Phytopathology* 54 : 905p.

94. **SAYRE R.M., PATRICK Z.A. THORPE H.J., 1965** - Identification of a selective nematocidal component in extracts of plant residues decomposing in soil. *Nematologica* 11 : 263-268.
95. **SCOPA A., CANDIDO V., DUMONTET S. et MICCOLIS V., 2008** - Greenhouse solarization: effects on soil microbiological parameters and agronomics aspects. *Scientia Horticulturae* 116, 98-103.
96. **SEAL D. R. et KUMAR V., 2010** - Biological response of chilli thrips, *Scirtothrips dorsalis* Hood (Thysanoptera: Thripidae), to various regimes of chemical and biorational insecticides. *Crop Protection* 29 (2010): 1241-1247.
97. **SELLAMI S. et LOUNICI M., 2000** - Control of root knot nematode by solar heat on tomato. Seven Arab congress of plant production.Oct.22-26.
98. **SEVILHAN M., CHEN S. et MELAKEBERHAN H.,2007** - effect of *hirsutella minnsotensis* and n-virosoil on populations *meloidogyne halpa*. *Biocontrol science and technology*. Vol 17 (13), 233 – 246.
99. **SIDDIQUI A., EHETSHAMUL-HAQUE S. et SHAUKAT S.S., 2001** - Use of Rhizobacteria in the control of root-rot, root-knot disease complex of Mungbean. *Phytopathology* 149, 337-346.
100. **SIDDIQUI I.A., SHAUKAT S.S. et HAMID M., 2002** - Role of Zinc in Rhizobacteria mediated suppression of root infecting fungi and root-knot nematode. *Phytopathology* 150, 569-575.
101. **SIKORA R.A., BRIDGE J., STARR J.L., 2005** - Management Practices : An overview of integrated nematode management technologies : 793-825. In *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, Luc M., Sikora R.A., and Bridge J. (eds). *Wallingford : CAB International*.
102. **SINGH V.P., JAISWAL R. K., KUMAR N. et KUMAR D., 2007** - Nematophagous fungi associated with root galls of rice caused by *Meloidogyne graminicola* and its control by *Arthrobotrys dactyloides* and *Dactylaria brochopaga*. *Phytopathology* 155,193-197.
103. **STAPLETON J.J., 2000** - Soil solarisation in various agricultural production systems. *Crop protection* 19, 837 - 841.
104. **TAYLOR C.E. et BROWN D.J.F., 1997** - *Nematode vectors of plant viruses*. Ed. CAB International. 286p.

105. **THORNE, G. E. R. A. L. D., 1949** - On the classification of the Tylenchida, new order (Nematoda, Phasmidia). *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 16(2), 37-73.
106. **TSAI, B.Y., 2008** - Effect of temperature on the survival of *Meloidogyne incognita*. *Plant Pathology* 17: 203–208.
107. **VÉDIE H., GEFROY T., et LAMBION J., 2006** - *Lutte contre les nématodes à galles : test de différents engrais verts nématicides : compte-rendu d'essai*. Groupe de Recherche en Agriculture Biologique.
108. **VIAN N., COYNE D.L. et KERRY B., 2006** - Biological control. *Plant nematology*, pp: 346-369.
109. **VILLENAVE C., FERNANDES P., NIANE-BADIANE A., SENE M., REPEA P., GANRY F. et OLIVER R., 1998** - Influence du travail du sol et de l'apport de compost sur les peuplements de nématodes phytoparasites. *Congrès Mondial de la Science du Sol*. Actes : Montpellier. ORSTOM, 20-26 Août 98. 7p.
110. **VRAIN T.C., BARKER K.R., HOLTZMAN G.I., 1978** - Influence of low temperature on rate of development of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* larva. *Journal of Nematology* 10: 166–171
111. **WESEMAEL W.M.L., PERRY R.N. et MOENS M., 2006** - The influence of root diffusate and host age hatching of the root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *Meloidogyne fallax*. *Nematology*. Vol. 8(6), 895-902.
112. **WHITEHEAD A.G., 1998** - *Lutte contre les nématodes des plantes*. CAB Internationale Wallingford, UK, 384 pp.
113. **WIDMER T.L. et ABAWI G.S., 2000** - Mechanism of suppression of *Meloidogyne hapla* and its damage by a green manure of Sudan grass. *Plant disease* 84 : 562- 568.
114. **William M. Wintermantel, Ph.D. 2004** Research Plant Pathologist USDA-ARS Crop Improvement and Protection Unit Salinas, CA 93905 Email: wwintermantel@pw.ars.usda.gov
115. **YEATES G.W., 1987** - How plants affect nematodes. *Advances in Ecological Research*. 17 : 61-113.
116. **ZASADA I.A. et TENUTA M., 2008** - Alteration of the soil environment to maximize *Meloidogyne incognita* suppression by an alkaline-stabilized biosolid amendment. *Applied Soil Ecology*. 40, 309-317.

117. **ZOUBEIDI M. et GHARABID D. 2013** - Impact du PNDA sur la performance économique des filières stratégiques en Algérie : cas de la filière lait dans la wilaya de Tiaret. *Revue Ecologie Environnement*.

