



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA 01

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET
AGROÉCOLOGIE

Projet de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme de Master En Sciences
Agronomiques

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des végétaux

Thème

**Etat d'infestation des cultures maraichères sous serres
par le *Meloidogyne* spp dans la Mitidja**

Présenté par : CHOUAT Faten et BEZARI Fatiha

Devant le jury

Président	Mme KHEDDAR R.	M.C. B	USDB1
Promotrice	Mme SABRI K.	M.A. A	USDB1
Co-promoteur	Mr SMAHA D.	CHERCHEUR	I.N.P.V. Alger
Examinatrice	Mme OUANIGHI H.	M.A.A.	USDB1

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciements

Nous remercions avant tout Allah Tout-Puissant de nous avoir donné la force, la patience et la persévérance nécessaires pour accomplir ce travail.

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à **Madame Sabri K.** notre promotrice, pour son encadrement rigoureux, ses conseils avisés et son soutien tout au long de cette étude. Son expérience et sa disponibilité ont été indispensables à la réalisation de ce travail.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements à **Mme Kheddar R.** et **Mme Ouanighi H.**, membres du jury, pour l'intérêt qu'elles ont porté à cet ouvrage, le temps qu'elles lui ont consacré, ainsi que pour leurs remarques et conseils constructifs.*

*Nos profondes gratitude vont également à **Monsieur Saïd**, ingénieur du laboratoire de pédologie, pour sa disponibilité et le temps précieux qu'il nous a accordé.*

*Un grand merci à **Monsieur Smaha D.**, chercheur en nématologie de l'I.N.P.V. Alger, pour avoir accepté de nous encadrer et nous orienter dans notre travail.*

Nous exprimons aussi notre reconnaissance à l'ensemble des enseignants du département de Biotechnologie et Agroenvironnement, ainsi qu'à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

*Sans oublier tous nos camarades de promotion,
Merci pour votre soutien, votre bienveillance et votre esprit de camaraderie tout au long de ce parcours.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leur soutien moral et matériel, et leurs prières constantes, qui ont été ma source de force tout au long de ce parcours.

À mes frères et sœurs, pour leur encouragement et leur présence bienveillante à chaque étape.

À mon frère Hamza, pour son soutien indéfectible et le courage qu'il m'a insufflé tout au long de mon parcours universitaire.

A madame SABRI K. un grand merci pour m'avoir encadré et j'en suis très honorée, je vous remercie pour votre implication et vos nombreux conseils

A mon binôme fatiha pour sa patience avec moi et toute sa famille

À mes amis fidèles, particulièrement : nada, hadjer, djihan, pour leur soutien, leur motivation et les moments partagés, qui ont rendu cette expérience plus humaine et plus agréable.

Faten

Dédicace

Je dédie ce travail

أرحمك الله واسكنك فسيح جناته *À mon beau-frère*

*À mes très chers parents, merci pour votre soutien
inébranlable inspirant. Vous êtes ma force et ma fierté. Je
prie pour votre santé, protection et longue vie.*

*À ma sœur Naziha, Merci pour ton amour et ton soutien
constant. Que Dieu te protège et te récompense pour tout ce
que tu as fait pour moi.*

*Mes chères sœurs Ines et Asmaa, qui n'ont cessé de
m'encourager et de me soutenir tout au long de mes études.*

Que Dieu les protège et leur offre chance et bonheur.

*À mes frères, Merci pour votre présence, votre soutien et
votre force. Que Dieu vous protège et vous accorde tout le
bonheur que vous méritez.*

*À mon cher mari Zakí, merci du fond du cœur pour ton aide
précieuse et tes encouragements.*

*À ma binôme Faten et mon amie hadjre, merci pour ta
présence, ton soutien et tous ces beaux moments*

Partagés.

*Un grand merci à Madame SABRI K. pour son
encadrement précieux, son engagement et ses conseils dont
j'ai été honorée de bénéficier.*

Fatíha

Résumé : Etat d'infestation des cultures maraîchères sous serres par le *Meloidogyne* spp dans la Mitidja

Les cultures maraîchères sont fortement menacées par les nématodes à galle du genre *Meloidogyne* spp, sont considérés comme des ennemis les plus redoutables sous serre.

Nous avons choisi deux régions de la Mitidja caractérisées par une activité agricole dans le domaine de la culture maraîchère, Staouali (Alger) et nous avons travaillé sur deux cultures (tomate et concombre) et Boufarik (Blida) une culture (Poivron).

Notre travail s'intéresse aux dégâts causés par les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sur les cultures maraîchères sous serre. Pour cela, nous avons réalisé une enquête phytosanitaire à l'aide de questionnaires spécifiques, afin de collecter des données sur l'état des serres, les produits chimiques utilisés par les agriculteurs, ainsi que les analyses pédologiques sur les échantillons prélevés, nous avons réalisé ce travail dans le but d'évaluer le degré d'infestation des cultures maraîchère sous serres par les nématodes à galles. La méthodologie utilisée est une notation visuelle de l'état des racines des plantes prélevées afin de dévaluer l'indice de galle. Les résultats indiquent un indice moyen de galle de 2,6 pour la tomate et de 2,7 pour le concombre, ce qui traduit un niveau d'infestation modéré, malgré l'utilisation annuelle des traitements chimiques à base des nématicides. L'identification morphologique, effectuée par l'observation des coupes périnéales des femelles, a permis de confirmer la présence de *Meloidogyne incognita* comme espèce dominante dans la région de Staoueli.

Mots clés : Cultures maraîchères, indice de galles, *Meloidogyne* spp, *M. incognita*.

Abstract: Infestation status of greenhouse-grown market garden crops by *Meloidogyne* spp. in the Mitidja region.

Market garden crops are heavily threatened by root-knot nematodes of the genus *Meloidogyne* spp., which are considered the most formidable pests in greenhouse cultivation. We selected two regions of the Mitidja known for their agricultural activity in market gardening: Staoueli (Algiers), where we studied two crops (tomato and cucumber), and Boufarik (Blida), where we focused on one crop (bell pepper). Our work focuses on the damage caused by root-knot nematodes of the *Meloidogyne* genus on greenhouse-grown vegetable crops. To this end, we conducted a phytosanitary survey using specific questionnaires to collect data on the condition of the greenhouses, the chemical products used by farmers, and we also carried out soil analyses on the collected samples. This work was carried out to assess the level of infestation of greenhouse crops by root-knot nematodes. The methodology used involved a visual assessment of the root condition of sampled plants in order to evaluate the root-knot index. The results showed an average root-knot index of 2.6 for tomatoes and 2.7 for cucumbers, indicating a moderate level of infestation, despite the annual use of nematicide-based chemical treatments. Morphological identification, performed by observing the perineal patterns of the females, confirmed the presence of *Meloidogyne incognita* as the dominant species in the Staoueli region.

Keywords: Market garden crops, gall index, *Meloidogyne* spp., *M. incognita*.

ملخص: حالة إصابة المحاصيل الخضرية تحت البيوت البلاستيكية بالنيماطودا *Meloidogyne spp* في منطقة المتيجة

تُعدّ الزراعة المحمية مهددة بشكل كبير من قِبَل نيماطودا تعقد الجذور من جنس *Meloidogyne spp* والتي تُعتبر من أخطر الآفات في البيوت البلاستيكية.

لقد قمنا باختيار منطقتين من سهل المتيجة تتميزان بنشاط زراعي في مجال زراعة الخضر، وهما سطاولي (الجزائر) حيث عملنا على محصولين (الطماطم والخيار)، وبوفاريك (البلدية) حيث ركزنا على محصول واحد (الفلفل) بهدف عملنا إلى دراسة الأضرار التي تسببها نيماطودا تعقد الجذور من جنس *Meloidogyne* على محاصيل الخضر داخل البيوت البلاستيكية. ولتحقيق ذلك، قمنا بإجراء تحقيق صحي نباتي باستخدام استبيانات مخصصة من أجل جمع معطيات حول حالة البيوت البلاستيكية، والمواد الكيميائية المستعملة من طرف الفلاحين، بالإضافة إلى تحليلات للتربة من العينات المأخوذة. قمنا بهذا العمل بهدف تقييم درجة إصابة المحاصيل الزراعية المحمية بنيماطودا تعقد الجذور. تمثلت المنهجية المعتمدة في تقييم بصري لحالة جذور النباتات المأخوذة من أجل تقدير مؤشر تعقد الجذور. وقد أظهرت النتائج أن المؤشر المتوسط لتعقد الجذور بلغ 2.6 في الطماطم و2.7 في الخيار فإن ذلك يُترجم إلى مستوى إصابة متوسط، على الرغم من الاستخدام السنوي للمعالجات الكيميائية المبنية على المبيدات النيماطودية. تمّ التعرف المورفولوجي من خلال ملاحظة القطع المحيطية لإناث النيماطودا، مما سمح بتأكيد وجود نوع *Meloidogyne incognita* باعتباره النوع السائد في منطقة سطاولي.

الكلمات المفتاحية: محاصيل الخضر اوات، مؤشر العفص , *M. incognita* , *Meloidogyne spp*.

Tableau des matières

Remerciements

Dédicace

Résumé

Abstract

الملخص

Liste des Tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction 1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur *Meloidogyne* spp 4

I.1. Généralités..... 4

I.2. Position systématique..... 4

I.3. Morphologie..... 4

I.4. Cycle biologique..... 6

I.5. Facteurs de développement de *Meloidogyne* spp..... 8

I.5.1. Facteurs biotiques 8

a. Matière organique..... 8

I.5.2. Facteurs abiotiques..... 8

a. Air..... 8

b. Type de sol..... 8

c. pH 8

d. Texture du sol..... 8

e. Température..... 8

f. Humidité 8

g. Salinité..... 9

I.6. Symptômes et les dégâts des *Meloidogyne* spp..... 9

I.7. Les moyens de lutte..... 11

I. 7. 1. La prophylaxie.....	11
I.7. 2. Méthode culturale.....	11
I. 7.3. La lutte physique.....	12
I.7.4. La lutte chimique.....	12
I.7. 5. La lutte génétique.....	13
I.7.6. La lutte biologique.....	13
I. 7.7. La lutte intégrée.....	13

Chapitre II : Généralité sur les plantes hôtes

II.1. Généralité sur la famille des Solanacées et cucurbitacées.....	15
Généralité sur la famille des Solanacées.....	15
Généralité sur la famille des cucurbitacées.....	15
II.2. Principales maladies et de la tomate, poivron et du concombre.....	15

Partie II : Travail Expérimental

Chapitre I : Matériel et méthodes 21

I.1. Méthodologie adoptée.....	21
I.1.1 Objectif de travail	21
I.1.2. Choix de la région d'étude.....	21
I.1.3. Présentation de la station d'étude (Boufarik) et (Staoueli).....	21
a-La région Boufarik (W. Blida)	21
b-La région de Staouali (W. Alger)	22
I.2. Méthodes de travail.....	23
I.2.1. Questionnaire.....	23
I.2.2. Technique d'échantillonnage (Prélèvement du sol)	23
I.2.3. L'étude analytique du sol.....	25
I.2.3. Estimation de l'indice de galle.....	25
I.2.4. Etude morphométrique des populations de <i>Meloidogyne</i>	25
I.2.5.a. Identification des espèces de <i>Meloidogyne</i> sur la base de la figure périnéale (Pattern).....	26
I.2.6.b. Montage des figures périnéales des femelles de <i>Meloidogyne</i>	26

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Importance du questionnaire.....	28
II.2. Résultats d'analyses pédologiques.....	28
II.2.1 Résultats de la région de Boufarik.....	28
II.2.2 Résultats de la région de Staoueli.....	32

II.3. Estimation de l'indice de galle.....	35
II.3.1. L'indice de galle (Tomate et Concombre).....	36
II.3.2. Comparaison des moyens des indices de galle des deux cultures.....	37
II.4. Détermination des espèces de <i>Meloidogyne</i>	38
Discussions.....	38
Conclusion.....	42
Références bibliographiques.....	44
Annexes.....	

Liste des Tableaux :

Tableaux n° 1	Les principales maladies de tomate, poivron et concombre	15
Tableaux n° 2	Matériels et produits utilise	Annexe
Tableau n° 3	Résultats des analyses pédologiques de la région de Boufarik	Annexe
Tableau n° 4	Résultats des analyses pédologiques de la région de Staoueli	Annexe
Tableau n° 5	Indice de galle du la tomate staoueli	Annexe
Tableau n° 6	Indice de galle du concombre staoueli	Annexe

Liste des figures

Figure n° 01 :	Morphologie des <i>Meloidogyne</i> spp.	6
Figure n° 02 :	Cycle biologique de <i>Meloidogyne</i> .	7
Figure n° 03 :	Dégâts engendrés par les nématodes à galles	10
Figure n° 04 :	Solarisation en plan champ st sous abri	12
Figure n° 05 :	Région d'étude Boufarik (wilaya de Blida)	22
Figure n° 06 :	Région d'étude ITCMI Staoueli (wilaya d'Alger)	23
Figure n° 07 :	Les étapes d'échantillonnage des deux régions (Staouali- Alger et Boufarik-Blida) (Originale2025).	24
Figure n° 08 :	Notation des indices de galles	25
Figure n° 09 :	Femelles de <i>Meloidogyne</i> prélevées à partir des racines noueuses	26
Figure n° 10 :	Technique de montage des figures périnéales (pattern)	27
Figure n°11 :	Humidité du sol région de Boufarik (10 cm et 20 cm)	29
Figure n° 12 :	Valeurs pH région de Boufarik (10 cm et 20 cm)	29
Figure n° 13 :	Valeurs de conductivité électrique région de Boufarik (10 cm et 20 cm)	30
Figure n° 14 :	Matière organique région de Boufarik (10 cm et 20 cm)	31
Figure n° 15 :	Matière organique région de Boufarik (10 cm et 20 cm)	31
Figure n° 16 :	Teneur en Calcaire région de Boufarik (10 cm et 20 cm)	32
Figure n°17 :	Humidité du sol région Staoueli (10 cm et 20 cm)	33
Figure n° 18 :	Valeurs pH région Staoueli (10 cm et 20 cm)	33
Figure n°19 :	Conductivité électrique région Staoueli (10 cm et 20 cm)	34
Figure n° 20 :	Mesure de matière organique région Staoueli (10 cm et 20 cm)	35
Figure n° 21 :	Valeurs du calcaire région Staouali (10cm et 20cm)	36
Figure n° 22 :	Estimation de l'indice de galle (original, 2025)	37
Figure n° 23 :	Indice de galle dans deux plantes cultures (Tomate et Concombre).	37

Figure n° 24 :	Figure périnéale (Pattern) de <i>Meloidogyne</i> identifiée dans la région de Staoueli (Originale, 2025).	38
Figure n° 25 :	Les étapes utilisées pour l'évaluation l'humidité (Original,2025).	Annexe
Figure n° 26 :	Les étapes de tamisé le sol (original, 2025).	Annexe
Figure n° 27 :	Mesure de pH et la conductivité (Original,2025).	Annexe
Figure n° 28 :	Mesure Le calcaire total (Original,2025).	Annexe
Figure n° 29 :	Les étapes de préparation de la matière organique (Original,2025).	Annexe

Liste des abréviations

AIMV :	Alfalfa Mosaic Virus (Virus de la mosaïque de la luzerne)
CaCO₃ :	Carbonate de calcium
GIP :	Gestion Intégrée des Parasites
CO₂ :	Dioxyde de carbone
N :	Normalité (ex. : Sel de Mohr 0,2 N)
PVY :	Potato Virus Y (Virus Y de la pomme de terre)
Spp :	NE espèces (au pluriel)
H	Humidité
TMV :	Tobacco Mosaic Virus (Virus de la mosaïque du tabac)
C° :	Degré Celsius
SS13 :	Station de Staoueli serre n°13
SS9 :	Station de Staoueli serre n° 9
µm :	Micromètre
W :	Wilaya (division administrative en Algérie)
Sp :	Espèce non précisée (au singulier)
pH :	Potentiel hydrogène (mesure de l'acidité ou de la basicité)
MO :	Matière organique
mm :	Millimètre
mL :	Millilitre
Kg :	Kilogramme
J1, J2, J3, J4 :	Juvénile de 1er, 2e, 3e et 4e stade
Gr. X10 / X20 /	Grossissements utilisés en microscopie optique
X40 / X100 :	
BS1 :	Région de Boufarik serre n°1
ITCMI :	Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles

BS2	Région de Boufarik serre n°2
g :	Gramme
I.G.M. :	Moyenne de l'indice de galle moyen
I.G. / IG :	Indice de galle
ds/m :	Décisiemens par mètre (unité de conductivité électrique)
CE :	Conductivité électrique

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Les cultures maraichères ont toujours occupé une place importante dans l'alimentation et l'économie de toutes les sociétés. Les plus courantes, telles que les Solanacées et les Cucurbitacées, sont cultivées dans diverses régions du monde et sous différents types de climats (Aissat, 2008).

En Algérie, la culture sous serre (plasticulture) a été introduite dans les années 1970 pour pallier la rareté de l'eau et la désertification, et ainsi accroître les rendements face à une demande croissante (Aissat, 2008). Actuellement, plus de 70 % de la production légumière nationale provient des plaines littorales à climat tempéré, où les surfaces sous abris plastiques connaissent une forte expansion (Aissat, 2008).

Bien que les abris-serres offrent des conditions climatiques favorables au développement des cultures, ils favorisent également la prolifération des maladies et des ravageurs, notamment les nématodes, qui comptent parmi les organismes les plus répandus dans les sols à travers le monde (De Guiran, 1983). Parmi eux, les nématodes phytoparasites s'attaquent à la majorité des cultures alimentaires mondiales, entraînant des pertes de rendement estimées à 14 %, soit plus des 100 milliards de dollars par an (Sasser et Hartman, 1985 ; Bélair, 2005).

Les nématodes du genre *Meloidogyne* posent un sérieux problème sanitaire aux cultures. Il est difficile de quantifier précisément les dégâts qu'ils causent. Cependant, de nombreuses études menées en plein champ et sous serre ont démontré qu'ils représentent une menace importante, responsable de faibles rendements agricoles. En Algérie, leur présence est connue depuis longtemps (Lamberti *et al.*, 1977).

L'objectif de cette étude est d'analyser la diversité des communautés des nématodes phytophages dans deux zones Algériennes, pour mieux comprendre ces nématodes permet d'anticiper les risques liés à leur introduction ou à leur propagation, et de définir des stratégies de lutte ciblées et efficaces.

À partir de cette problématique, la question qui se pose est la suivante

Quel est le niveau d'infestation des cultures maraichères sous serre par *Meloidogyne* spp. Dans les régions prospectées, et quelles espèces de *Meloidogyne* sont présentes dans ces régions ?

Dans ce cadre, nous avons réalisé notre étude en ciblant deux zones de la Mitidja, Boufarik (Blida) et Staoueli (Alger).

INTRODUCTION GENERALE

Notre mémoire est basé sur cinq volets essentiels que nous avons choisis pour guider notre travail.

Volet 1 : nous avons fait une Analyse bioécologique des zones visitées à travers un questionnaire, portant sur les cultures précédentes, les variétés, les produits chimiques utilisés et le système d'irrigation, afin d'évaluer l'état des serres.

Volet 2 et 3 : le prélèvement et les analyses physico-chimiques des sols : Étude de l'humidité, pH, la conductivité électrique, la matière organique et du calcaire à deux profondeurs (0–10 cm et 10–20 cm) dans les deux zones étudiées.

Volet 4 : Prélèvement d'échantillons des racines pour mesurer l'indice de galle (IG) et évaluer le niveau d'infestation.

Volet 5 : Identification du nématode responsable des dégâts (genre *Meloidogyne*) par observation des coupes périnéales des femelles.

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Généralités sur les nématodes à

Galles

***Meloidogyne* spp**

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

I. 1. Généralités sur les *Meloidogyne* spp :

Les nématodes phytoparasites constituent des parasites majeurs à l'échelle mondiale. Ces bio-agresseurs peuvent infester différents types de sols et cibler une grande variété d'espèces végétales (**Martiny *et al.*, 2009**). Les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sont des endoparasites obligatoires des racines. En raison de leur taille microscopique et de leur présence à l'intérieur des racines, Ils induisent la formation de galles, ce qui déforme le système vasculaire de la plante. Cette infestation entraîne un dépérissement des parties aériennes et peut parfois provoquer la mort de la plante. Ils sont particulièrement nuisibles sur le plan économique aux cultures agricoles du monde entier en raison de leur large gamme d'hôtes. (**Blok *et al.*, 2008**).

Les *Meloidogyne* sont parmi les bio-agresseurs les plus redoutables pour les cultures maraîchères, en particulier dans les pays tropicaux et les zones à climat chaud. Ils causent des pertes de récoltes considérables, notamment dans l'agriculture tropicale et subtropicale. (**Giannakou *et al.*, 2007**).

En Algérie, la présence des *Meloidogyne* est connue depuis longtemps. Elle a été rapportée pour la première fois par Delmassus en 1928 (**Scotto La Massèse, 1961**).

I. 2. Position systématique

La systématique que nous avons adoptée est décrite selon **REDDY (1983)**

Règne	Animalia
Sous Règne	Métazoa
Embranchement	Nemathelmintha
Classe	Nematoda
Ordre	Tylenchida
Famille	Meloidogynae
Genre	<i>Meloidogyne</i>

I. 3. Morphologie des *Meloidogyne* spp

Les caractéristiques morphologiques des nématodes à galles jouent un rôle essentiel dans l'identification des différentes espèces (**Chitwood, 1949 ; Esser *et al.*, 1981**). (**figure 01**) Les nématodes à galles sont des vers microscopiques de forme cylindrique et allongée, présentant une symétrie bilatérale. Leur corps est recouvert d'une cuticule résistante et élastique (**Raynal**

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

et al., 1989). Ils possèdent une structure corporelle simple, dépourvue de système respiratoire et circulatoire, mais dotée d'un tube digestif complet. Ces nématodes sont sexuellement dimorphiques, avec une distinction entre les mâles et les femelles (De Guiran et Netscher, 1970).

La morphologie des *Meloidogyne* présente quatre formes (œuf, juvénile, femelle adulte et mâle adulte).

Les œufs

De forme ovoïde rappelant une graine de haricot, ils mesurent environ 90 µm de long et 40 µm de large. Ils sont entourés d'une substance gélatineuse (Orton, 1973 ; De Guiran, 1970).

Les juvéniles (J2)

Ils mesurent environ 400 µm de long et 15 µm de large. Ils sont mince, vermiforme et constituent le stade infestant. Ils possèdent un stylet et un squelette céphalique légèrement scléreux. Leur queue conique mesure entre 45 et 59 µm, selon l'espèce (Jepson, 1987).

Les femelles

Les femelles sédentaires sont pyriformes, de couleur blanche, et mesurent environ 0.40 à 1.30mm de long et 0.27 à 0.75mm de large. Elles présentent un stylet qui permet de perforer les cellules des vaisseaux conducteurs de sève, (Bertrand, 2001). Chaque femelle pond environ 500 œufs dans une substance gélatineuse (Agrios, 2005).

Les mâles

Les mâles sont filiformes, mesurant entre 0,7 et 3 mm de long, (De Guiran et Netscher, 1970). Leur tête est arrondie, équipée d'un stylet court et puissant avec des renflements basaux marqués (Taylor, 1968 ; Hooper et Evans, 1993). Après leur quatrième mue, ils percent les enveloppes cuticulaires des stades précédents à l'aide de leur stylet pour quitter la racine et se déplacer librement dans le sol. Bien que dotés d'un stylet, il est probable qu'ils ne se nourrissent pas, utilisant plutôt les réserves de leur paroi intestinale (De Guiran et Netscher, 1970).

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

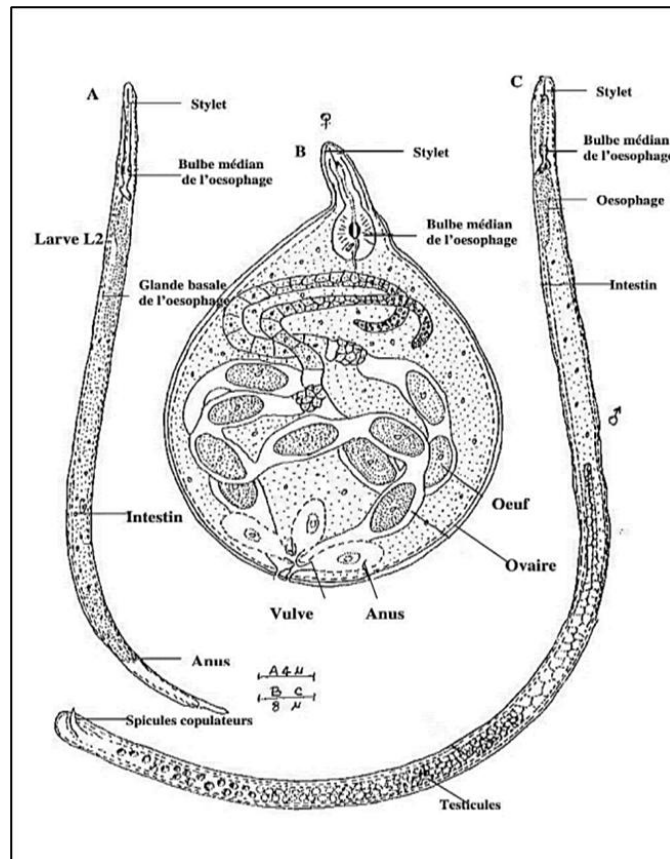


Figure 01 : Morphologie des *Meloidogyne* spp. (De Guiran et Netscher, 1970)

A : larve de deuxième stade (stade libre). B : femelle adulte, C : mâle adulte.

I.4. Cycle biologique

Les *Meloidogyne* sont des endoparasites sédentaires, dont la durée du cycle de développement varie entre 20 et 40 jours, en fonction des facteurs environnementaux tels que la température, la nature du sol et l'espèce de plante hôte. La reproduction peut être parthénogénétique ou amphimixie, selon l'espèce (**Rohini et al., 1986**). Ce cycle comprend quatre stades juvéniles et un stade adulte, répartis en deux phases distinctes : la phase exophyte, qui correspond aux stades larvaires, et la phase endophyte, où les stades plus avancés se déroulent dans le cylindre central de la racine (**Caporalino et al., 2009**).

-La phase exophyte :

La phase exophyte commence dans le sol par l'éclosion des œufs et la libération des larves pré-parasitaires (J2). Cette éclosion se fait de manière spontanée, sans nécessairement être déclenchée par la présence d'exsudats racinaires, bien que ces derniers puissent en favoriser l'éclosion. Les larves ainsi libérées représentent le seul stade libre et infestant du

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

cycle de vie (**Barbary, 2014**). Le passage des œufs aux juvéniles de deuxième stade prend entre 7 et 9 jours à une température de 28°C (**De Guiran et Netscher, 1970**).

-La phase endophyte :

Cette phase débute par la pénétration des larves juvéniles (J2) dans la zone d'élongation de la racine. Celles-ci remontent ensuite jusqu'au cylindre central, où elles se sédentarisent et forment un site nourricier. Ce site est responsable de la formation de la galle sur la racine, et il entraîne une modification des cellules environnantes autour de la tête de la larve juvénile (J2), créant ainsi un syncytium, également appelé "cellule géante" (**Barbary, 2014**). Les larves juvéniles subissent successivement trois mues pour devenir adultes et se transformer en femelles pyriformes, ou plus rarement en mâles. La femelle adulte pond ses œufs dans une substance gélatineuse fixée à l'arrière de son corps, appelée « masse 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, donnant naissance à un juvénile de premier stade (J1). Ce dernier effectue une première mue pour devenir un juvénile de deuxième stade (J2) qui déchire la coque de l'œuf pour émerger. À une température de 28 °C, le délai entre la ponte et l'éclosion est de 7 à 9 jours (**Nestcher, 1970**) (**Figure 02**).

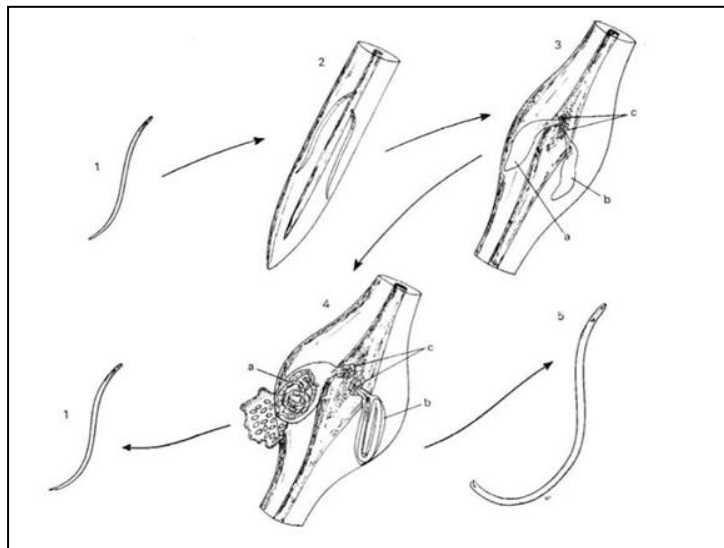


Figure 02 : Cycle biologique de *Meloidogyne* (Guiran et Netscher, 1970)

1- larve L₂, 2-L₂ ayant pénétrée dans une racine en croissance, 3- galle en début de formation, (a, b) L₂ renflée, (c) cellule géante, 4-a- galle contenant à femelle adulte ayant pondu ses œufs dans la substance gélatineuse, b- mâle adulte pelotonné dans les enveloppes larvaires, c-cellules géantes 5- mâle adulte recouvré sa liberté.

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

I. 5. Les facteurs de développement de *Meloidogyne* spp

I. 5.1. Les facteurs biotiques

a. Matière organique

Les amendements organiques diminuent les populations de nématodes dans le sol au cours de leur décomposition, en libérant des acides gras volatils, tels que l'acide acétique et l'acide butyrique, qui sont toxiques pour les nématodes. De plus, ces amendements favorisent le développement optimal de l'hôte (**Guiran et Netscher, 1970**).

I. 5.2. Les facteurs abiotiques

a. L'air

La teneur en carbone et en oxygène d'un sol influence fortement les nématodes (**Cayrol, 1971**). En l'absence d'oxygène, les larves du premier stade sont d'abord affectées. Si cette privation persiste, elle favorisera l'augmentation du nombre d'œufs en diapause (**De Guiran, 1979**).

b. Type du sol

Les caractéristiques physiques du sol peuvent influencer directement les nématodes en affectant leur mobilité (**Hadj Sadok-Nebih, 2013**).

c. pH

Le pH impacte la disponibilité biologique des éléments. L'éclosion maximale des œufs de *Meloidogyne* se produit à un pH de 6,5 (**Hadj Sadok-Nebih, 2013**).

d. Texture du sol

Reddy (1983) indique que les *Meloidogyne* sont présents dans toutes les latitudes et longitudes, bien que les sols sableux soient les plus propices à la croissance des nématodes.

e. Température

La température, facteur clé pour les nématodes, influence leur développement, mobilité, reproduction et survie, avec une température optimale entre 25°C et 30°C pour l'éclosion et le développement des J2 (**Guiran et Netscher, 1970**).

f. L'humidité du sol

Les variations de l'humidité du sol ont un impact majeur sur la nématofaune (**Cayrol, 1971**). Les œufs de nématodes éclosent en présence d'humidité, mais dans un sol sec, leur éclosion est bloquée et leur survie prolongée. En humidité modérée, les larves meurent par épuisement, tandis qu'en sol saturé d'eau, elles meurent par asphyxie (**De Guiran et al., 1979**).

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

g. La salinité

Une concentration trop élevée de sel inhibe le déplacement des J2, tandis que les juvéniles de *M. javanica* s'orientent dans un gradient de concentration plus faible (**Prot, 1978**).

I.6. Les symptômes et les dégâts des *Meloidogyne* spp

I.6.1. Les dégâts causés par *Meloidogyne* spp

Dans les cultures maraîchères, les problèmes phytoparasitaires causés par *Meloidogyne* figurent parmi les plus préoccupants et peuvent entraîner des conséquences graves, variant d'une année à l'autre (**Djian Caporalino et al., 2009**).

L'impact de ces parasites est difficile à quantifier en raison de leurs nombreuses interactions avec d'autres agents pathogènes fongiques et bactériens tels que (*Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium*, *Pseudomonas* et *Agrobacterium*), dont la prolifération est favorisée par les lésions causées lors de la pénétration des nématodes. Ces dégâts varient également en fonction du système de culture utilisé. À l'échelle mondiale, les pertes économiques sont estimées à environ 100 milliards de dollars par an (**Djian-Caporalino et al., 2009**).

Le « seuil de nuisibilité » ou « limite de tolérance » pour les plantes se situe entre 100 et 1000 individus par kilogramme de sol, ou entre 10 et 100 individus par gramme de racine (**De Guiran, 1983**).

I.6.2. Symptômes de l'infestation par *Meloidogyne* spp

1. Partie souterraine

L'infestation se manifeste principalement par la formation de galles sur les racines. Selon **Djian-Caporalino (2018)**, les dégâts sont d'autant plus graves lorsque la population de nématodes est élevée au moment de l'implantation de la culture (**figure 03**). Les symptômes observés sont

- Formation de galles sur les racines ou tubercules
- Croissance racinaire réduite
- Déformation des légumes- racines

a) En cas d'infestation sévère

- Envahissement total du système racinaire par les galles
- Perturbation de l'absorption hydrique et minérale

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

- Disparition du chevelu racinaire
- Altérations profondes de l'anatomie des racines

2. Partie aérienne

- Jaunissement des feuilles et réduction de la taille des fruits (**Laïssaoui et Halkoum, 2018**).
- Altération du goût des organes récoltés, accompagnée d'une floraison et fructification réduite dues à une mauvaise absorption des éléments minéraux (**Djian-Caporalino, 2010**).
- Chlorose du feuillage pouvant évoluer vers un dépérissement progressif de la plante (**Villain, 2002**).

De plus, les plantes touchées montrent une faible réponse à la fertilisation et présentent un retard de croissance (**Siddiqui et al., 2002**). Ces perturbations physiologiques entraînent une diminution de la qualité et de la quantité de la production, pouvant aller jusqu'à la perte totale de la récolte agricole (**Jones et al., 2013**).



**Figure 03 : Dégâts engendrés par les nématodes à galles
(Caroline Djian-Caporalino, 2018)**

(A, B, C, D, E) partie souterraine ;(F, G) partie aérienne.

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

I.7. Les moyenes de lutte contre les *Meloidogyne* spp

Selon Foury (1995), les méthodes de lutte visent à agir directement sur les parasites et ennemis présents dans le sol, à ralentir la ré-infestation ou à intervenir sur la plante hôte. Les techniques proposées doivent remplir plusieurs critères : détruire les ennemis à une profondeur suffisante, dépassant la densité racinaire la plus importante (en fonction de l'espèce cultivée et du type de sol), ralentir la réinfestation, ne pas nuire aux organismes bénéfiques, ne pas laisser d'effets résiduels nocifs pour la culture, et enfin, être faciles à appliquer, fiables et d'un coût modéré

I.7.1. Les mesures prophylactiques

La prophylaxie, qui consiste en une bonne hygiène des parcelles, permet de protéger contre les nématodes à galles en freinant leur propagation et leur développement (Caporalino *et al.*, 2018). Cependant, bien qu'indispensables, les mesures prophylactiques ne suffisent pas à elles seules pour contrôler les infestations.

a. Gestion des outils de travail du sol

Les nématodes se propagent par le matériel et les personnes ; il est donc essentiel de nettoyer les outils et les chaussures entre les parcelles. Un simple lavage à l'eau, avec un peu d'alcool ou de javel, suffit (Djian-Caporalino *et al.*, 2009).

b. L'environnement des abris

L'environnement autour des abris peut favoriser les nématodes à cause de certaines mauvaises herbes ; leur élimination dans et autour des parcelles est donc essentielle (Djian-Caporalino *et al.*, 2009).

c. La gestion de l'irrigation

La gestion appropriée de l'irrigation est essentielle pour contrôler les nématodes. Il est important d'éviter l'excès d'eau, qui favorise leur propagation, par exemple, les arrosages en raies doivent être évités. (Djian-Caporalino *et al.*, 2009).

I.7.2. Méthodes culturales

a. Mesures sanitaires

Il est essentiel d'éviter le déplacement du sol à travers les outils, les bottes, etc., afin de prévenir la propagation des nématodes (Duval, 1991).

b. Rotation des cultures

La rotation des cultures, notamment avec des céréales, graminées, fèves ou plantes nématicides, est efficace pour réduire les populations de nématodes (Duval, 1991).

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

c. Les labours profonds

Pendant les périodes sèches, les labours profonds réduisent les populations de nématodes par dessiccation (Harranger, 1971).

D. La jachère

La jachère empêche le développement des nématodes, bien qu'elle ne conduise pas à leur élimination complète du sol (Everts *et al.*, 2006).

I.7. 3. Lutttes physiques

a) La désinfection à la vapeur

La désinfection à la vapeur stérilise le sol en injectant de la vapeur sous pression pendant 3 à 8 heures, mais son coût élevé limite son utilisation (Djian-Caporalino *et al.*, 2009).

b) La solarisation

La solarisation utilise un film plastique pour capter l'énergie solaire et générer de la chaleur, étant moins coûteuse que la désinfection à la vapeur. Son efficacité dépend du type de sol et de sa préparation, nécessitant une structure fine et un arrosage intensif avant de poser le film (Djian-Caporalino *et al.*, 2009) (figure04).



Figure 04 : Solarisation en plan champ et sous abri (Djian Caporalino *et al.*, 2009).

I.7.4. Lutte chimique

La lutte chimique contre les nématodes utilise des fumigants, coûteux et difficiles à appliquer, ainsi que des produits organophosphorés ou des carbamates, plus abordables et efficaces, surtout en présence de plantes hôtes (Dalmasso et Missonnier, 1986).

Chapitre I : Généralité sur le nématode à galles *Meloidogyne* spp

I.7.5. La lutte génétique

La résistance génétique offre une solution prometteuse contre les nématodes en intégrant des résistances naturelles dans les variétés cultivées ou sauvages. Cependant, l'utilisation de ces cultivars résistants peut favoriser l'apparition de populations virulentes, ce qui réduit leur efficacité et raccourcit la durée d'exploitation des variétés commercialisées (Castagnone-Sereno, 2002).

I.7.6. La lutte biologique

La lutte biologique utilise des organismes naturels comme les champignons, bactéries et mycorhizes pour réduire les nématodes. Certains champignons, tels qu'*Arthrobotrys*, piègent les nématodes grâce à des structures (comme des anneaux constructeurs et des réseaux) dans le sol. (Caporalino *et al.*, 2018).

I.7.7. La lutte intégrée

La gestion intégrée des parasites (GIP) est une stratégie qui favorise une agriculture durable en combinant plusieurs méthodes de lutte (chimique, biologique, génétique, culturale et physique) de façon équilibrée, afin d'améliorer le rendement des cultures tout en limitant les coûts et les impacts négatifs (Oduor Owino *et al.*, 1996 ; Hopkins *et al.*, 2003).

Chapitre II

Les plantes hôtes

Chapitre II : La plante hôte

I.1. Généralités sur la famille des Solanacées

La famille des Solanacées, ou Solanaceae, appartient à l'ordre des Solanales. Elle regroupe des plantes variées telles que les herbacées les arbustes que l'on retrouve principalement dans les régions tempérées à tropicales. Cette famille revêt une grande importance sur le plan économique, notamment en raison des nombreux légumes et fruits qu'elle fournit, comme la pomme de terre, la tomate, l'aubergine, le piment ou le poivron (Benkoub, 2013).

I.2. Généralités sur la famille des Cucurbitacées

Les Cucurbitacées constituent l'un des groupes de plantes alimentaires les plus diversifiés, incluant citrouilles, melons, concombres et pastèques. Elles sont généralement tolérantes à la sécheresse mais sensibles au gel (Sari, 2015). Les Cucurbitacées proviennent en majorité des régions tropicales, avec divers genres originaires d'Afrique, d'Amérique tropicale et d'Asie du Sud-Est. Ce sont des plantes dicotylédones annuelles, herbacées et grimpantes (Welbaum, 2014) (Tableau n°1).

II. Tableau n°1 :

Le tableaux n°1 montre les Principales maladies de la tomate, concombre et du poivron.

Maladies	Agent causal, symptômes et dégâts
Principales maladies cryptogamiques de la tomate et du poivron	
La pourriture grise de la tomate 	Causée par <i>Botrytis cinerea</i> , provoque des taches beiges, des chancres grisâtres et une pourriture molle des fruits, (El Akel <i>et al.</i> , 2001).
L'alternariose 	Causée par <i>Alternaria solani</i> , provoque des taches foliaires foncées. (El Akel <i>et al.</i> , 2001).

Chapitre II : La plante hôte

L'oïdium   	Présence de Taches jaunes et des spores blanches sur les feuilles. (El Akel <i>et al.</i>, 2001), causées par le champignon <i>Leveillula taurica</i>, entraînant une défoliation importante, réduisant la taille et nombre de fruits produits (Black <i>et al.</i>, 1993).
L'anthracnose  	Causée par le champignon <i>Colletotrichum capsici</i>, cause des apparitions de grandes nécroses sèches, dessèchement progressif des fruits, chute prématurée des fruits. (Kohler et Pellegrine, 1992).
Le mildiou   	Causée par l'agent pathogène <i>Phytophthora capsici</i> L. provoque la pourriture des racines et du collet, Flétrissement rapide des plantes (Palloix, 1995), présence de larges taches jaunâtres puis brunes sur les feuilles, avec un duvet blanc sous la feuille (Bovey <i>et al.</i>, 1972), des taches brunes marbrées et bosselées sur les fruits (Blancard, 1988).
Principales maladies bactériennes de la tomate et du poivron	
Moucheture de la tomate 	Causée par la bactérie <i>Pseudomonas syringae</i>, Petites taches noires à halo jaune sur les feuilles et des lésions brunes déformantes sur les fruits. (Blancard, 2009).

Chapitre II : La plante hôte

Gale bactérienne 	<i>Xanthomona sp</i>, cause de grandes taches brunâtres et liégeuses sur les parties aériennes, et de petites pustules à halo huileux sur les fruits, entraînant un affaiblissement général de la plante (Messiaen et Lafon, 1991).
Chancre bactérien 	Causé par <i>Corynebacterium michiganense</i> et <i>Clavibacter michiganensis</i>, provoque un flétrissement unilatéral des feuilles sans jaunissement préalable, des stries noires sur les tiges et des taches blanchâtres sur les fruits, avec un halo jaune clair autour, appelé <<œil d'oiseau>>, suivi d'un dessèchement rapide, la nécrose du pétiole et de la tige peut apparaître de manière irrégulière (Messiaen Et Lafon, 1991).
Flétrissement bactérien 	Causé par <i>Pseudomonas solanacearum</i>. Entraîne une décoloration des tissus vasculaires à la base de la tige et des racines (Black <i>et al.</i>, 1993).
Principales maladies virales de la tomate et du poivron	
Mosaïque du tabac (TMV) 	TMV Provoque l'apparition de plages vert clair et vert foncé sur les jeunes feuilles (Snoussi, 2010).
Virus Y de la pomme de terre 	PYN Donne des nécroses sur feuilles avec dessèchement (Snoussi, 2010).
Mosaïque de la pomme de terre 	Causée par le virus Potato Virus Y (PVY). Elle se caractérise par une mosaïque vert brillant, parfois accompagnée de nécroses au niveau des nervures (Black <i>et al.</i>, 1993).

Chapitre II : La plante hôte

Mosaïque de la luzerne 	Le virus AIMV, responsable de la maladie, provoque la mort de certains bourgeons, suivie par l'apparition d'un nouveau feuillage présentant une mosaïque marquée de teintes blanches et jaunes (Messiaen Et Lafon, 1991).
Principaux ravageurs de la tomate et du poivron	
La mineuse (Tuta absoluta) 	Sur les fruits, elle forme des galeries près des sépales et de la tige, avec des perforations et dessèchements dans la partie supérieure de la plante (Trottin-Caudal, 2011).
Les aleurodes 	Perturbant les fonctions de la plante et provoquant une maturité précoce et une coloration irrégulière des fruits de tomate (Trottin- Caudal, 2011).
Les noctuelles 	Creusent des galeries dans les fruits, entraînant leur pré-maturation ou leur pourrissement (Trottin- Caudal, 2011).
Les acariens 	Provoquent le dessèchement des feuilles ou de toute la plante, avec apparition de fines toiles sur les parties atteintes (Trottin- Caudal, 2011).
La punaise terne (Lygus lineolaris) 	Pique les tissus tendres des plantes, provoquent des déformations des tiges, bourgeons et fruits, (Elmhirst, 2006).
Les pucerons 	Provoquent un arrêt de croissance, des déformations et un recroquevillement des feuilles (Sekkat, 2007).

Chapitre II : La plante hôte

Nématode à galle 	Causent des déformations racinaires (galles) et entraînent divers symptômes : chlorose, ralentissement de la croissance, flétrissement, vieillissement précoce et baisse des rendements (Csizinszky <i>et al.</i>, 2005).
--	--

Partie II
Travail Expérimental
Chapitre I
Matériel et méthodes

Chapitre I : Matériel et méthodes

Méthodologie adoptée

Nous avons structuré notre travail en plusieurs étapes, décrites ci-dessous

I.1.Objectif du travail

Dans cette étude, nous avons choisi de nous concentrer sur les cultures maraîchères, en particulier celles des Solanacées et cucurbitacées. Nos travaux ont porté sur deux zones à forte activité agricole : la région de Blida (Boufarik) et la région d'Alger (Staoueli).

Notre approche repose sur cinq principaux volets :

Volet 1 : Prospection bio-environnementale qui a pour but l'étude bioécologique menée dans les zones visitées pour évaluer l'état des serres, en s'intéressant aux cultures précédentes, aux variétés utilisées, aux produits chimiques appliqués et au système d'irrigation, à l'aide d'un questionnaire spécifique (voir annexe).

Volets 2 et 3 : Analyses physico-chimiques des sols, des échantillons de sol ont été prélevés à deux profondeurs (0–10 cm et 10–20 cm) dans les deux zones étudiées, pour analyser l'humidité, le pH, la conductivité électrique, la matière organique, le calcaire.

Volet 4 : Échantillonnage et évaluation de l'infestation qui se fait par prélèvement des échantillons de racines pour objectif d'évaluer le degré d'indice de galles (IG).

Volet 5 : Identification spécifique du nématode responsable des dégâts, dans ce dernier volet, nous avons procédé à l'identification du nématode à l'origine des dommages observés sur les cultures prospectées. Cette identification a été réalisée à l'aide de l'observation des coupes périnéales des femelles du genre *Meloidogyne*.

I.1.1 Choix des régions d'étude et des cultures

En raison de l'importance des cultures maraîchères en Algérie, pour notre étude nous avons sélectionné deux régions de la Mitidja, la première région et celle de Boufarik, et la deuxième région celle de staoueli. Dans chacune de ces régions, nous avons enquêté auprès d'une exploitation agricole.

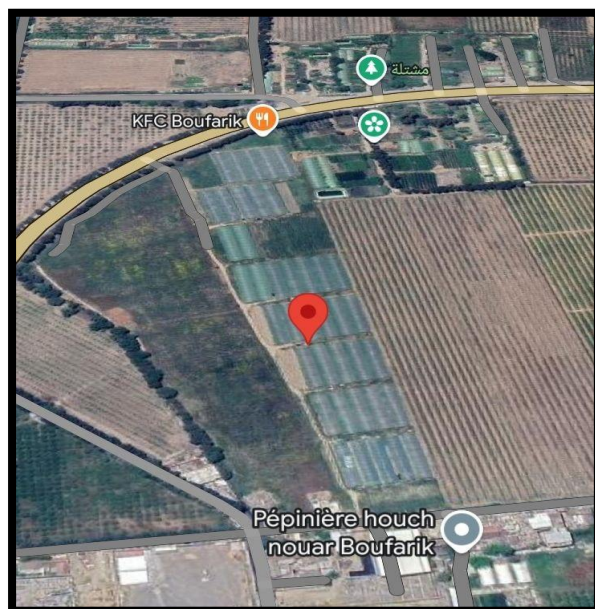
I.1.2. Présentation de la station d'étude (Boufarik) et (Staoueli)

a-La région Boufarik (W. Blida)

La zone d'étude est située au Nord de la wilaya de Blida, dans la commune de Boufarik, à environ 8 km au Nord du centre-ville de Blida et à environ 30 km au Sud-Ouest d'Alger. D'une Latitude de 36°34'26.9" N, Longitude de 2°54'43.7" E, Altitude environ 63 mètres. Elle est limitée à l'Ouest par l'autoroute A1, à l'Est par la Pépinière Houch Nouar et

d'autres exploitations agricoles, au Nord par la route nationale N4 et l'aéroport militaire de Boufarik, et au Sud par la zone industrielle où se trouve notamment l'entreprise SARL Ranafort. Les sols de la région de Boufarik, d'origine alluviale, sont réputés pour leur grande fertilité. Ils sont majoritairement de type argilo-limoneux à limono-argileux, avec une texture fine qui favorise à la fois la rétention d'eau et une bonne aération. Le sol présente un bon taux de matière organique.

La région de Boufarik est située dans étage bioclimatique subhumide inférieur à hiver doux, la précipitation varie entre 600 à 800 mm durant la période humide, et température moyenne 17-18°C (**Figure 05**).



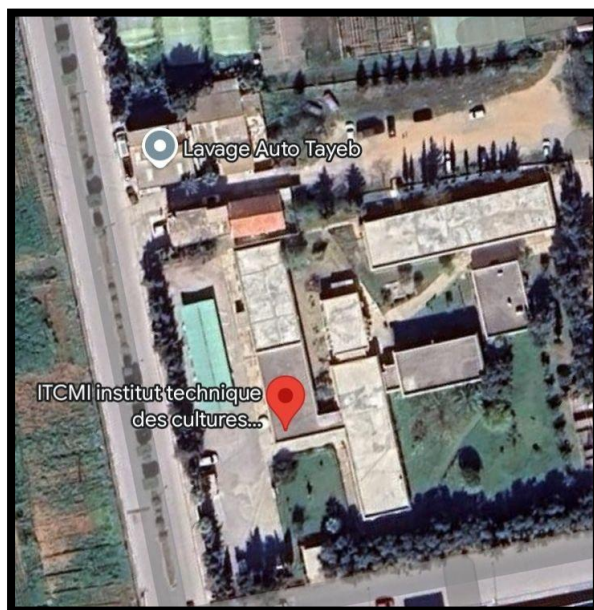
**Figure 05 : Région d'étude Boufarik (wilaya de Blida)
(Google Maps).**

b-La région de Staouali (W. Alger)

La ville de Staoueli se situe à 22 km à l'ouest d'Alger et à 46 km de Tipasa. Elle est située à une latitude de 36°54'N, une longitude de 2°53'E, et à une altitude de 30 mètres. Staoueli est bordée au nord par la mer Méditerranée, au sud par l'agglomération de Souidania, à l'est par la ville de Chéraga, et à l'ouest par la commune de Zéralda.

L'ITCMI (Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles) se trouve dans une zone bioclimatique subhumide, caractérisée par un hiver doux et pluvieux, ainsi qu'un été chaud et sec. Les précipitations annuelles oscillent entre 600 et 700 mm pendant la période

humide, les vents dominants proviennent du nord-ouest, tandis qu'en saison sèche, ce sont principalement les vents d'est (**Figure 06**).



**Figure 06 : Région d'étude ITCMI Staoueli (wilaya d'Alger)
(Google Maps).**

I.2.Méthodes de travail

Pour notre travail nous avons utilisé les étapes suivantes :

I.2.1. Questionnaire

Le questionnaire est un outil adapté pour collecter des informations précises sur les régions visitées et étudiées, notamment sur le nombre et l'état des serres, les cultures en place, les cultures précédentes, les variétés utilisées, la nature du sol, type d'irrigation ainsi que les produits chimiques appliqués (voir annexe).

I.2.2. Technique d'échantillonnage (Prélèvement du sol)

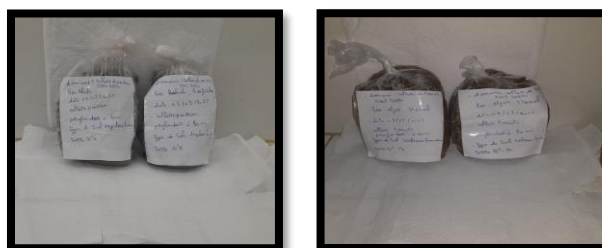
L'échantillonnage est réalisé de manière aléatoire, Les échantillons ont été prélevés au début du mois de mai (03/05/2025) et le (04/05/2025) Il consiste à prélever à l'intérieure des serres à l'aide d'une binette, environ 250 g d'échantillons de sol pour chaque culture (tomate, poivron) dans deux serres différentes, à deux profondeurs (0-10 cm et 10-20 cm). Les prélèvements sont effectués en trois points différents de chaque serre (début, milieu et fin). Ensuite, les échantillons sont conservés dans des sacs en plastique étiquetés, indiquant le domaine, la date, le lieu, la culture, la profondeur et le numéro de la serre. Enfin, les échantillons sont apportés au laboratoire pour analyses.



État des serres prospectées.



Prélèvement de sol.



Sol et étiqueté collecté afin mis en

Figure n°7 : Les étapes d'échantillonnage des deux régions (Staouali- Alger et Boufarik-Blida) (Originale2025).

I.2.3. L'étude analytique du sol

Les analyses pédologiques du sol ont été effectuées dans le laboratoire de pédologie de l'Université Saad Dahlab – Blida1. Les paramètres analysés sont les suivants : (pH, l'humidité, calcaire total, conductivité électrique et la matière organique).

I.2.3. Estimation de l'indice de galles

Afin d'estimer le degré d'infestation des cultures sous serre, nous avons utilisé les seuils de nuisibilité établis par B'chir, 1981 (**Figure 08**), nous avons ramené 20 plants pour la culture de tomate le 04/05/2025 variété (Dina) et 23 plants pour la culture de concombre le 25/05/2025 variétés de (Tayba).

$$I.G.M. = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n = (\sum_{i=1}^n x_i) / n$$

x_i : indice de galles par plant

n : nombre de plants échantillonnés

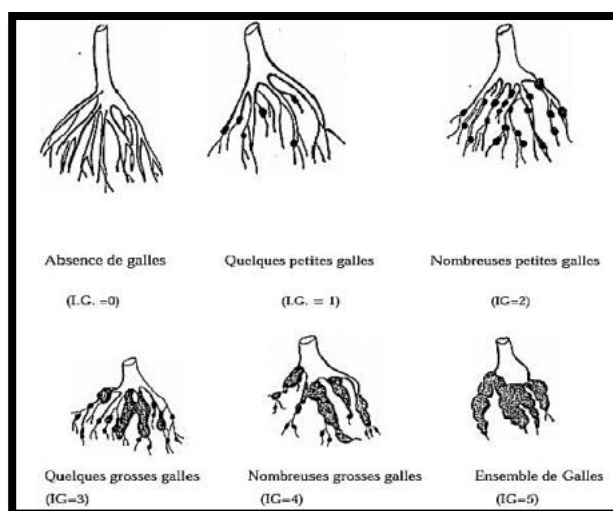


Figure 08 : Notation des indices de galles (B'chir, 1983).

I.2.4. Étude morphométrique des populations de *Meloidogyne* :

L'analyse de la morphologie externe des *Meloidogyne* est considérée comme l'un des critères permettant de différencier les espèces. Les caractéristiques morphométriques telles que la taille des femelles, des juvéniles et des œufs en font partie (**Chitwood, 1949 in Hammache, 2012**).

I.2.5. Identification des espèces de *Meloidogyne* à partir de la figure périnéale (Pattern) :

Le matériel biologique utilisé provient de parcelles situées dans la région de Staoueli. Cette zone est infestée par des nématodes à galles appartenant au genre *Meloidogyne*. L'identification des espèces présentes dans ces sols a d'abord été réalisée par l'observation des figures périnéales (Pattern), en se basant sur la morphologie de la partie postérieure des femelles, comprenant l'anus, la vulve, les stries et l'arche (**Chitwood, 1949 in Hammache M., 2012**).

I.2.6. Montage des figures périnéales des femelles de *Meloidogyne*

Les femelles sont extraites à partir des racines noueuses (**figure 09**). Ces racines sont dilacérées dans de l'eau. À l'aide d'une aiguille, les femelles sont récupérées et placées dans une coupelle. Elles sont ensuite coupées transversalement au tiers de leur partie postérieure. Après cette première coupe, les extrémités postérieures sont soigneusement nettoyées pour en retirer le contenu interne (intestin, ovaires et œufs), puis découpées latéralement afin d'obtenir une forme rectangulaire. La portion ainsi préparée est placée quelques minutes dans une goutte d'acide lactique, puis transférée dans une goutte de glycérine sur une lame porte-objet, recouverte ensuite d'une lamelle couvre-objet. Toutes les informations nécessaires sont inscrites sur la lame, notamment la date, le nom de l'espèce, la variété cultivée et la région de prélèvement, puis observée au microscope (**Chitwood, 1949 in Hammache M., 2012**) (**Figure 10**). Les observations sont faites sur plusieurs femelles avec un microscope optique à grossissement x 10, x 20, x 40 et même x 100.



Figure 09 : Femelles de *Meloidogyne* prélevées à partir des racines noueuses Gr.X10,2025

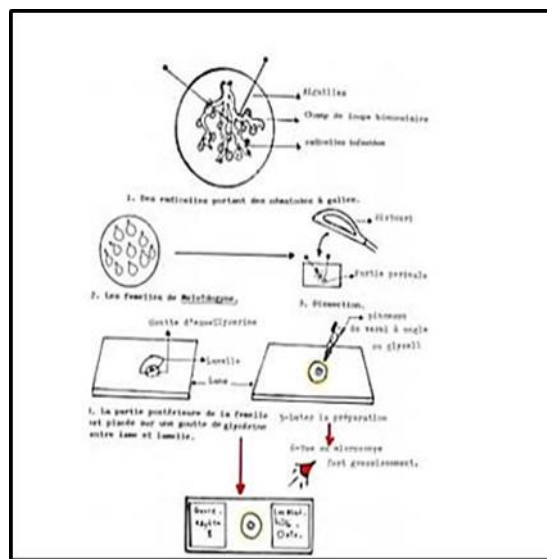


Figure10 : Technique de montage des figures périnéales (pattern) pour la détermination des espèces *Meloidogyne* (Chitwood ,1949 in Hammache, 2012).

Chapitre II :

Résultats et discussion

Chapitre II : Résultats et discussion

Chapitre II : Résultats et discussion

Importance du questionnaire

Le questionnaire que nous avons préparé nous a aidés à avoir une idée générale des stations visitées, nous avons noté que les serres dans la région de Staoueli été très anciennes depuis 1976, l'utilisation des produits chimiques et des engrais se fait chaque année, comme (Némazote, Dazitol, Vydate, Némafios) ; engrais composé (15/15/15) (20/20/20), l'azotée Potasol 50%) et le système d'irrigation est le goutte à goutte, pour la région de Boufarik les serres sont récentes depuis 2008, ils utilisent des produits chimiques et des engrais chaque année (Fertigofol ultra, Uniform et Propinebe ; NPK (15/15/15)) pour l'irrigation, ils utilisent le goutte à goutte.

Les analyses pédologiques du sol

Les analyses du sol (Humidité, pH, Calcaire, Conductivité électrique et Matière organique) sont réalisées au niveau du laboratoire de pédologie de l'université SAAD DAHLEB BLIDA 1.

Région Boufarik

Humidité du sol

D'après le graphe (**Figure 11**), nous remarquons que les valeurs d'humidité des deux serres varient entre 11,45 % et 12,69 %, ce qui indique que le sol est modérément humide. Nous notons aussi que les deux serres ne présentent pas les mêmes valeurs entre les différentes profondeurs, la serre BS1, le sol est plus humide dans les 10 cm que les 20 cm avec des valeurs de 12,69 % et 11,45% respectivement, par contre en note une humidité légèrement différente entre les 10 cm et 20 cm de profondeur dans la serre BS2, allant de 11,45% et 11,81% respectivement.

Chapitre II : Résultats et discussion

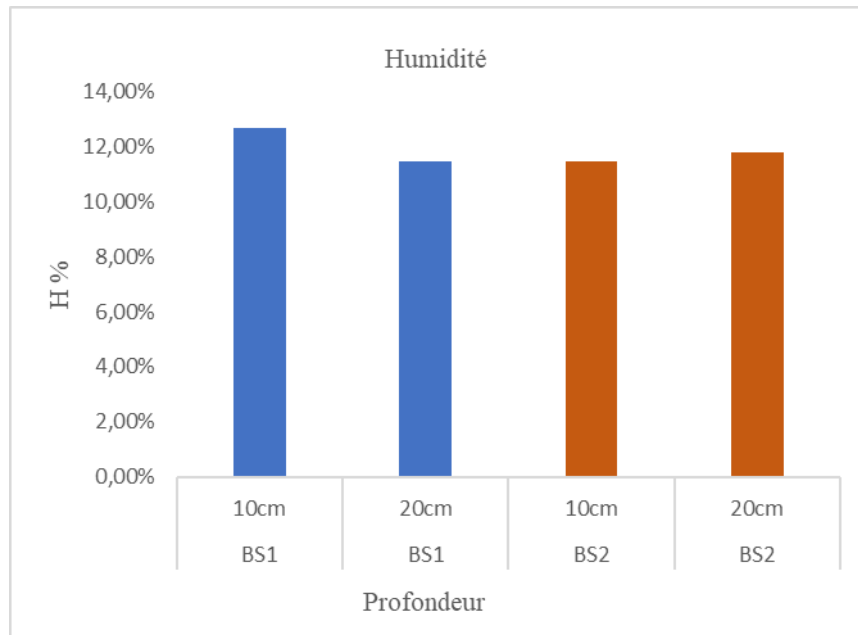


Figure 11 : Humidité du sol région de Boufarik (10 cm et 20 cm).

pH

D'après le graphe (**Figure 12**), Suite aux résultats obtenus dans la région de Boufarik, il en ressort que toutes les valeurs du pH se situent dans une zone neutre à légèrement acide, comprise entre 7,13 et 6,45.

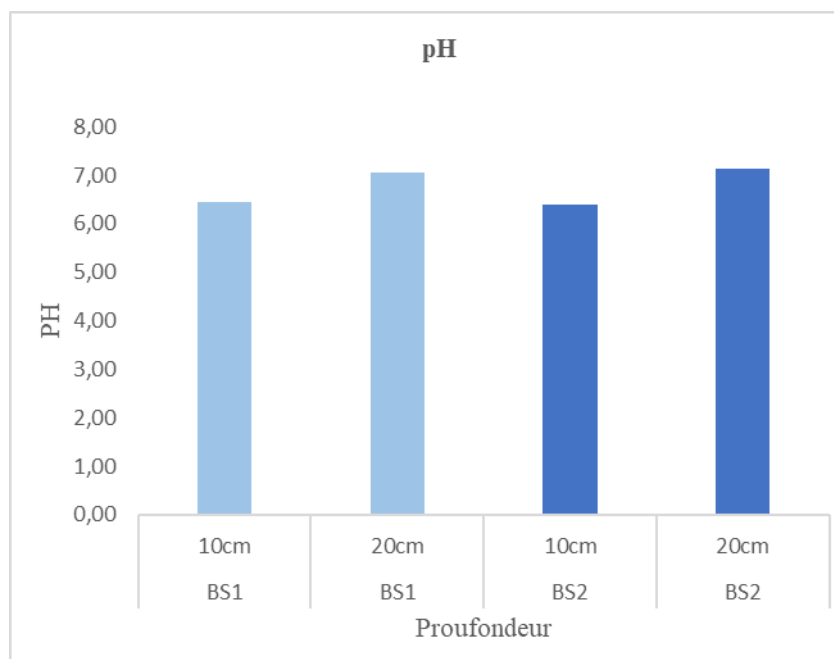


Figure 12 : Valeurs pH région de Boufarik (10 cm et 20 cm).

Conductivité électrique ds/m

D'après le graphe (**Figure 13**), nous constatons que la conductivité pour les deux serres varie entre 0,217ds/m et 0,233 ds/m avec une salinité légèrement plus élevée dans la serre BS1, ces résultats indiquent une faible salinité des sols.

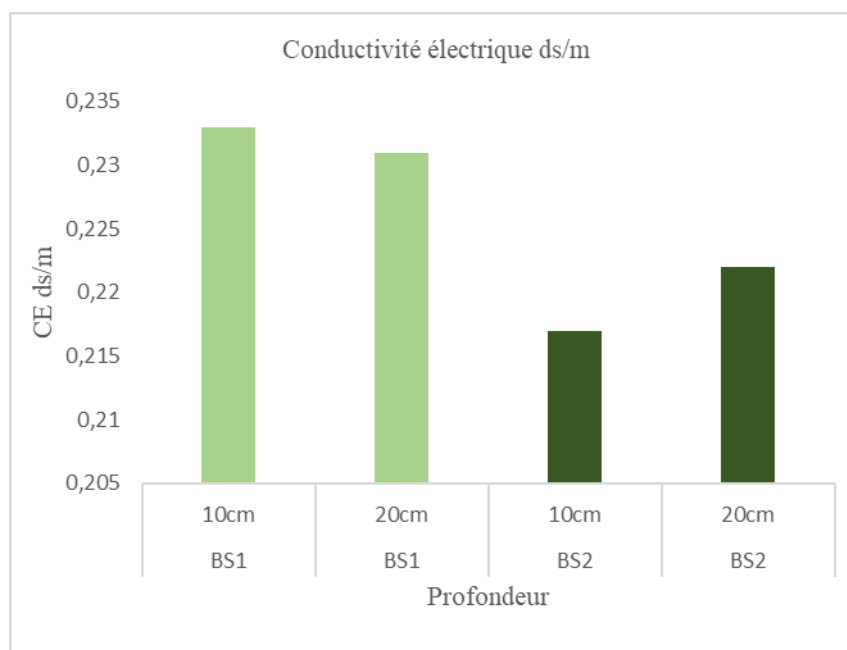


Figure 13 : Valeurs de conductivité électrique région de Boufarik (10 cm et 20 cm).

Matière organique

Selon le graphe (**Figure 14**), les sols prospectés sont riches en matière organique allant de 3,17% à 8,88% et que la serre BS1 est plus riche que la serre BS2, aussi on note une différence entre les profondeurs, les deux serres ont une matière organique plus élevée à 10 cm que 20cm.

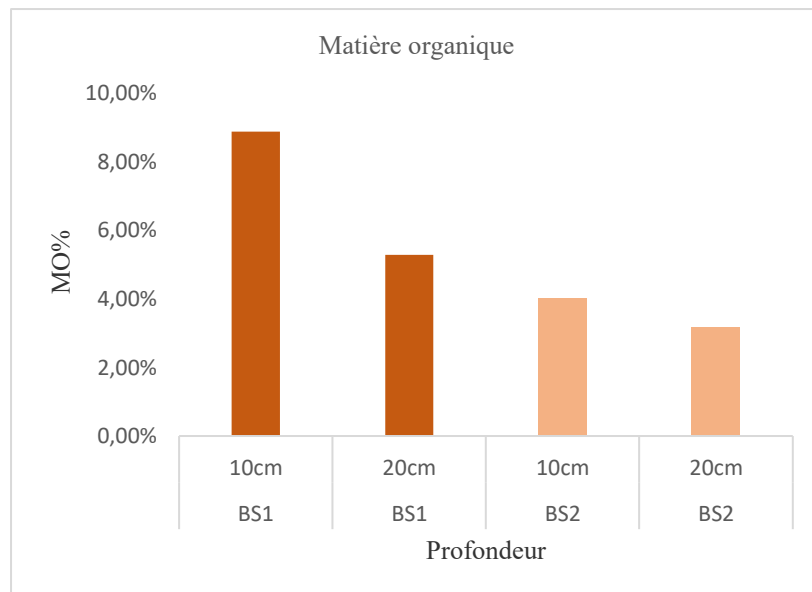


Figure 14 : Matière organique région de Boufarik (10 cm et 20 cm).

Calcaire CaCO_3

D'après le graphe (**Figure 15**), on observe que la serre BS1 présente une teneur en calcaire plus élevée que la serre BS2, par conséquent les deux serres leurs teneurs en calcaire diminuent en profondeurs, allant de 0,88% à 0,44% pour la serre BS1 et 0,66% à 0,22% pour la serre BS2.

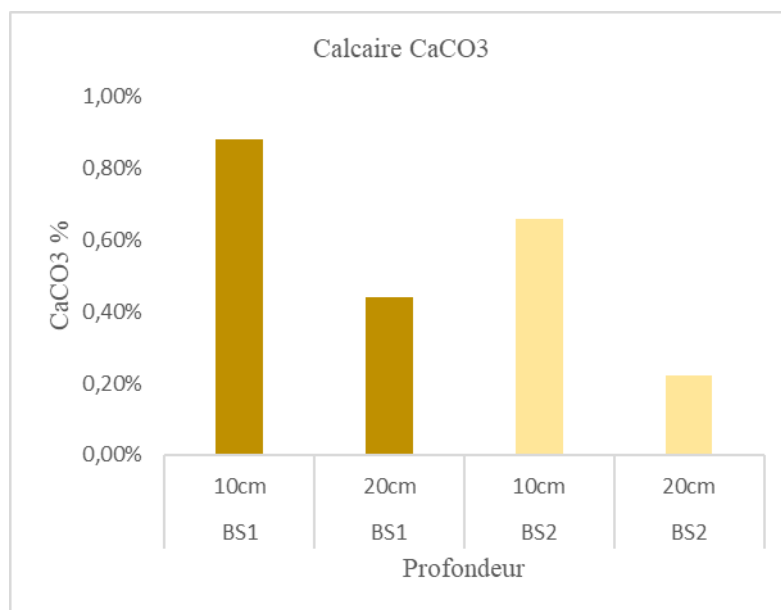


Figure 15 : Teneur en Calcaire région de Boufarik (10 cm et 20 cm).

Chapitre II : Résultats et discussion

Région Staoueli

Humidité du sol

D'après le graphe (**Figure 16**), les sols étudiés ont une humidité moyenne, avec des valeurs de 12,00% et 14,82%, pour les sols de la serre SS9 sont plus humide que ceux de la serre SS13.

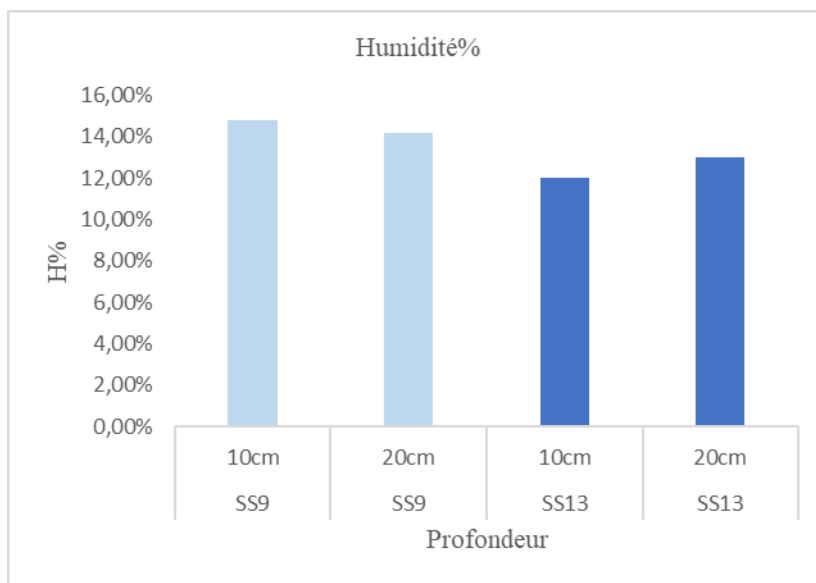


Figure 16 : Humidité du sol région Staoueli (10 cm et 20 cm).

pH

Selon le graphe (**Figure 17**), on remarque que les valeurs du pH dans les deux serres sont légèrement acides à neutres variant entre 6,70 à 7,38.

Chapitre II : Résultats et discussion

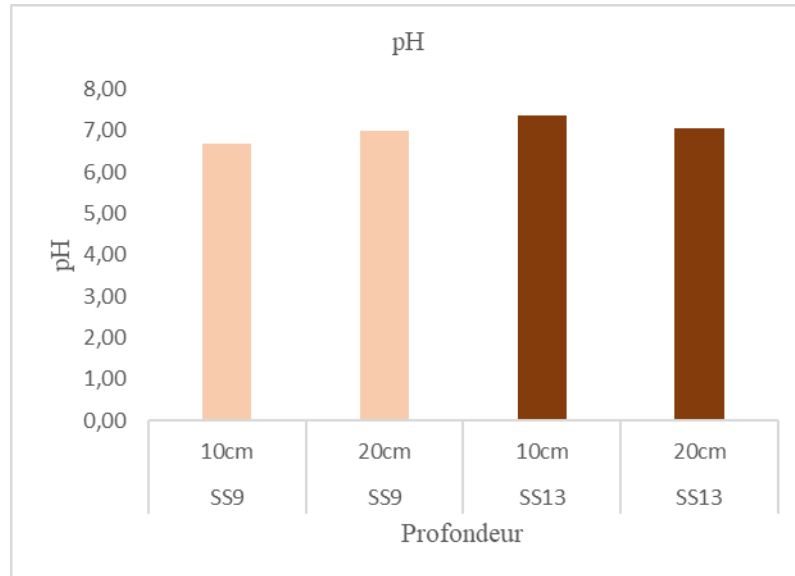


Figure 17 : Valeurs pH région Staoueli (10 cm et 20 cm).

Conductivité électrique ds/m

D'après le graphe (Figure 18), nous constatons que les mesures de la CE se situent entre 0,19 ds/m et 0,33 ds/m, ce qui indique une faible salinité du sol.

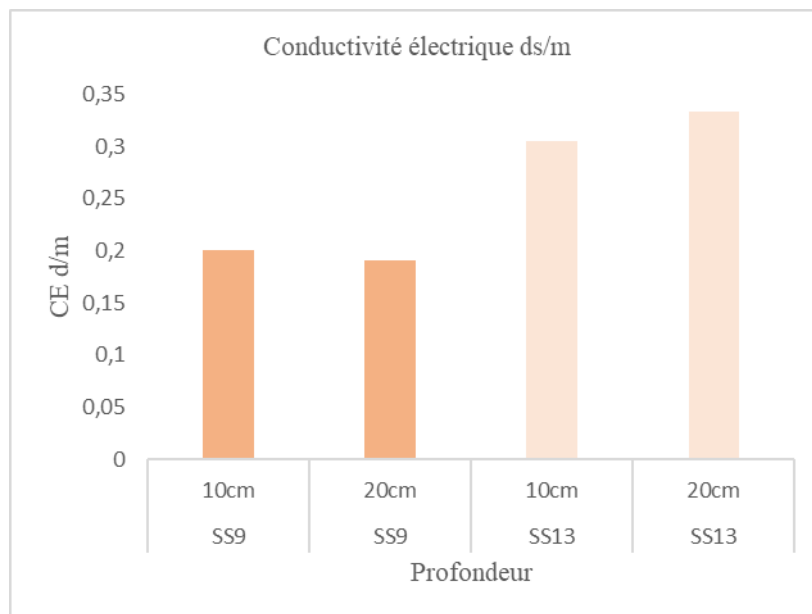


Figure 18 : Conductivité électrique région Staoueli (10 cm et 20 cm).

Matière organique

Selon le graphe (Figure 19), les sols prospectés sont riches en matière organique, avec des valeurs allant de 3,38 % à 7,12 %, on note que la serre SS9 est plus riche que la serre

Chapitre II : Résultats et discussion

SS13, de plus, on observe que les deux serres présentent une teneur en matière organique plus élevée à 20 cm qu'à 10 cm de profondeur.

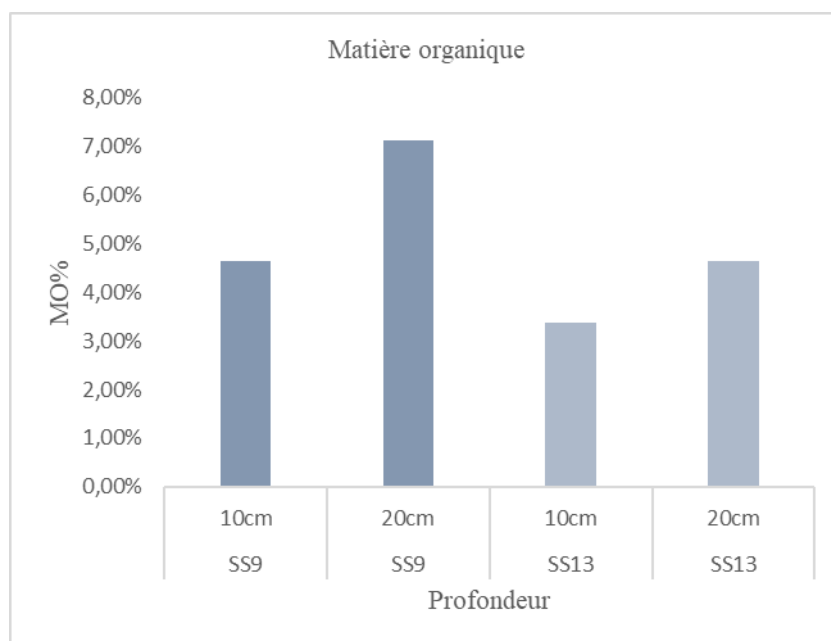


Figure 19 : Mesure de matière organique région Staoueli (10 cm et 20 cm).

Calcaire CaCO_3

D'après le graphe (**Figure 20**), on observe que la serre SS13 présente une teneur en calcaire plus élevée que la serre SS9, on note également que la serre SS13 présente une faible différence entre les deux profondeurs (10 cm et 20 cm), avec des valeurs allant de 1,08 % à 1,02%, en revanche, la serre SS9 affiche une teneur constante de 0,88 dans les deux profondeurs.

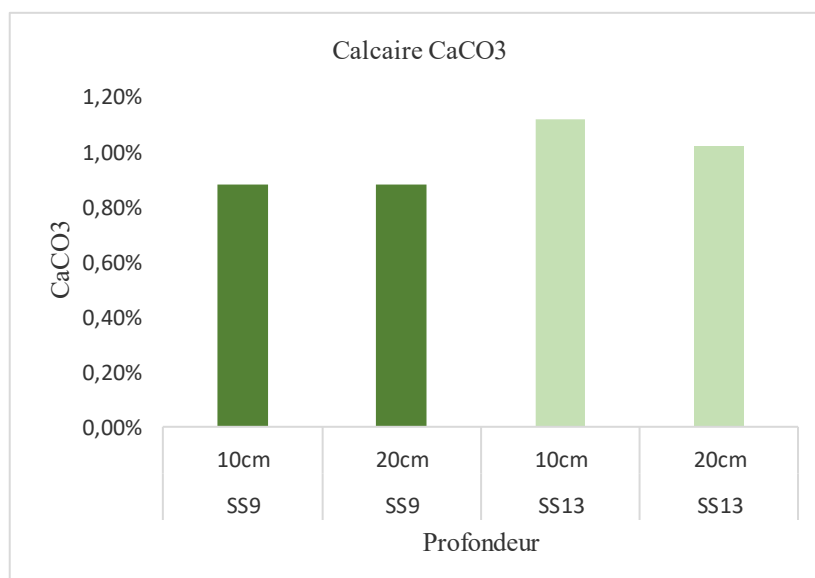


Figure 20 : valeurs du calcaire région Staouali (10cm et 20cm).

Estimation de l'indice de galle

Afin d'estimer le degré d'infestation des cultures sous serre, on utilise l'indice de galle (qui est une notation visuelle de l'état des racines), d'après les tableaux (annexe) en effet les 20 plants arrachés de tomate présentent un indice de galle qui varie de 1 à 5 et pour les 23 plants de concombre présentent un indice de galle qui varie de 1 à 4 (selon l'échelle de **B'Chir, 1981**).

Pour estimer la moyenne de l'indice de galle des deux cultures, nous avons calculé la moyenne, ce qui nous a donné un indice de galles de : $IG(\text{Tomate}) = 2,6$ et $IG(\text{Concombre}) = 2,7$.

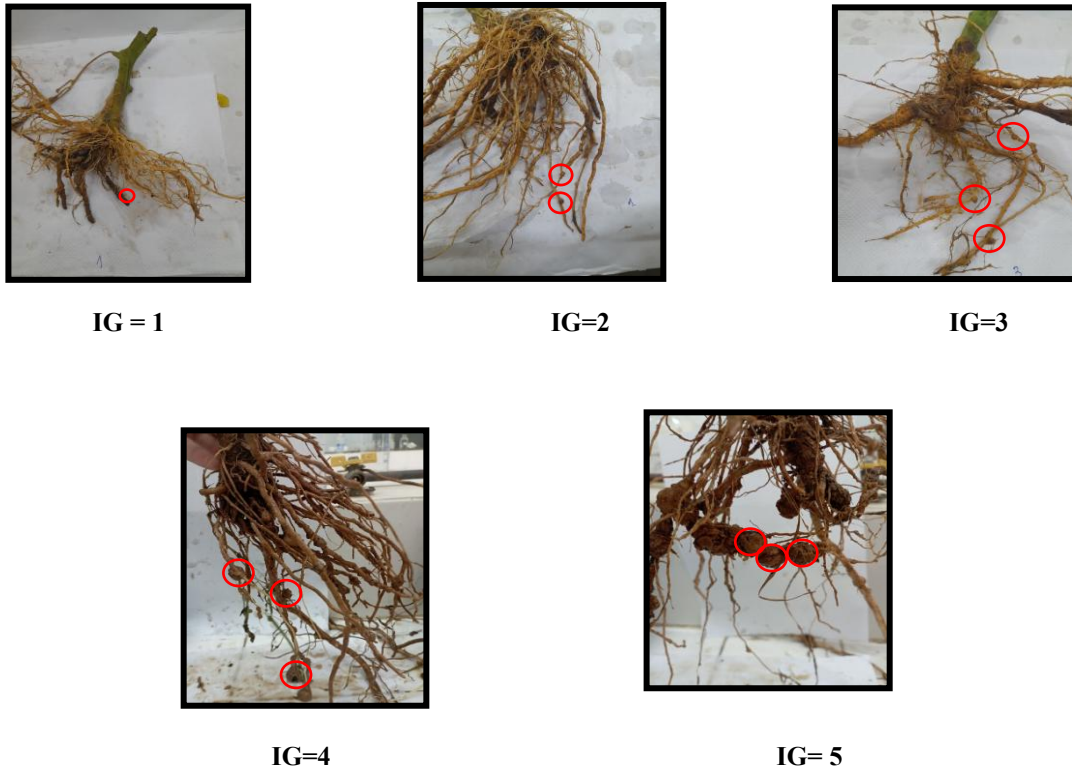


Figure 21 : Estimation de l'indice de galles (original, 2025).

L'indice de galle (Tomate et Concombre)

D'après le graphe (Figure 22), nous remarquons que les plants de la culture du concombre ont les indices de galles les plus élevés par rapport à la culture de tomate (région de Staoueli).

Chapitre II : Résultats et discussion

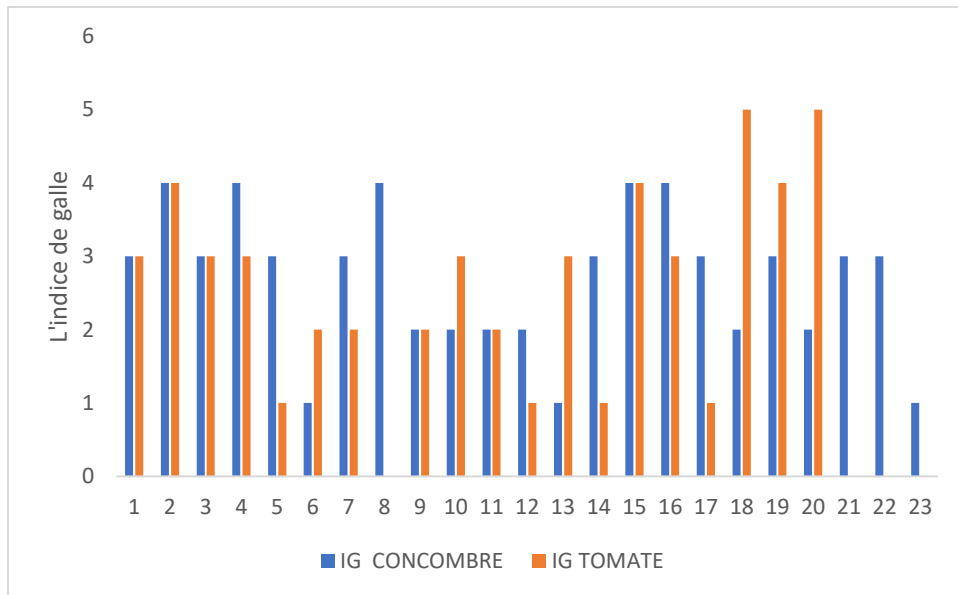


Figure 22 : Indice de galles des cultures (Tomate et Concombre).

Comparaison des moyennes des indices de galles des deux cultures

D'après le graphique (Figure 23), les résultats montrent que l'indice moyen de galles des deux cultures présente des valeurs de 2,6 et 2,7 pour les cultures de tomate et concombre respectivement.

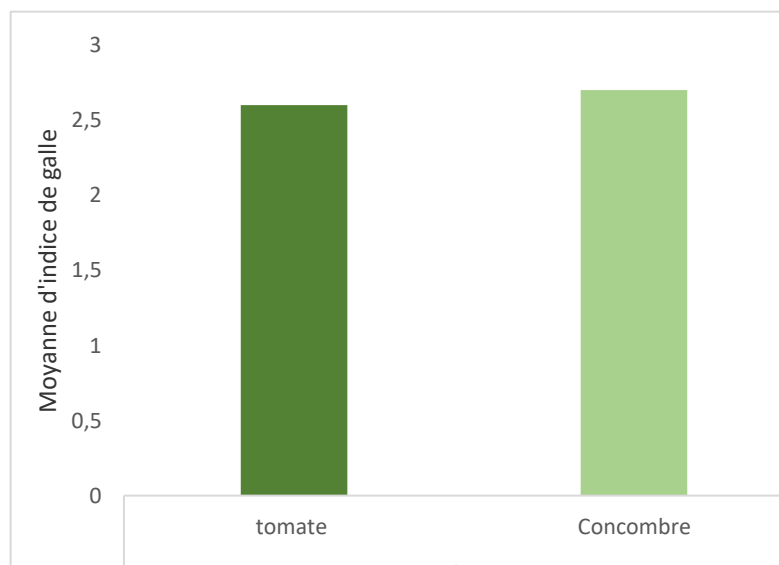


Figure 23 : Comparaison entre les moyennes de l'indice de galles des deux cultures (Tomate, concombre).

Chapitre II : Résultats et discussion

Détermination des espèces de *Meloidogyne*

Selon Hammache (2012), l'observation de la région postérieure des femelles de *Meloidogyne* constitue un moyen fiable pour l'identification des espèces. En effet, cette zone présente des caractères morphologiques spécifiques tels que l'anus, la vulve, la forme des stries et l'arche périnéale, qui permettent de différencier les espèces. Sur les coupes analysées, une seule espèce a pu être identifiée : *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919 ; Chitwood, 1949). L'analyse morphologique a montré que cette espèce est dominante dans la région de staoueli (Figure 24).

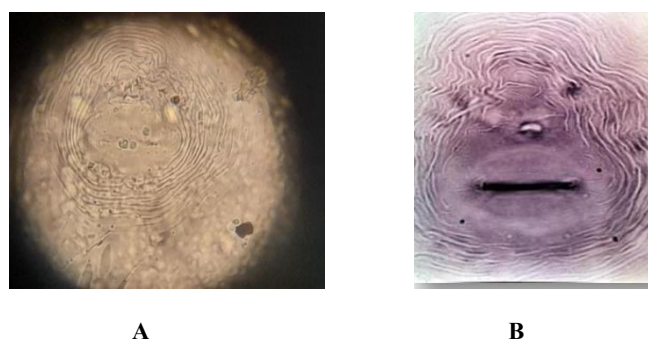


Fig. 24 : Figure périnéale (Pattern) de *Meloidogyne* identifiée dans la région de Staoueli (Originale, 2025).

A. *M. Incognita* origine (2025); B. <http://nemaplex.ucdavis.edu/images/G076S3pattern.jpg>

Discussion

En raison de l'importance des cultures maraîchères, et plus précisément la famille des Solanacées et Cucurbitacées qui occupe une place très importante en Algérie, nous avons porté notre choix sur la région de Boufarik (wilaya de Blida) et Staouali (wilaya d'Alger). Ces deux régions présentent un risque élevé d'infestation par les nématodes à galles (*Meloidogyne* sp.).

A partir des résultats obtenus, nous avons constaté d'après le questionnaire que les deux régions prospectées utilisent des pesticides (Némazote, Dazitol, Vydate, némafios, Fertigofol ultra, Uniform et Propineb....) et l'apport de fertilisant se fait chaque année, les serres visitées ne sont pas récentes, celles de Staoueli existent depuis 1976 et celles de Boufarik depuis 2008 et l'irrigation se fait par la goutte à goutte.

Pour estimer l'indices de galles (IG) des cultures étudiées dans les régions prospectées, un prélèvement de plusieurs racines a été fait, ce dernier révèle un IG = 2,7 et IG

Chapitre II : Résultats et discussion

=2,6 pour les cultures de concombre et tomate (station Staoueli) et IG = 0 pour la culture de poivron (région Boufarik),

Selon **B'CHIR, 1983** le seuil de nuisibilité chez les cucurbitacées est égal 3, mais aussi il explique que l'indice de galles, qui permet d'apprécier le taux d'infestation réel d'une parcelle, ne peut pas être retenu comme critère évaluant l'efficacité d'un traitement nématicide (**B'chir & Horrigue, 1982**).

Plusieurs facteurs favorisent le développement des populations de ces nématodes phytoparasites, le climat, le système de culture et le sol. Les sols Algériens offrent des caractéristiques propices au développement des nématodes, particulièrement celui des nématodes du genre *Meloidogyne* (**Hammache, 2010**). Parmi ces facteurs, on cite la texture, le pH, la matière organique, le calcaire, la conductivité électrique et l'humidité.

Nos résultats physico-chimiques des sols des deux régions étudiées et les différentes serres prospectées ainsi que les profondeurs, révèlent que l'humidité en région de Boufarik varie de 11,45% à 12,69 % et de 11,45% à 11,81% (BS1 et BS2) respectivement, celle de Staoueli, elle varie de 12,00% à 13,00% et de 14,16 à 14,82%, (SS9 et SS13) respectivement.

L'humidité du sol est un facteur limitant pour le développement des *Meloidogyne*. Ces derniers ne peuvent se déplacer que si les particules du sol sont recouvertes d'une mince pellicule d'eau. **Triantaphyllou (1979)** affirme que généralement, les nématodes sont très actifs dans les sols humides de 40 à 60 %. Ils migrent à travers les particules du sol dans les films d'eaux mais dans les sols secs, ils deviennent inactifs et peuvent mourir par dessiccation. Cependant, les sols saturés en eau inhibent les déplacements des nématodes et l'éclosion des œufs à cause du manque d'oxygène, ce qui peut induire également une forme de quiescence des larves (**De Guiran, 1979 a ; Triantaphyllou, 1979**).

Concernant le pH, nos résultats respectives des deux régions, des différentes serres et profondeurs, notent un pH allant de 6,40 à 7,38, qui est un pH neutre.

Selon **Ferris et Van Gundy (1979)**, ont montré que les sols neutres ou plus ou moins acides favorisent l'éclosion des œufs des nématodes à galles, mais au-dessous de 5,2 cette dernière est inhibée. **Reddy (1983)**, cite que l'infestation des *Meloidogyne* est moins sévère en sol acide qu'en sol neutre ou alcalin. **Wallace (1968)** cite que les nématodes à galles survivent, éclosent et se reproduisent à des pH variables entre 4 et 8.

Pour la matière organique, elle varie de 3,38% à 7,12 pour la région Staoueli et de 3,17% à 8,88% pour la région de Boufarik, qui montre que c'est un sol riche en matière organique. **Castagnone et al., en 1988**, ont pu démontrer que la matière organique peut

Chapitre II : Résultats et discussion

provoquer une baisse du potentiel reproducteur des femelles de *Meloidogyne incognita* sur tomate. **Annabi et al. (2009)** rapportent, en ce qui concerne les propriétés physiques, que la MO peut améliorer la capacité de rétention en eau des sols et contribuer à l'amélioration de la stabilité structurale des sols. Cependant l'intensification des cultures peut diminuer les teneurs en MO des sols leur conférant une moindre fertilité et une sensibilité à la dégradation.

Arvieu et Cuany (1983) rapportent que la matière organique des sols et des substrats de culture donne lieu à des interactions physico-chimiques avec le bromure de méthyle, qui déterminent les propriétés et le devenir du pesticide. La matière organique réduit par adsorption la concentration en pesticide bio disponible dans l'eau ou l'air du sol : c'est à dire la biodégradation de ce dernier.

D'après les résultats collectés par le questionnaire, les sols étudiés sont, Boufarik présente un sol argileux-limoneux et Staoueli présente un sol sableux-limoneux.

D'autres facteurs influent l'activité des *Meloidogyne* comme la nature des sols. Les plus légers, bien aérés et pauvres en matière organique sont très favorables au développement et à la pullulation du genre *Meloidogyne* (**De Guiran, 1971**).

Bien que les nématodes phytoparasites soient représentés dans presque tous les types de sol, la texture et la structure jouent un rôle primordial dans leur distribution et leurs activités. La texture du sol varie aussi bien verticalement qu'horizontalement (**Van Gundy, 1985**). Les *Meloidogyne* sont en général représentés dans plusieurs types de sol, mais les niveaux d'infestation les plus élevés et les dommages les plus importants causés aux plantes sont typiques des sols sableux (**Wallace, 1963 ; Pittcher, 1979 ; Van Gundy, 1985**). Les *Meloidogyne* sont aussi présents dans les sols sablo- argileux où ils sont observés dans les parties présentant beaucoup d'agrégats de sable (**Van Gundy, 1985**). Les *Meloidogyne* se déplacent par des mouvements ondulatoires à travers les pores (**Wallace, 1963**). Les sols sableux semblent favoriser leur déplacement. **Prot & Van Gundy (1981a)** ont montré que la texture influence fortement la migration des L2 de *M. incognita*. En effet, **Prot (1975b)** a observé que le pourcentage de L2 de *M. incognita* capables de migrer de 20 cm et de pénétrer un plan de tomate décroît quand le pourcentage de particules fines de limons et d'argiles augmente.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Conclusion

Les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sont considérés comme les ennemis les plus redoutables des cultures maraîchères sous serre.

Cette étude menée dans deux régions agricoles majeures de la Mitidja : Boufarik (Blida) et Staoueli (Alger), a permis de mettre en l'approche méthodologique adoptée, combinant enquête bio-environnementale, analyses physico-chimiques du sol, échantillonnage racinaire, estimation de l'indice de galles (I.G) et identification morphologique, cela a permis d'obtenir une vision claire de l'état phytosanitaire des serres visitées évidence la présence et l'impact des nématodes à galles du genre *Meloidogyne*.

Les cultures maraîchères de Staoueli sont fortement infestées par *Meloidogyne incognita*, espèce identifiée comme dominante dans les parcelles étudiées.

Selon l'estimation visuelle des plants infestés par les nématodes à galles, on note que l'indice de galle moyen révèle que la région de Staouali est fortement infestée.

L'analyse des sols a montré une variabilité des paramètres physico-chimiques entre les deux régions, avec des sols généralement modérément humides, avec un pH neutre à légèrement acides, riches en matière organique, argileux-limoneux et sableux-limoneux pour Boufarik et Staoueli respectivement.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **AISSAT K., 2008-** *État sanitaire de la culture de la tomate sous serre et étude épidémiologique de Botrytis cinerea*, Thèse de Doctorat en Biologie, Microbiologie, Université Sétif. 104 p.
2. **BARBARY A., 2014-** *Bases génétiques de la résistance vis-à-vis des nématodes du genre Meloidogyne chez le piment*, Thèse de biologie, bio-interactions & écologie, Université de Nice Sophia-Antipolis. 54 p.
3. **BERTRAND C., LIZOT J. & MAZOLLIER C., 2001-** *Lutter contre les nématodes à galles en agriculture biologique*. GRAB Avignon. pp. 25–29.
4. **B'CHIR M. M. & HORRIGUE N., 1983** - Établissement d'un modèle expérimental pour tester l'efficacité des nématicides sur les Meloidogyne spp. associés à la culture de melon (*Cucumis melo*) sous abris-serres, Annls. INRAT, 57 : 23-48.
5. **BLACK L., SYLVIA, K., GREEN G.L. et HARTMAN J.M.,1993-** *Maladies des poivrons*. Département de pathologie végétale, Louisiana Agricultural.
6. **BLANCARD D., 1988-** *Les maladies de la tomate, observer, identifier, lutter*. Éd. INRA. 210 p.
7. **BOVE R., 1972-** *La défense cultivée*. Éd. Payot. 863 p.
8. **CAYROL J.C., 1971-** *Rôle des nématodes dans l'équilibre biologique des sols*. Éd. A.C.T.A., Paris. 273 p.
9. **CAYROL J.C., 1981-** *Nouvel agent nématophage et procédé pour maîtriser...* Brevet EP 0006382 B1.
10. **CASTAGNONE-SERENO P., 2002-** *Genetic variability... Meloidogyne spp*. Nematology, 4: 605–608.
11. **CHITWOOD B.G., 1949-** "Root-knot nematodes I. A revision of the genus *Meloidogyne* Goeldi, 1887." *Proc. Helm. Soc. Wash.* 16: 90–104.
12. **DE GUIRAN G.- 1979** - "Life cycle of *Meloidogyne* species and factors influencing their development..." Academic Press, London. 191 p.
13. **DE Guiran G., 1979** - "A necessary diapause in root-knot nematodes... *Meloidogyne incognita*." *Rev. Nématol.*, 2: 223–231.
14. **DE GUIRAN G., 1983** - *Nématodes, les ennemis invisibles. Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés*. Éd. La Littorale, Béziers. 40 p.

15. **DJIAN-CAPORALINO C., 2010** - “Nématodes à galles, des ravageurs de plus en plus préoccupants... quinze régions françaises.” *Phytoma*, n°638 : 43–49.
16. **DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE H. & ARRUFAT A., 2009** - “Gestion des nématodes à galles... L’atout des plantes pièges.” *Phytoma*, septembre 2009.
17. **DJIAN-CAPORALINO C., VILLENEUVE F., NAVARRETE P., 2018** - “Les nématodes à galles *Meloidogyne* spp.” *Le mensuel du CTIFL (INRA)*. pp. 10–16.
18. **DALMASSO A. & MISSONNIER J., 1986** - “La lutte intégrée contre les nématodes des cultures : intérêt des variétés résistantes.” *Phytoma*, n°378 : 13–16.
19. **DUVAL J., 1991** - “Les nématodes de la tomate.” *Agro. Biol.*, vol. 1, n°320. 7 p.
20. **EL AKEL, M., CHOUIBANI, M. & KAACK, H., 2001** - “Protection intégrée en culture de tomate.” *Integrated Pest Management Review*, 1 : 15–29.
21. **ELMHIRST J., 2006** - *Profil de la culture du poivron de serre au Canada*. Agriculture et Agroalimentaire Canada.
22. **FOURY C., 1995** - “Lutte contre les parasites et ennemis d’origine tellurique : vers une stratégie plus intégrante ?” *Rev. Horti.*, n°356 : 21–29.
23. **HADJ-SADOK NEBIH D., 2013** - *Étude de la diversité des communautés de nématodes associées aux cultures maraîchères*. Thèse Doctorat en Sci. Agro-Vétérinaires, Univ. Saad Dahleb, Blida. 159 p.
24. **HAMMACHE M., 2012** - *Bio-écologie des nématodes à galles sous serres en Algérie*. Thèse Doctorat Sci. Agronomiques, ENSA El Harrach. 134 p.
25. **HOPKINS W.G. et al., 2003** - *Phytopathologie : bases moléculaires... Stratégies de lutte*. Éd. De Boeck Université, Bruxelles. 427 p.
26. **HOOPER D.J. & EVANS K., 1993** - *Extraction, identification and control of plant parasitic nematodes temperate agriculture*. CAB Intl., London. 648 p.
27. **JATALA P., KALTENBACH R. & BOCANGEL M., 1979** - “Biological control of *Meloidogyne incognita* on potatoes.” *Nematologia*, 11: 303.
28. **JEPSON S.B., 1987** - *Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species)*. CAB International, Wallingford. 265 p.
29. **JONES F.G.W., 1982** - *The soil-plant environment in plant nematology*. Ed. Southey, London. 142 p.

30. JONES J.T. *et al.*, 2013 - "Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology." *Molecular Plant Pathology*, 14: 946–961.
31. JÖNSSON H.B. & LOPEZ-LLORCA L.V., 2001 - "Biology of nematophagous fungi." In *Mycology*. Ed. Misra J.K. & Horn B.W. Science Publishers: 145–173.
32. LAISSAOUI M. & HALKOUM Z., 2018 – Etude bibliographique sur les effets d'*Ecalyptus Globulus* (extrait et broyat) sur nématode à galle *Meloidogyne* spp. Mémoire M2, Univ. B.B.A. 59 p.
33. LAMBERTI F., GRECO N. & VOVLAS N., 1977 - "Patogenicità di due specie di *Meloidogyne palma*." *Nematol. Medit.*, 5 : 159–172.
34. LI J. *et al.*, 2015 - "Molecular mechanisms nematode-nematophagous microbe interactions." *Annual Review of Phytopathology*, 53: 67–95.
35. MESSIEAN C.M. & LAFON R., 1991- *Les maladies des plantes maraîchères*, 2e éd. INRA.
36. NORDBRING-HERTZ B., JANSSON H.B. & TUNLID A., 2006 - "Nematophagous fungi." *Encyclopedia of Life Sciences*. 12 p.
37. NORDBRING-HERTZ B. & STOLHAMMAR-CARLEMALM M., 1978 - "Capture of nematode by *Arthrobotrys oligospora*" *Can. J. Bot.*, 56: 1297–1307.
38. ODUOR-OWINO P., SIKORA R.A., WAUDO S.W. & SCHUSTER R.P., 1996 - "Effect of aldicarb and mixed cropping *Meloidogyne javanica*." *Revue de Nématologie*, 42: 127–130.
39. ORTON W.K., 1973 - *Meloidogyne javanica*, *M. arenaria* and *M. incognita*. C.I.H. *Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes*, Vol. 18: 1–15.
40. PELOILLE M., 1981 - "Les hyphomycètes prédateurs de nématodes utilisation en lutte biologique." *Agronomie*, 1(4) : 331–337.
41. PROT J.C., 1978 - "Influence of concentration gradients in soil on the movement of second-stage juveniles of *Meloidogyne javanica*." *Revue Nématol.*, 1: 21–26.
42. PALLOIX A. & PHALY T., 1995 - "Histoire du piment : de la plante sauvage aux variétés modernes." *PHM – Revue Horticole*, déc. 1995–janv. 1996, n° 365–366 : 41–4
43. REDDY P., 1983 - *Plant Nematology*. Agri. Publ. Acad. India. 287 p.

44. **RITTER M., 1971** - “*Les nématodes et l’agriculture.*” In *Les nématodes des cultures*. Éd. ACTA, Paris. pp. 533–535.
45. **SASSER J.N., HARTMAN K.M., 1985** - “*Identification of Meloidogyne species by differential host test and perineal pattern morphology.*” pp. 69–77.
46. **SEKKAT A., 2007** - *Les pucerons des agrumes au Maroc*. ENA. 18 déc. 2007.
47. **SIDDIQUI I.A., SHAUKAT S.S. & HAMID M, 2002** - “Role of Zinc in Rhizobacteria-mediated suppression of root-infecting fungi and root-knot nematode.” *Journal of Phytopathology*, 150(10): 569–575.
48. **STIRLING G.R., 1991** - *Biological control of plant parasitic nematodes: progress, problems and prospects*. CAB International, Wallingford. 282 p.
49. **TAYLOR A.L., 1968** - *Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites*. FAO, Rome. 135 p.
50. **TROTTIN-CAUDAL Y., 2011** - *Maîtrise de la protection intégrée : tomate sous serre et abris*. Ed. CTIFL, Paris. 282 p.
51. **VILLAIN L., BAUJARD P., ANZUETO F., HERNANDEZ A., SARAG J.L., 2002** - *Protection intégrée des caféières d’Amérique centrale contre les nématodes*. pp. 118–119.

Sites internet

1. **GOOGLE MAPS., (n.d.)**. Localisation : 36.5866751, 2.9130355 à partir de <https://www.google.com/maps/@36.5866751,2.9130355,18.01z>.
2. **ITCMI, Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles**. Localisation. Consulté sur Google Maps : <https://www.google.com/maps/place/ITCMI>.

ANNEXE

ENQUETE SUR L'ETAT D'INFESTATION DES SERRES PAR LES MELOIDOGYNE

Date de la visite

1- Localisation de la serre

N° de la serre.....

Coordonnées géographiques de la serre.....

Nom de l'exploitation.....

Commune.....

Wilaya.....

Surface totale des cultures maraîchères.....

Année d'utilisation de la plasticulture.....

2- Etude du sol

Nature du sol.....

Type d'engrais utilisés.....

Fertilisation azotée.....

Le sol a-t-il été traité l'année passée ?.....Oui Non

Période de traitement.....

Par quel produit nématicide ?.....

3- Caractéristiques de la culture

Culture en place.....

Date de semis.....

Variété.....

Précédent cultural.....

Variété du précédent cultural.....

Type d'irrigation.....

Récolte en kg/serre.....

Tableaux n° 2 : Matériels et produits utilise

Matériels	Produits
Microscope optique	Sel de Mohr
Loupe binoculaire	Diphénylamine
Des bistouris	Bichromate de potassium
Des racines	Fluorure de sodium (NAF)
Les lames et lamelles	Eau distillée
Des épingles	Acide sulfurique
Becher	
Flacons	
Seringue	
Etuve	
Eprouvette	
Tamis de 2 mm	
Mortier	
Sol	
Des capsules	
Erlenmeyer	
Burette	
Plaque chauffante	
Verre à montre	
Balance	

Tableaux n° 3 : les analyse pédologiques Région du Boufarik

	Paramétré Profondeur	Humidité	pH	Conductivité électrique	MO	Calcaire
BS1	10cm	12 ,69	6,45	0,233	8,88	0,88
	20cm	11,45	7,07	0,231	5,28	0,44
BS2	10cm	11,45	6,40	0,217	4 ,01	0,66
	20cm	11,81	7,13	0,222	3,17	0,22

Tableaux n° 4 : les analyse pédologiques Région du staoueli

	Paramétré Profondeur	Humidité	pH	Conductivité électrique	MO	Calcaire
SS9	10cm	14,82	6,70	0,201	4,65	0,88
	20cm	14,16	7,01	0,191	7,12	0,88
SS13	10cm	12	7,38	0,305	3,38	1,12
	20cm	13	7,07	0,333	4,65	1,02

Tableau n° 5 : Indice de galle du la tomate staoueli

Les plants	Indice de galle
Plant 01	3
Plant 02	4
Plant 03	3
Plant 04	3
Plant 05	1
Plant 06	2
Plant 07	2
Plant 08	0
Plant 09	2
Plant 10	3
Plant 11	2
Plant 12	1
Plant 13	3
Plant 14	1
Plant 15	4
Plant 16	3
Plant 17	1
Plant 18	5
Plant 19	4
Plant 20	5
IG	2,6

Tableau n° 6 : Indice de galle du concombre staoueli

Les plants	Indice de galle
Plant 01	3
Plant 02	4
Plant 03	3
Plant 04	4
Plant 05	3
Plant 06	1
Plant 07	3
Plant 08	4
Plant 09	2
Plant 10	2
Plant 11	2
Plant 12	2
Plant 13	1
Plant 14	3
Plant 15	4
Plant 16	4
Plant 17	3
Plant 18	2
Plant 19	3
Plant 20	2
Plant 21	3
Plant 22	3
Plant 23	1
IG	2,7

Les analyses pédologiques

a. L'humidité du sol

1. Matériels utilisés :

- Les échantillons des sols
- Les capsules.
- Les étiquettes.
- Une cuillère.
- Balance de précision.
- Etuve.
- Papier.
- Mortier et pilon.
- Tamis.



Figure 25 : les étapes utilisées pour l'évaluation de l'humidité (Original,2025)

2.Méthode de travail :

- Peser les capsules vides.
- Prélever 70 g de sol pour chacun des 8 échantillons et les placer dans les capsules, en les pesant à l'aide d'une balance.
- Faire sécher les échantillons de sol dans une étuve à 105 °C pendant 24 heures.
- Après 24 heures, peser à nouveau les échantillons pour obtenir le poids du sol sec.
- Calculer l'humidité du sol en faisant la différence entre le poids initial (sol humide) et le poids après séchage (sol sec).



Figure 26 : Les étapes de tamisé le sol (original, 2025).

B. pH/conductivité :

1. Matériels utilisés :

- Les capsules.
- La Balance.
- Les échantillons du sol.
- Flacons.
- Agitateur.
- L'eau distillée.
- Eprouvette graduée.
- Entonnoir.
- Papier filtre.
- PH mètre.
- Conductimètre.

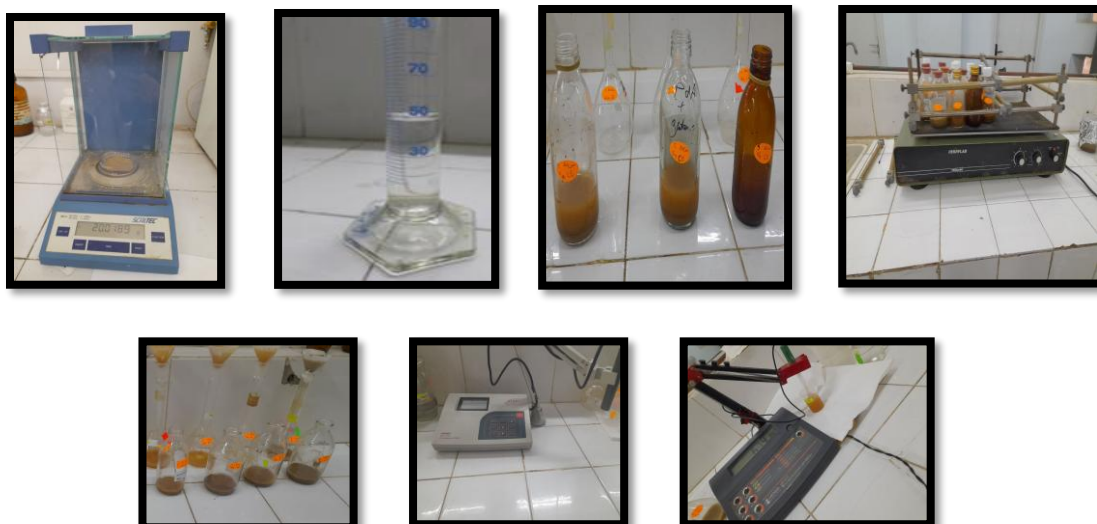


Figure 27 : mesure de pH et la conductivité (Original,2025).

2. Méthode de travail :

Dans huit flacons :

- Peser 20 g de sol pour chaque échantillon à l'aide d'une balance.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée dans chacune des flacons respectifs préalablement étiquetés.
- Placer ensuite les flacons sur un agitateur pendant 30 minutes.
- Après agitation, filtrer les solutions à l'aide de papier filtre placé dans un entonnoir, lui-même positionné sur un ballon. Laisser s'égoutter complètement jusqu'à obtention d'une solution filtrée. Répéter cette opération pour les autres échantillons.
- Enfin, mesurer le pH à l'aide d'un pH-mètre et la conductivité avec un conductimètre.

E. Le calcaire total

1. Matériels utilisés :

- Les échantillons du sol.
- Capsules.
- Balance de précision.
- Acide chlorhydrique (HCL).
- Calcimètre.



Figure 28 : mesure Le calcaire total (Original ,2025).

2.Méthode de travail :

- Peser 1 g de chaque échantillon.
- Placer le premier échantillon dans un erlenmeyer.
- À l'aide d'une pipette, introduire dans le tube une quantité de 10ml d'acide chlorhydrique concentré (HCL).
- À l'aide d'une grosse pince, insérer le tube dans l'erlenmeyer.
- Fermer hermétiquement l'erlenmeyer.
- Ajuster la hauteur de l'ampoule de façon à ce que le niveau de l'eau soit égal dans l'ampoule et dans le tube gradué.
- Le contenu de l'erlenmeyer est d'abord à pression atmosphérique.
- On incline ensuite l'erlenmeyer pour permettre à l'acide de réagir avec l'échantillon.
- Une fois l'effervescence terminée, la pression dans le tube gradué devient supérieure à la pression atmosphérique.
- Il faut alors ajuster la hauteur de l'ampoule pour rétablir l'équilibre entre les niveaux d'eau dans le tube et l'ampoule, ce qui permet de ramener le CO_2 dégagé à la pression atmosphérique.
- Enfin, on ouvre l'erlenmeyer et on ajoute un peu d'acide pour vérifier qu'il était en excès et que tout le CaCO_3 a bien réagi.

Matière organique

1. Matériels utilisés :

- Sol séchée et tamisé
- Erlenmeyer
- Eau distillée
- Béchers
- plaque chauffant
- Seringue
- Burette
- verre de montre
- Solution bichromate à 8 %
- Acide sulfurique concentré
- Ballon
- Diphenylamine
- Na F à 3%
- Sel de MOHR 0,2 N.

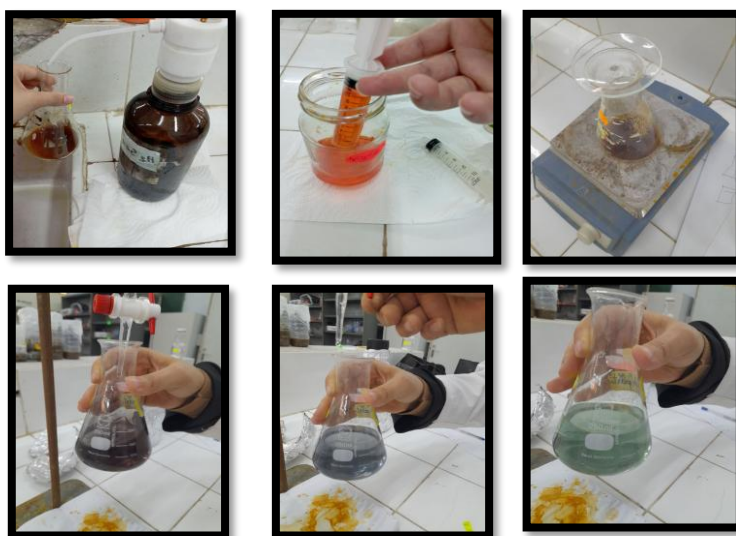


Figure 29 : les étapes de préparation de la matière(organique,2025).

2. Méthode de travail :

-Peser 0,5 g de sol.

Dans un erlenmeyer, introduire successivement :

-0,5 g de sol

-10 ml de solution de bichromate

-15 ml d'acide sulfurique concentré

Après Couvrir l'erlenmeyer avec un verre de montre afin d'éviter l'échappement des vapeurs.

Placer ensuite l'erlenmeyer sur une plaque chauffante et porter le mélange à ébullition. La durée d'ébullition est de 5 minutes, à compter de l'apparition de la première goutte de condensation.

Laisser ensuite refroidir, puis ajouter 150 ml d'eau distillée et homogénéiser. (Solution 1)

Pour le titrage :

Prélever 20 ml de la solution mère (solution 1) et les introduire dans un ballon de 250 ml, puis ajouter :

-150 ml d'eau distillée.

-3 gouttes de diphénylamine.

- 5 ml de la solution de fluorure de sodium (NaF) à 3 %.

Effectuer le titrage à l'aide de la solution de sel de Mohr à 0,2 N, puis relever le volume n de sel de Mohr utilisé pour atteindre le virage à la couleur bleu verdâtre.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURET
DRECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BLIDA 01

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES ET
AGROÉCOLOGIE

Projet de fin d'études En vue de l'obtention du Diplôme de Master En Sciences
Agronomiques

Spécialité : Phytopharmacie et Protection des végétaux

Thème

Etat d'infestation des cultures maraichères sous serres
par le *Meloidogyne* spp dans la Mitidja

Présenté par : CHOUAT Faten et BEZARI Fatiha

Devant le jury

Président	Mme KHEDDAR R.	M.C. B	USDB1
Promotrice	Mme SABRI K.	M.A. A	USDB1
Co-promoteur	Mr SMAHA D.	CHERCHEUR	I.N.P.V. Alger
Examinatrice	Mme OUANIGHI H.	M.A.A.	USDB1

Année Universitaire : 2024/2025

Mme
OUANIGHI H.
[Signature]