

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB BLIDA 1  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE  
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

---

Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique  
en sciences de la nature et la vie

Spécialité : Phytopharmacie appliquée

---

Effet des amendements organique sur la régulation de  
*Meloidogyne (Nematoda, Meloïdogynidae)* sur tomate.

---

Par

**Mr. MOUSSOUNI Amar**

Devant les membres de jury composé de :

Mme OUANIGHI H.	M.A.A	U.S.D.B.1	Présidente
Mme NEBIH D.	M.C.B	U.S.D.B.1	Promotrice
Mme SABRI K.	M.A.A	U.S.D.B.1	Examinatrice
Mme HOCEINI F.	DOCTORANT	G.N.S.A EL HARRACH	Examinatrice

Blida 2013 - 2014.

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord je remercie الله de m'avoir donné la santé, le courage et la force pour réaliser ce travail.

Je tiens à témoigner toute ma gratitude et tout mon respect à ma promotrice Madame **NEBIH D.** pour son aide, sa dynamique, ces conseils précieux et sa disponibilité. Sincères remerciements.

Mes vifs remerciements s'adressent aux membres de jury Mme **OUANIGHI H.** la présidente, Mme **HOCEINI F.** et Mme **SABRI K.** les examineuses qui ont accepté de consacrer un peu de leur temps précieux pour juger ce travail, et de m'avoir bénéficié de leurs conseils et de leurs avis éclairés.

J'adresse également mes sincères remerciements à tout qui m'ont aidé pour réaliser ce travail, la direction de L'**ITCMI** de STAOUALI, Mme **FADIL D.** technicienne de labo de la phytopathologie, Mme **KESRI S.** technicienne de labo de microbiologie, Mme **DJEMAI Y.** technicienne de labo de zoologie.

Je remercie sincèrement mes très chers parents, qui ont tout ma gratitude pour leur sacrifice éternel, et qui ont fait tout leur possible pour la réussite de mes études.

Et enfin je remercie de tout mon cœur tous mes amis et mes proches qui m'ont aidé pendant les périodes difficiles. Et tout particulièrement la promo de SNV 2008.

## DEDICACES

**Je dédie ce modeste travail à :**

Mes parents ;

Mes frères et sœurs ;

A tous mes ami(e)s ;

Tous ceux qui me sont chers.

MOUSSOUNI Amar

## **Effet des amendements organique sur la régulation de *Meloidogyne* (*Nematoda*, *Meloïdogynidae*) sur tomate.**

### **RESUME**

Les nématodes à galles constituent l'un des parasites les plus économiquement préjudiciables aux cultures. Les problèmes phytosanitaires posés par ces phytophages sont très importants d'autant plus qu'ils s'attaquent à toute les cultures sous des latitudes et des climats très diverses. Ces phytoparasites provoquent des baisses de production d'où l'importance de mettre au point de méthodes de lutte efficaces et biologiques car les techniques modernes dont on dispose actuellement s'avèrent tout à fait insuffisantes.

Notre travail de recherche vise à évaluer l'effet des résidus de culture de ***Brassica oleracea* var. botrytis** et du **lombricompost** comme des amendements organiques apportés au sol sous deux formes (fraiche et sèche) dans le contrôle des nématodes a galles *Meloidogyne* et estimé par la même occasion leur effet biofertilisant sur le développement des plants de tomate var. *Tavira*.

Les résultats ont montré que tous les traitements ont présenté d'une part une activité nématocide vis-à-vis des *Meloidogyne*. et un potentiel biofertilisant remarquable pour les plants de la tomate. Toutefois, la toxicité et l'effet stimulant varient en fonction de type d'amendement apporté. D'autre part, ces amendements ont contribué dans la reprise du développement des plants infestés par le *Fusarium* sp.

**Mots clés :** Amendement, *Brassica oleracea* var. botrytis, lombricompost *Meloidogyne* spp, *Fusarium* sp, tomate

**Effect of organic amendements on the control of the *Meloidogyne* (*Nematoda*, *Meloïdogynidae*) on tomato.**

**ABSTRACT**

Root-knot nematodes are one of the most economically damaging crop pests. Phytosanitary problems posed by these herbivores are very important especially as they attack all crops in latitudes and diverse climates. These plant-cause production declines, hence the importance of developing effective and biological control methods because modern techniques currently available are proving totally inadequate.

Our research aims to evaluate the effect of crop residues of *Brassica oleracea* var. *botrytis* and vermicompost as organic amendements to the soil in two forms (fresh and dry) in the control of nematode *Meloidogyne* and felt at the same time their effect on the development of biofertilizers tomato plants var. *Tavira*.

The results showed that all treatments showed firstly a nematicide activity vis-à-vis the *Meloidogyne*. biofertilizers and outstanding potential for seed tomatoes. However, toxicity and the stimulating effect vary according to type of amendment. Moreover, these have contributed to the re-development of infested by *Fusarium sp* plants.

**Keywords:** Amendment, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, vermicompost *Meloidogyne* spp, *Fusarium sp*, tomato.

## تأثير الاسمدة العضوية على التحكم في الديدان الخيطية (*Nematoda, Meloïdogynidae*) *Meloïdogyne* على الطماطم.

### المخلص

تعد الديدان الخيطية ذات العقد من اهم أنواع الديدان الطفيلية الأكثر ضررا اقتصاديا بالمحاصيل. هذه الطفيليات النباتية تسبب خفض جد مهم في الإنتاج خاصة انها تهاجم كل المحاصيل على عدة مستويات وباختلاف المناخات. ومن هنا تأتي أهمية تطوير أساليب فعالة وبيولوجية للسيطرة عليها لان التقنيات الحديثة المتاحة حاليا غير كافية بالمره .

يهدف عملنا الى تقييم تأثير بقايا محصول الكرنب *Brassica oleracea* نوع *botrytise* وسماد الديدان كأسمدة عضوية في التربة على حالتين (رطبة و جافة) في السيطرة على الديدان الخيطية تعقد الجذور *Meloïdogyne* وفي نفس الوقت تأثيرها على تطور نمو نبات الطماطم نوع *tavira*.

أظهرت النتائج أن لجميع العلاجات المستعملة تأثير على مضاد للديدان الخيطية *Meloïdogyne* واثر سماد عضوي معتبر على نبات الطماطم. تختلف هذه النتائج حسب نمط السماد المضاف. من جهة اخرى هذه الاسمدة ساهمت في اعادة نمو النباتات المصابة بفطر الفوزاريوم *Fusarium sp*.

كلمات البحث: أسمدة عضوية,الكرنب *Brassica oleracea var. botrytis*, الديدان العقدية *Meloïdogyne*, *Fusarium sp*, الطماطم.

## TABLE DE MATIERES

REMERCIEMENTS

DIDCACES

RESUME

ABSTRACT

الملخص

SOMMAIRE

LISTE D'ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION.....1

### PARTIE I : BIBLIOGRAPHIE

CHAPITRE I : Données bibliographiques sur le genre

<i>Meloidogyne spp</i> .....	4
I.1 Généralité sur les <i>Meloidogyne</i> .....	4
I.2 Position systématique.....	4
I.3 Caractères morphologiques.....	5
I.4 Cycle biologique.....	6
I.5 Les facteurs de développements des <i>Meloidogyne</i> .....	9
I.5.1 Effet de la température .....	9
I.5.2 Effet du pH.....	9
I.5.3 Effet de l'humidité.....	9
I.5.4 Effet de l'aération du sol.....	9
I.5.5 Effet de la nature du sol.....	10
I.5.6 Effet de la plante – hôte.....	10
I.6 Action des <i>Meloidogyne</i> sur la plante hôte.....	10
I.7 Importance des infestations par <i>Meloidogyne</i> en Algérie.....	12
I.8 Moyens de lutte contre les <i>Meloidogyne spp</i> .....	13
I.8.1 Lutte culturelle.....	13
I.8.2 Lutte physique et chimique.....	13
I.8.3 Les moyens biologiques.....	14
I.8.3.1 Les micro-organismes.....	14

I.8.3.1.1 L'utilisation des bactéries.....	14
I.8.3.1.2 L'utilisation des champignons.....	15
I.8.3.2 Les plantes nématicides.....	16
<b>CHAPITRE II : Les amendements organiques.....</b>	<b>20</b>
II.1 Généralités sur les amendements organiques.....	20
II.2 Importance des amendements organiques.....	21
II.2.1 Effet sur la plante (la culture).....	21
II.2.2 Effet sur les nématodes.....	22
II.2.3 Effet sur les microorganismes pathogènes (Champignons, bactéries).....	23
<b>PARTIE II : TRAVAIL EXPERIMENTAL</b>	
<b>CHAPITRE I : Matériel et méthodes.....</b>	<b>25</b>
Introduction.....	25
I.1 Les objectifs.....	25
I.2 Evaluation de l'efficacité de « <i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i> et lombricompost» dans le contrôle des <i>Meloidogyne</i> et le développement des plants de tomate var. « <i>Tavira</i> ».....	26
I.2.1 Préparation des feuilles de chou-fleur.....	26
I.2.2 Préparation du lombricompost .....	26
I.2.3 préparation des doses.....	27
I.2.4 Obtention et préparation des larves (L2) de <i>Meloidogyne</i> .....	27
I.2.5 Préparation du matériel végétal .....	28
I.2.6 Préparation du sol.....	28
I.2.7 Dispositif expérimental.....	29
I.3.1 L'effet des traitements dans le contrôle des nématodes à galles.....	31

I.3.2	L'effet bio fertilisant de « <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost » sur les plants de tomate.....	32
I.3.2.1	Effet sur la croissance des plants.....	32
I.3.2.2	Effet sur la biomasse fraîche des parties aériennes et des racines plants.....	32
I.3.2.3.	L'effet des traitements de <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost sur l'infestation des plants par le <i>Fusarium</i> .....	32
I.4	Analyse des données.....	33

## **CHAPITRE II : Résultats et discussion.....34**

II.1	Efficacité des traitements de <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost sur l'infestation des plants de tomate par nématodes à galles.....	34
II.2	Impact des traitements de <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost sur le développement des plants de tomate.....	36

II.2.1	Effet sur la croissance journalière des plants.....	36
II.2.2	Effet sur la biomasse fraîche racinaire.....	38
II.2.3	Effet sur la biomasse fraîche des parties aériennes.....	39

II.3	L'effet des traitements de <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost sur l'infestation des plants par le <i>Fusarium</i> .....	41
------	--	----

II.3.1	L'effet des traitements de <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost sur la partie aérienne.....	43
--------	--	----

II.3.2	L'effet des traitements de <i>Brassica oleracea</i> et lombricompost sur la partie racinaire.....	45
--------	---	----

II.4	Discussion générale.....	49
------	--------------------------	----

CONCLUSION.....	54
-----------------	----

**REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE**

**ANNEXE**

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

%	pourcentage
C°	degré Celsius
CHF	chou fleur frais
CHP	chou fleur poudre
Cm	centimètre
COMF	lombricompost poudre fraîche
COMP	lombricompost poudre
D0	sans traitement
D1	dose 1 (4,3g)
D2	dose 2 (demi-dose 2,15 g)
Fig	figure
g	gramme
GLM	Général Linear Model
Hf	Hauteur Final
Hi	Hauteur Initial
ITC	Isothiocyanate
ITCMI	l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles
L2	les larves de 2 <sup>ème</sup> stade larvaire
POIDPA	poids de partie aérien
POIDR	poids de racine
T	temps (durée d'expérimentation : 45jours).
TM	témoin
TMCHFSN	témoin chou fleur fraîche sans nématode
TMCHPSN	témoin chou fleur poudre sans nématode
TMCOMFSN	témoin lombricompost fraîche sans nématode
TMCOMPSN	témoin lombricompost poudre sans nématode
TMSF+N	témoin sans fumigation avec nématode
TMSFSN	témoin sans fumigation sans nématode



## LISTE DES FIGURES

Figure 1	Morphologie des différents stades de <i>Meloidogyne spp.</i> .....	6
Figure 2	Cycle biologique de <i>Meloidogyne spp.</i> .....	8
Figure 3	Racines de concombre envahi par les galles.....	11
Figure 4	Préparation des feuilles de chou-fleur poudre et fraîche.....	26
Figure 5	Préparation de la poudre de l'ombricompost.....	27
Figure 6	l'obtention des larves (L2) de <i>Meloidogyne</i> .....	28
Figure 7	Salières contenant les larves (L2) de <i>Meloidogyne</i> .....	28
Figure 8	Stérilisation de sable.....	29
Figure 9	Terre stérilisé.....	29
Figure 10	Le mélange de sol.....	29
Figure 11	Transplantation des plants de tomate.....	31
Figure 12	Estimation du taux d'infestation des racines par les larves.....	31
Figure 13	Effet des différents traitements sur le nombre moyen de galles....	34
Figure 14	Effet des différents traitements et les doses sur le nombre moyen des galles.....	35
Figure 15	Effet des différents traitements sur la croissance journalière des plants de tomate.....	36
Figure 16	Effet des différents traitements sur la croissance journalière des plants de tomate.....	37
Figure 17	Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire des plantes de tomate.....	38

<b>Figure 18</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire des plants de tomate.....</b>	<b>39</b>
<b>Figure 19</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....</b>	<b>40</b>
<b>Figure 20</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 21</b>	<b>Dessiccateur.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 22</b>	<b>Fragments des racines.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 23</b>	<b>Désinfection des racines.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 24</b>	<b>Essuyage les fragments.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 25</b>	<b>Les fragments dans un milieu de culture.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 26</b>	<b>Le <i>Fusarium</i>.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 27</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 28</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 29</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire des plantes de tomate.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 30</b>	<b>Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 31</b>	<b>Chou fleur poudre D1.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 32</b>	<b>Chou fleur poudre D2.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 33</b>	<b>Chou fleur fraiche D1.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 34</b>	<b>Chou fleur fraiche D2.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 35</b>	<b>Lombricompost fraiche D1.....</b>	<b>47</b>

<b>Figure 36</b>	<b>Lombricompost fraiche D2.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 37</b>	<b>Lombricompost poudre D1.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 38</b>	<b>Lombricompost poudre D2.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 39</b>	<b>Témoin.....</b>	<b>48</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Relation type de matière organique et fonctions.....	15
Tableau 2	Rôles des matières organiques.....	16
Tableau 3	Le dispositif expérimenta.....	22
Tableau 4	Modèle G.L.M. appliqué sur le nombre de galle en fonction des traitements et les doses utilisées.....	26
Tableau 5	Modèle G.L.M. appliquée à l'effet des amendements sur la croissance journalière moyenne des plants.....	27
Tableau 6	Modèle G.L.M. appliqué à l'action des traitements et des doses utilisées sur la biomasse racinaire.....	29
Tableau 7	Modèle G.L.M. appliqué à l'effet des amendements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....	30
Tableau 8	Modèle G.L.M. appliqué à l'effet des amendements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.....	33
Tableau 9	Modèle G.L.M. appliqué à l'action des traitements et des doses utilisées sur la biomasse racinaire.....	35

### INTRODUCTION

Les cultures maraîchères apparaissent comme l'un des secteurs les plus prometteurs de l'agriculture algérienne. Elles trouvent sous le climat méditerranéen les conditions climatiques correspondant à leurs existences. Ces spéculations occupent la 2<sup>ème</sup> position après les céréales dans la consommation quotidienne de l'algérien (EI-KEBIRI, 1993).

Les superficies occupées par ces cultures évoluent sans cesse notamment ceux sous plastiques. En dehors des meilleures conditions climatiques qu'offre les abris-serres au développement des cultures. Elles créent aussi un milieu favorable à la propagation des maladies et à la pullulation de nombreux ravageurs tel que : les acariens, les pucerons et les nématodes. Parmi ces derniers, ceux du genre *Meloidogyne* occasionnent les dégâts les plus sévères dans le monde (DE GUIRAN, 1983).

Le nématode à galles (*Meloidogyne*) est l'un des nématodes parasites les plus nuisibles aux cultures maraîchères à la fois dans les régions tropicales et subtropicales. Ils provoquent d'importants dégâts économiques dans le monde (SIKORA et FERNANDEZ, 2005). Ce nématode est un parasite obligatoire des racines de plus de 200 espèces de plantes herbacées et ligneuses, y compris les plantes mono-et dicotylédones (HUSSEY, 1985). D'après CAYROL (1991), les pertes occasionnées aux légumes par les nématodes représentent en moyenne chaque année, 11% de la production total.

En Algérie ces phytoparasites se distinguent comme étant de redoutable ennemi et constituent un facteur limitant de production. IGHILI (1986) signale 100% des serres prospectées infestées dans une palmeraie à Ouargla. MOKABLI (1988), montre que dans différentes wilayas du pays, sur 1976 serres, 65% sont attaquées par les *Meloidogyne*. Ce parasite à été signalé dans toute les régions du littoral tel que Staouali, Bordj El-Bahri (SMAHA, 1991) et Fouka (ACHIR, 1992). Le pourcentage de l'infestation varie selon les régions.

La lutte contre ces nématodes a longtemps fait appel à l'utilisation de spécialités d'origine chimique. La fumigation du sol, très largement utilisée pour réduire les infestations. Dans notre pays, la lutte chimique est toujours la plus utilisées, mais elle n'est pas en mesure de résoudre le problème de ses ravageurs,

## INTRODUCTION

---

de multiples difficultés et des inconvénients majeurs à la fois d'ordre techniques, économiques et surtout phytosanitaire sont à signaler, (YEZLI, 1995).

- Pollution des nappes phréatiques.
- Résidus toxiques dans les productions végétales consommées (légumes, fruits).
- Déséquilibre de la microfaune des sols.
- Cout élevé et efficacité limitée dans le temps.

Le développement des préoccupations sociétales vis-à-vis de la protection de l'environnement et l'émergence de la notion de durabilité de l'agriculture ont changé les données dans le monde agricole. L'utilisation des produits chimiques de synthèse pour le contrôle phytosanitaire soulève plusieurs inquiétudes liées à l'environnement, à la santé humaine, aux espèces non cibles, et au développement des populations résistantes (BAJPAI, 2007). De ce fait, l'intérêt pour les méthodes dites alternatives de protection des cultures s'en trouve renouvelé. Ce qui a conduit à rechercher de nouvelles méthodes de lutte, entre autres les amendements organiques du sol et la biofumigation.

La biofumigation est une méthode biologique visant à réduire le nombre de pathogènes, de ravageurs et de semences de mauvaises herbes dans le sol. Elle est basée sur l'utilisation de plantes riches en glucosinolates, principalement des crucifères. Lors de la décomposition de ces plantes, les glucosinolates sont transformés en isothiocyanates, molécules volatiles et toxiques pour certains organismes du sol. L'effet de la biofumigation contre la verticilliose, une maladie du sol, a été testé dans une série d'essais au champ et en pot. Les microsclérotés, forme de survie de la verticilliose dans le sol, ont pu être réduits de 19 à 74%. L'efficacité de la biofumigation dépend beaucoup de l'application correcte de cette méthode (MICHEL V., et al., 2007).

De nombreux travaux ont montré que l'application des éliciteurs (COUDERCHET et al. 2003), et des extraits d'algues (LIZZI et al. 1998) sur une plante, peuvent activer préventivement ses réactions de défense qui conduit à l'augmentation de sa résistance aux bioagresseurs. Mais le recours à l'utilisation au lombricompost comme produit de stimulation des défenses naturelles est peu documenté. Ainsi, l'utilisation judicieuse des stimulateurs pourrait permettre de diminuer la quantité des intrants

## INTRODUCTION

---

phytosanitaires nécessaire pour protéger une culture. Cette stratégie, suscite de plus en plus d'intérêt dans le domaine phytosanitaire mais est encore assez peu exploitée au champ.

Vu l'importance des amendements dans le développement des cultures et la régulation des bioagresseurs nous avons jugé opportun d'entamer ce travail afin d'évaluer les potentialités biocides et stimulantes des résidus des feuilles de chou fleur «*Brassica oleracea* L. var. *botrytis* L. » et du lombricompost sous deux formes de broyats fraîche et sèche dans le but de simplifier leur application par les agriculteurs dans le cas où leur efficacité par cette étude est prouvée.

**CHAPITRE I : Données bibliographiques sur le genre *Meloidogyne* spp.****I.1 Généralité sur les *Meloidogyne***

Les nématodes phytophages et en particulier les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* constituent un réel danger pour les cultures légumières donc une des plus importante contrainte liée à ce type de culture (RITTER, 1973 in ; EDDOUD, 1989). Ce genre est reconnu par les galles qu'ils provoquent sur les racines des plantes d'où leur appellation anglo-saxon Root-knot nématode « nématodes des racines noueuses » (ORTON-WILLIAMS, 1973 et REDDY, 1983).

Les *Meloidogyne* sont des espèces ubiquistes (MESSIAEN, 1981). Elles s'attaquent à plus de 2000 espèces végétales appartenant à des familles botaniques différentes (DE GUIRAN, 1983).

On distingue sur les cultures maraichères quatre espèces de *Meloidogyne* plus fréquentes, qui sont responsables de pertes considérables à savoir : *Meloidogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* et *M. hapla* (BERNARD *et al.*, 1985). Ces espèces sont présentes dans les régions méditerranéennes et tropicales. Cependant, *M. hapla* supporte des climats plus froids que les trois autres espèces (DE GUIRAN, 1983).

**I.2 Position systématique**

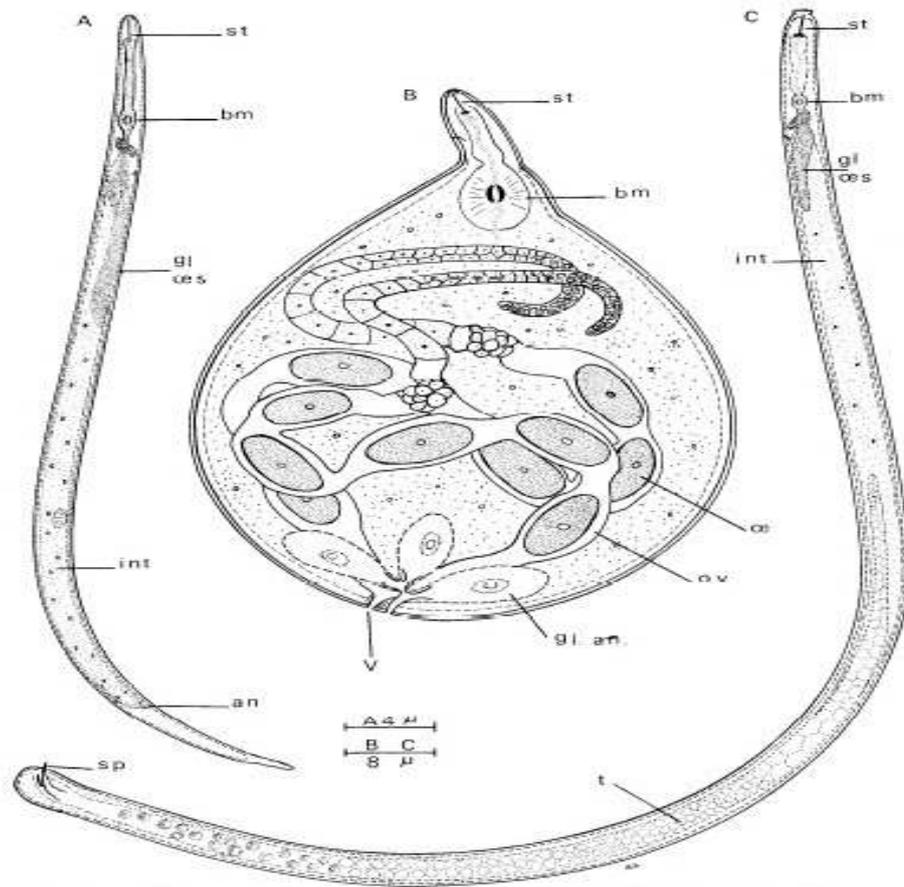
Les nématodes du genre *Meloidogyne* étaient considérés autrefois comme appartenant à une seule espèce *Heterodera marioni* Cornu, (DE GUIRAN et NETSCHER, 1970). En 1949 CHITWOOD a pu discriminer entre le genre *Heterodera* nématode formant des kystes et le genre *Meloidogyne* provoquant des galles par l'utilisation de nouveaux caractères morphologiques. Pour distinguer les espèces de ce genre les spécialistes utilisent plusieurs critères. Parmi eux nous citons les caractères morphologiques des larves, des mâles et des femelles, (DE GUIRAN et NETSCHER, 1970). Selon EISENBACK (1985), le caractère le plus utilisé dans l'identification des *Meloidogyne* est la morphologie de la région périnéale des femelles, localisée dans la partie postérieure du corps de ces dernières. Dans ce document nous vous proposons la systématique révisé par (DIONGUE, 1996).

<b>Règne :</b>	Animal
<b>Embranchement :</b>	Némathelminthe
<b>Classe :</b>	<i>Nematoda</i>
<b>Sous-classe :</b>	<i>Secernentea</i>
<b>Ordre :</b>	<i>Tylenchida</i>
<b>Sous ordre :</b>	<i>Tylenchina</i>
<b>Super famille :</b>	<i>Tylenchoidea</i>
<b>Famille :</b>	<i>Heteroderidae</i>
<b>Sous famille :</b>	<i>Meloidogynae</i>
<b>Genre :</b>	<i>Meloidogyne</i>

### I.3 Caractères morphologiques

Les nématodes sont des vers à symétrie bilatérale, à corps cylindrique et le plus souvent ont l'aspect filiforme (BACHELIER, 1978). Le genre *Meloidogyne* est un nématode endoparasite sédentaire. Il est caractérisé par un dimorphisme sexuel très marqué. Les femelles sont globuleuses ou piriformes immobiles mesurant 0,44 à 1,3 mm. Elles présentent un stylet qui permet de perforer les cellules des vaisseaux conducteurs de sève, (BERTRAND, 2001). Les larves du 2<sup>ème</sup> stade sont vermiformes, à l'extrémité postérieure pointue. (Fig. 1). Elles ont une longueur variant de 0,3 à 0,5 mm et un diamètre d'environ 10 µm. (DIONGUE, 1996).

Les mâles sont filiformes et long de 0,8 à 1 mm. A l'extrémité antérieure s'ouvre la bouche, elle est pourvue d'un stylet, mince avec des boutons. C'est grâce à ce stylet et que le nématode se nourrit. (JACOB *et al.*, 1988).



**Figure 1 : Morphologie des différents stades de *Meloidogyne spp* (de Guiran et Netscher, 1970).**

*Meloidogyne sp.* A : larve de deuxième stade (stade libre); B : femelle adulte; C : male adulte; an : anus ; bm : bulbe médian de l'œsophage; gl. an. : glandes anales; gl. ces. : glande basale de l'œsophage ; int. : Intestin ; œ. : œuf ; ov. : ovaire; sp. : spicules copulateurs ; st. : stylet ; t. : testicules ; v. : vulve.

#### I.4 Cycle biologique

Les *Meloidogyne* sont classé dans le groupe des endoparasites sédentaires. Ils ont plusieurs générations par an et une capacité d'adaptation très importante (BERREHIL-EL KATTEL, 1997).

Ce genre de nématodes présente une reproduction sexuée ou parthénogénétique variant selon les espèces, les conditions du milieu et la plante-hôte (BONNEMAISON, 1961). Le cycle de développement des *Meloidogyne spp.* passe par cinq stades larvaires par quatre mues (fig. 2), (SASSER, 1989 in TABOUCHE, 2000).

Les femelles adultes de *Meloidogyne* pondent des œufs réunis par une substance gélatineuse en une masse à l'intérieur de laquelle on peut trouver des œufs à tous les stades de leur développement, depuis le stade unicellulaire jusqu'aux larves prêtes à éclore. Le développement d'un œuf prend de sept à neuf jours à 28 °C. Pendant cette période, les nématodes subissent une première mue et les larves qui éclosent sont donc des larves de deuxième stade (GUIRAN *et al.*, 1970).

Les *Meloidogyne* survivent dans le sol forme de larve du 2<sup>ème</sup> stade, logées dans leurs œufs. Elles éclosent à proximité des racines stimulées par les exsudats de celles-ci (MESSIAEN *et al.*, 1991). Après l'éclosion, elles pénètrent dans la zone d'élongation des racines. Elles s'orientent en direction de l'apex (ROUSSELLE *et al.*, 1996), puis se fixent au voisinage du cylindre centrale, en passant entre les cellules corticales et sous-épidermiques (MESSIAEN *et al.*, 1991). Leurs piqueurs provoquent une multiplication des tissus qui aboutit à la formation des galles en stimulant la division des cellules végétales et la prolifération des tissus environnants (GALET, 1982). Les cellules géantes multi-nucléés à cytoplasme très dense forment leurs site nourricier (ROUSSELLE *et al.*, 1996). Elles sont le siège d'une très grande activité métabolique, elles contiennent des quantités importantes de protéines, d'acides aminés et de glucose. En plus, les cellules géantes sont plus actives dans la production des protéines qui sont nécessaire au développement des larves (FETTAH et WEBESTER, 1983 in MALIK, 2000). Ces galles réduisent la production des radicules et perturbent la capacité d'absorption d'eau et des sels minéraux de la plante. Elles jouent un rôle dans la protection des nématodes. Elles sont disposées sous forme de chapelets de petites tailles ou volumineuses (AMMAR, 1986).

Les larves subissent trois mues, perdent leurs apparence vermiforme et deviennent globuleuses (ORTON-WILLIAMS, 1974). La 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> mues se suivent dans la cuticule du deuxième stade larvaire (ORTON-WILLIAMS, 1972 et 1973). Le stylet buccal est absent chez les larves du troisième et quatrième stade (MACHON et HUNT, 1989). Il se forme après la 4<sup>ème</sup> mues chez l'adulte (ORTON-WILLIAMS, 1973). D'après PAPADOPOULOU et TRIANTAPHYLLOU (1982), seul le deuxième stade larvaire s'alimente. La dernière mue est une véritable métamorphose pour le mâle qui devient long et filiforme (DE GUIRAN et RITTER, 1979).

La durée du cycle biologique dépend de nombreux facteurs en particulier la sensibilité de l'hôte et la température. A titre d'exemple en milieu tropical sur des plantes sensibles selon GUIRAN (1971), affirme que la durée du cycle est d'environ trois semaines. La température affecte considérablement l'activité de toutes les espèces de *Meloidogyne*. Elle agit sur l'éclosion, la reproduction et la durée du cycle de développement (REDDY, 1983).

Selon EKANAYAKE et DIVITO (1985 in ; DIVITO *et al.*, 1988), les œufs des *Meloidogyne* éclosent facilement à une température comprise entre 15 et 20°C. MARADJI (1994) a enregistré une fertilité importante des œufs de *Meloidogyne incognita* aux températures comprises entre 20 et 35°C. Toutefois, l'optimum est observé à 30°C. En ce qui concerne la durée du cycle de vie à 28°C, elle est de 21 jours sur tomate pour cette espèce. BONNEMAISON (1961), signale que, les *Meloidogyne* restent immobiles lorsque la température du sol est inférieure à 10°C.

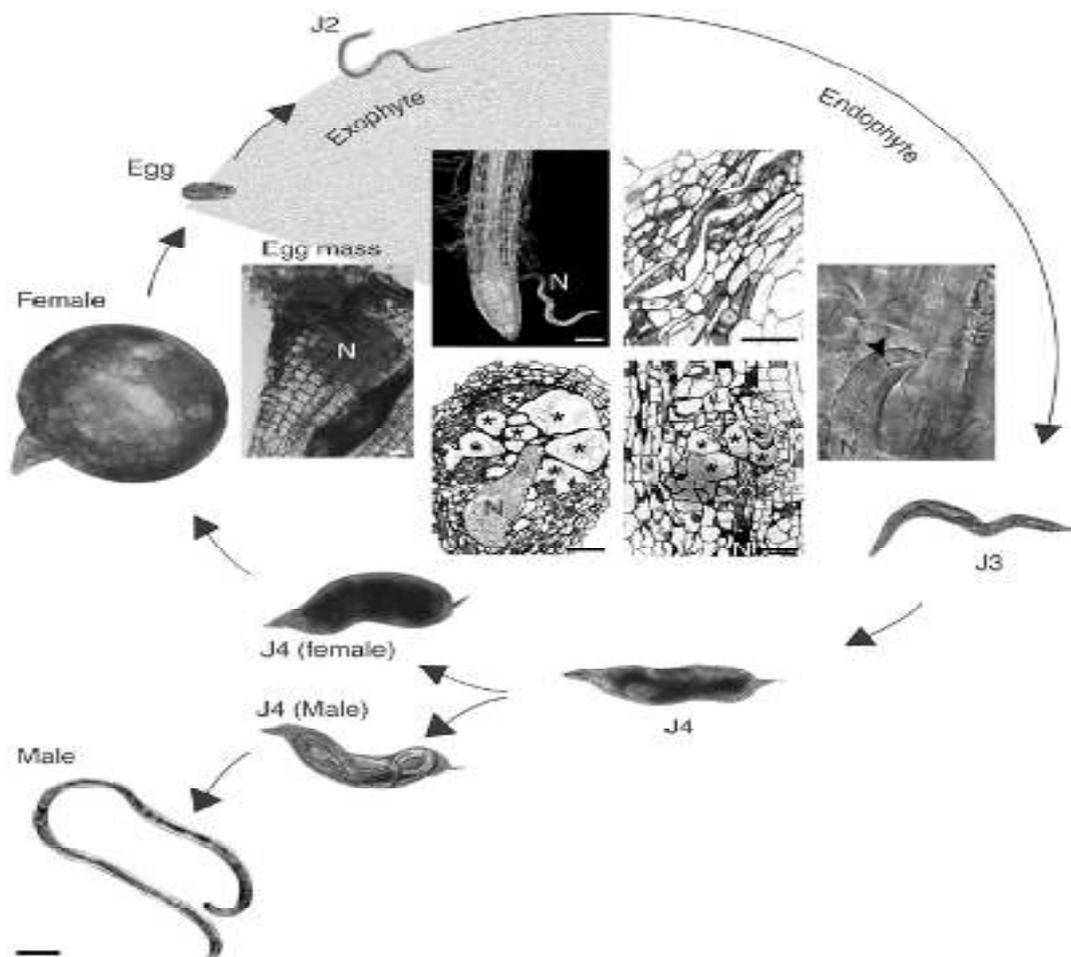


Figure 2 : Cycle biologique de *Meloidogyne* spp. (Anonyme, 2000)

## **I.5 Les facteurs de développements des *Meloidogyne***

Le développement des *Meloidogyne* dans le sol peut être influence par plusieurs facteurs : parmi ces facteurs on peut citer :

### **I.5.1 Effet de la température**

La température est un facteur très important pour la longévité des œufs, des larves, l'infestation des racines et aussi leur développement. Selon HEDDARE (1992), l'optimum de développement et de reproduction est à des températures comprises entre 25 et 30°C. Les espèces de *Meloidogyne* sont inactives à des températures allant de 5 à 15 °C et de 30 à 40 °C. Si les températures dépassent ces extrêmes, Elles deviennent létales (REDDY. 1983). RITTER (1973) rapporte que l'optimum d'éclosion chez *Meloidogyne javanica* est de 30°C. Il est de 25 °C pour la mobilité et de 15 à 25 °C pour l'invasion.

### **I.5.2 Effet du pH**

L'infestation des *Meloidogyne* est moins sévère en sol acide qu'en sol neutre ou alcalin (REDDY. 1983). Selon WALLACE (1966), le pH optimal est compris entre 4.0 et 8,0. En effet, le pH à 4,1 agit faiblement sur la fécondité des œufs et agit sévèrement lorsqu'il est entre 6,0 et 7,0 (VOLCY, 1993).

### **I.5.3 Effet de l'humidité**

Les *Meloidogyne* sont très actif dans les sols ayant le taux d'humidité compris entre 40 et 60 %. Selon BONNEMAISON (1961), les larves de *Meloidogyne* peuvent survivre plusieurs mois dans les sols humides, par contre dans les sols secs. Elles vivent quelques semaines.

### **I.5.4 Effet de l'aération du sol**

Selon MARNICHE (1996) les larves de *Meloidogyne* conservent leur pouvoir infectieux pendant 4 jours en absence d'oxygène (en vie ralentie). Un taux faible en CO<sub>2</sub>

accélère le développement des nématodes à galles. Dans le cas contraire. Un arrêt de développement est observé. Ce qui explique que la matière organique réduit les attaques des nématodes a galles.

#### **I.5.5 Effet de la nature du sol**

Elle influe les déplacements et les mouvements des *Meloidogyne*. Ainsi ce parasite se trouve en abondance dans les sols sableux et légers que dans les sols lourds et argileux (SCOTTO LA MASSESE, 1986).

SMAHA (1991), signale que le taux d'infestation des sols sablo-limoneux et plus important (de l'ordre de 100 %) par rapport à celui des limono-argileux (de l'ordre de 63.40 %) dans l'algérois. Selon YEZLI (1995) la texture argileuse inhibe le développement de *Meloidogyne incognita*.

#### **I.5.6 Effet de la plante - hôte**

La pénétration et le développement des *Meloidogyne* sont plus rapides dans un jeune plant que dans un plant âgé (Ritter *et al.*, 1958). L'état physiologique de la plante peut avoir une influence sur la durée du cycle développement des *Meloidogyne*.

Les exsudats racinaires jouent un rôle très important dans la stimulation des attaques des *Meloidogyne*. LOUNICI (1991), constate une éclosion optimale des œufs qui se produit toujours dans l'eau avec exsudat racinaire de la tomate sensible par rapport aux exsudats racinaires de tomate résistante. Cependant, *Meloidogyne incognita* présente un taux d'éclosion plus important par rapport à *Meloidogyne javanica*. Il est respectivement de 90.57% et 87.83 % dans les exsudats racinaires.

#### **I.6 Action des *Meloidogyne* sur la plante hôte**

Les *Meloidogyne* se développent sur de nombreuses cultures (BAYER, 1982). Toutes les espèces du genre sont considérées comme étant polyphage (NETSCHER et SIKORA 1990)

Elles provoquent l'apparition de galles (fig.3) plus ou moins volumineuses sur le système racinaire (CHAMPIGNON, 1981). Le diamètre des galles est proportionnel au taux d'humidité dans le sol (RAYNAL *et al.*, 1989) Il varie également avec l'espèce de

nématode en cause et de la sensibilité ou la résistance de l'hôte (APPERT et DEUSE, 1982).



**Figure 3 : Racines de concombre envahi par les galles (Blancard, 2013).**

Les symptômes observés modifient les échanges entre la racine et la partie aérienne. Les plantes présentent dans leurs racines une accumulation des trois éléments N.P.K alors qu'il y a défaut de sodium « Na », (RITTER.1971). Ces derniers se répercutent sur la partie aérienne par un dépérissement (chlorose, flétrissement), une croissance réduite, un jaunissement des feuilles et des fruits de petit calibre et de mauvaise qualité, (ANONYME, 2001).

Aux dégâts provoqués par les *Meloidogyne*, s'ajoutent souvent ceux occasionnés par les maladies qui aggravent le problème, (CAUBEL, 1991). Les *Meloidogyne* comme d'autres nématodes sont responsables de la transmission de certaines mycoses, bactérioses et viroses soit parce qu'ils manifestent une synergie avec certains agents phytopathogènes soit parce qu'ils sont les vecteurs (BONNET et POUHAIR, 1988).

Selon TRACOL *et al*, (1987), les nématodes sont capables de transporter et d'inoculer aux plantes de graves maladies ou tout au moins d'en favoriser leur installation, comme la fusariose de l'œillet (*Fusarium oxysporum sp.dianthi*) qui prend une intensité toute particulière en cas d'attaque conjointe de *Meloidogyne*. Ils véhiculent des

bactéries en abondances. DALMASSO *et al.* (1986) ont mentionné que certaines variétés de framboisier ne seraient atteintes par *Agrobacterium tumefaciens* que si les *Meloidogyne* infestent les tissus de l'hôte. L'association *Meloidogyne incognita* et le virus de la Mosaïque de la tomate (*Tomato mosaïque tabaco virus*) provoque des dommages importants sur les plants de tomates élevés en pots (ALAM *et al.*, 1980).

### 1.7 Importance des infestations par *Meloidogyne* en Algérie

En Algérie, les *Meloidogyne* sont considérés comme des ennemis redoutables pour les cultures maraîchères car ils constituent un facteur limitant de la production. Plusieurs travaux ont montré que les pertes occasionnées par ces ravageurs sont très élevées. Les dégâts engendrés par ces derniers ont été signalés sur deux familles botaniques, les solanacées et les cucurbitacées dont 65% des serres peuvent être infestées (MOKABLI, 1988). Les dégâts enregistrés sur tomate atteignent 50% (HACHEMI, 1991). Selon ROUAG (1988), dans la région de Zeralda sur les 619 serres de cultures maraîchères prospectées 57 % sont attaquées. Alors que dans les communes de Bou-Ismaïl et Fouka KOUACHE (1991) a enregistré des infestations plus élevées sur ces mêmes spéculations. Les taux respectifs sont de 91,18 et 100% d'infestations.

Les trois espèces de *Meloidogyne* (*M. incognita*, *M. arenaria* et *M. javanica*) sont caractérisées par une gamme d'hôte et une distribution différentes. L'étude de la répartition géographique réalisée par EL-KEBIRI (1993) a permis d'identifier les trois espèces suscités. La fréquence de ces dernières est différente. *M. incognita* est présente avec un taux très élevé entre 44 % et 92%. *M. arenaria* est faiblement représentée, elle ne dépasse pas les 10 % suivie de *M. javanica*. Ce groupe de nématodes a été signalé sur le concombre, pastèque, melon, aubergine, piment, haricot et sur palmier dattier à Ouargla (IGHILI, 1986). MAZOUNI (1977) a identifié *M. incognita* sur tomate et concombre sous abris-serres dans la région de Boufarik ; ainsi que sur tomate, poivron et concombre à Bordj El-Kiffan et Meftah. Alors que *M. javanica* a été décelé à Boufarik et à Cap-Djanet sur olivier. Selon SCOTTO LA MASSESE (1961), *M. arenaria* est présente sur divers plantes potagères et vigne.

### **I.8 Moyens de lutte contre les *Meloidogyne spp.***

La lutte contre les *Meloidogyne* a pour but de maintenir la population en dessous du seuil de nuisance. Pendant des milliers d'années ce parasite est resté inconnu, Aujourd'hui encore, de nombreux paysans continuent de cultiver leurs champs sans prendre conscience des dégâts que cause ce nématode aux cultures. Le contrôle des nématodes est devenu une partie intégrante de l'agriculture intensive. Il implique aussi bien la prévention que la lutte, pour cela plusieurs méthodes sont préconisées, nous pouvons citer

#### **I.8.1 Lutte culturale**

L'emploi de certains amendements organiques d'origine végétale ou (ROSSNER et ZEBITZ, 1986 ; KUMARI *et al.*, 1987 ; THAKAR *et al.*, 1987).

La rotation c'est la succession culturale avec des cultures non hôtes ou résistantes permettent de priver les nématodes de nourriture. Ainsi, une alternance coton/arachide permet de contrôler *Meloidogyne arenaria* (RODRIGUEZ, KABANA *et al.*, 1987) et les alternances d'aubergine avec arachide, *Crotalaria spp*, et *Panicum maximum* permet de contrôler *Meloidogyne incognita* (NETSCHER, 1983). Toutefois l'efficacité de cette méthode est limitée par le choix restreint des plantes résistantes pouvant entrer en rotation avec celles qui sont sensibles (LUC, 1962 ; CADET et MATEILLE, 1985).

#### **I.8.2 Lutte physique et chimique**

Les méthodes physiques peuvent être utilisées comme moyens thérapeutiques ou prophylactiques. Le contrôle par la chaleur est le principe de base. C'est ainsi qu'une solarisation du sol permet d'obtenir de très bons résultats dans le contrôle de *Meloidogyne spp*. Stevens *et al.* (1988) ont obtenu une réduction de près de 92% de la population de *Meloidogyne incognita* sur une culture de patate douce.

En ce qui concerne le moyen chimique, Les nématicides utilisés sont classés en nématicides non fumigants où les plus utilisables sont l'aldicarbe, le carbofuran et l'oxamyl (LAMBETI, 1979) et les fumigants le plus connu est le dibromo-chloro-propane (DBCP) et les granulés sont l'aldicarbe et l'isazophos (CADET *et al.*, 1987).

L'utilisation des nématicides fumigants peut induire la réduction, voire l'éradication des populations de nématodes phytoparasites du sol. En outre, certains nématicides comme le furadan présente une action phytotoxique en début de cycle végétatif (SINCLAIRE, 1968 ; GRIFFIN et GESSEL, 1973). Ces produits semblent également favoriser le développement végétatif (action phytostimulante) de l'arachide (GERMANI, 1979), du niébé (SARR *et al.*, 1989), du maïs (TOUHTON et RODRIGUEZ-KABANA, 1985) et de la pomme de terre (HOFFMAN, 1975).

Actuellement, pour des raisons économiques et surtout écologiques, l'emploi des nématicides est de plus en plus contesté. En fait, les produits chimiques ne sont pas accessibles aux paysans à cause de leur coût élevé (MIAN et RODRIGUEZ-KABANA, 1982). D'un point de vue écologique, les nématicides ne sont pas recommandés, car ils détruisent toute la faune tellurique créant ainsi un vide écologique. La prise en compte de la notion de durabilité des systèmes de productions (SWIFT et WOOMER, 1993) a également contribué à l'abandon de ces méthodes. En conséquence, la recherche et l'utilisation de méthodes alternatives aux nématicides comme les méthodes biologiques.

### **I.8.3 Les moyens biologiques**

Ces méthodes font appel aux micro-organismes antagonistes ou prédateurs des nématodes. En effet, les nématodes sont attaqués par certains champignons (*Arthrobotrys* sp, *Catenaria anguillulae*, *Cystopage* spp., *Drechmeria coniospora*) et bactéries (*Pasteuria* spp, *Bacillus* ).

#### **I.8.3.1 Les micro-organismes**

##### **I.8.3.1.1 L'utilisation des bactéries**

Plusieurs études ont été effectuées pour étudier la pathogénicité de *Pasteuria penetrans* vis-à-vis des nématodes en général et du genre *Meloïdogyne* en particulier. Ce parasitisme entraîne une diminution de la population de *Meloïdogyne* (RAJ et MANI, 1988). Mais la concentration optimale de spores pour obtenir la meilleure efficacité est variable selon les espèces de *Meloïdogyne* (SELL et HANSEN, 1987). Corrélativement à cette diminution de la population de nématodes, les poids frais et

secs des plantes sont améliorés (RAJ et MANI, 1988). BIRD (1986) a montré que *Pasteuria penetrans* n'envahissait pas la région antérieure de l'œsophage des juvéniles ce qui ne gênerait pas la nutrition du nématode et la formation des cellules géantes dans la racine.

Selon BROWN et SMART (1985) *Pasteuria penetrans* affiche une spécificité marquée entre les diverses espèces de *Meloïdogyne* qui pourrait être mise en rapport avec la variabilité des structures cuticulaires des nématodes.

*P. penetrans* présente aussi plusieurs avantages : d'abord son efficacité parasitaire remarquable, qui permet de réduire les populations de Nématodes de plus de 80%, ensuite ses endospores sont d'une résistance exceptionnelle qui permet leur stockage pendant très longtemps sans aucun problème particulier. Aussi les travaux sur *Pasteuria penetrans* se multiplient-ils dans le monde entier et on peut penser que, d'ici peu, cette Bactérie deviendra un agent de lutte biologique fiable et parfaitement maîtrisé (Cayrol *et al.*, 1992)

#### 1.8.3.1.2 L'utilisation des champignons

CAYROL (1991), affirme qu'il existe environ plus de cent espèces de champignons endoparasites et piégeurs (prédateurs) qui détruisent les nématodes. Les plus actives sont représentées par *Arthrobotrys irregularis* (commercialisé sous le nom de S350 puis T350).

Les champignons ovocide contribuent également dans la régulation des *Meloïdogyne* cas de *Paecilomyces lilacinus* qui est considéré comme un auxiliaire naturel pour contrôler les populations de *Meloïdogyne*. il est commercialisé sur le nom B10act (BERTRAND *et al.*, 2001). D'après CARNEIRO et CAYROL (1991) le B10act réduit la population de *Meloïdogyne incognita* aux doses 10 et 100 grammes du produit commercial par mètre carré au cours de la deuxième et la troisième génération. SAUNKARANARAYANAN *et al.* (2000), ont montré que le *Verticillium chlamydosporium* permet de réduire les galles, les masses d'œufs et la population de *Meloïdogyne*. Le degré de suppression des nématodes varie selon la dose d'application. Le *Verticillium chlamydosporium* appliqué à 10g et 15g donne respectivement le pourcentage de parasitisme des œufs de 70% et 89,3% et les masses d'œufs de 63 et 69% respectivement.

JACOB (1997), étudie le comportement et la rapidité de piégeage de plusieurs espèces de champignons: *Arthrobotrys superba*, *Arthrobotrys dactyloides*, *Dactylaria candida*, *Hohenbuehelia peralodes* et *Paecilomyces lilacinus* envers les espèces de *Meloïdogyne spp* sur culture de tomate. Les résultats révèlent qu'*Arthrobotrys superba* est le plus rapide à piéger les larves des *Meloïdogyne spp*. Cependant, *Paecilomyces lilacinus* infeste seulement les œufs de *Meloïdogyne spp*. Par ailleurs, les essais réalisés par AMIN (2000) révèlent que les champignons testés *Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis* et *Paecilomyces lilacinus* réduisent significativement le nombre de galles, des femelles et des masses d'œufs pondus par *Meloïdogyne incognita* sur tomate. Toutefois, *Arthrobotrys oligospora* s'avère le plus efficace contre cette espèce. Les pourcentages de la réduction des galles et le nombre de femelles sont de 66,6 et 72% respectivement après 10 semaines d'application comparée aux autres traitements.

Ces parasitoïdes ont été utilisés comme des agents de contrôle biologique avec peu de succès (MANKAU, 1980). Jusqu'ici, aucune méthode de lutte biologique n'a pu être mise au point. Cela tient aux difficultés rencontrées pour élever ces organismes. Or, sans cet élevage en masse, il est impossible d'avoir une concentration qui permettrait une lutte efficace (de GUIRAN et NETSCHER, 1970).

### **1.8.3.2 Les plantes nématocides**

Pendant ces dernières années, les plantes nématocides ont contribué à une bonne protection des plantes sensibles aux nématodes phytoparasites. Les données acquises sur le terrain, démontrent l'efficacité de certains végétaux introduits traditionnellement dans les assolements, en culture intercalaire ou sous forme broyats pour lutter contre les nématodes parasites des plantes. Plus de deux cents espèces de plantes appartenant à 80 familles différentes, sont étudiés pour leurs propriétés nématocides (PANCHAUD, 1990).

De nombreuses espèces peuvent être utilisées tel que (*Tagetes spp*, *Crotalaria spectabilis*, *Chrysanthemums spp*, *Allium sativum*, *Cinnamomum verum* « Cannelle » et *Azadiracta indica* « Neem (DUKE.1999 ; LEE *et al.*,2001 ; SATTI *et al.* ,2003 ; PARK *et al.*,2005 ; SATTI et NASER ,2006 ; KONG *et al.*,2007).

Beaucoup de ces plantes sont introduites en précédent cultural comme la Crotalaire, le Radis fourrager .Pour certaines plantes notamment (les Fabaceae surtout) sont enfouies comme engrais vert. Par contre d'autres sont utilisées sans enfouissement tels que le *Panicum sp*, *Eragrostis sp* et *Tagetes sp*. Ces plantes testées sur les *Meloidogyne* ont révélé une réduction du nombre de galles sur les racines de tomates (BERTRAND *et al.*, 2001). La Crotalaire constitue un engrais vert nématicide intéressant (comme c'est une légumineuse, son enfouissement constitue une fumure azotée non négligeable). Il faut impérativement l'enfourir pour avoir une action nématicide (BERTRAND *et al.*, 2001).

Ces mêmes auteurs affirment que la décomposition des engrais verts libère dans le sol différents acides gras volatils dont l'effet nématicide pourrait s'ajouter à celui des molécules contenues dans les tissus des plantes enfouies. Alexander et WALDENMAIER (2002) ont constaté que les populations de *Pratylenchus penetrans* sont réduites de 98 p. cent quand *Tagetes erecta* est utilisée en rotation avec la culture de tomate (*L. esculentum*).

D'après DJIAN (1992), les substances actives peuvent être exsudées des racines et agir soit en inhibant la pénétration des larves dans les racines, soit en inhibant l'éclosion des œufs ou en empoisonnant les nématodes.

L'étude réalisée par El BADRI *et al.* (2008) sur 27 extraits de plantes nématicides représentés par 21 espèces telle que *Dinbera retroflexa*, *Cucumis melo var.agrestis* (fruits), *Ecalyptus microtheca*, *Acacia nilotica* et *Chenopodium album* ont montrés un effet toxique sur les juvéniles de *M. incognita*. De même les extraits d'*Origanum syriacum* testés sur les larves de *M. javanica* ont causés une forte mortalité (OKA *et al.*, 2000).

Plusieurs travaux ont signalé l'efficacité des huiles essentielles vis-à-vis des nématodes. Ainsi, l'huile essentielle de *Pelargonium graveolens* L. (*Geraniaceae*) testée sur les larves de *M. incognita* a provoqué avec un taux de mortalité de 100% à une concentration de 826 µl/l (LEELA *et al.*, 1992).

Les essais des huiles de *Haplophyllum tuberculatum* et *Plectranthus cylindraceus* en mélange dans le contrôle de *M. javanica* ont été entrepris in vitro et in vivo (sous abris serres). In vitro le mélange a entraîné une inhibition des œufs de cette espèce après 24 h d'exposition. Les traitements du sol sous abris serres avec le mélange ont révélé une diminution du nombre de galles sur les racines de tomate (ANTHONY *et al.*, 2008). Selon les mêmes auteurs l'activité nématocide des huiles de ces plantes est du probablement à la présence de des composés C10 dienes, C10 trienes, et C10 phenol.

Divers investigations rapportent que l'effet nématocide des plantes est du aux huiles volatiles qu'elles contiennent (SANGWAN *et al.*, 1985; MALIK *et al.*, 1987; SAXENA *et al.*, 1987). Divers huiles essentielles (geraniol, thymol, camphore, carvacrol, eugenol, menthone, terpenine, cineole, et pinene) ont été testées sous leur forme pure contre les *Meloidogyne*, les résultats révèlent que tous ces huiles sont toxiques vis-à-vis *M. javanica* et *M. incognita* à l'exception du cineole (AL-BANNA *et al.*, 2003).

L'utilisation des grignons d'olive comme biopesticide exprime un décroissement des maladies causées par les nématodes mais les recherches restent toujours en voie d'exploitation (CAYUELA *et al.*, 2008). D'autres plantes pouvant diminuer les populations de nématodes à galles, on peut identifier les plantes suivantes : l'ail, l'armoise absinthe, l'armoise argentée (*Artemisia* spp), la moutarde noire (*Brassica nigra*), la stramoine (*Datura stramonium*), le pourpier gras (*Portulaca oleracea*), la matricaire camomille (*Matricaria chamomilla*) et le radis (GRAINGE et Ahmed, 1988).

En Algérie SELLAMI et CHEIFA (1997) ont montré que la culture de *Tagetes erecta* placée deux mois avant la mise en place de la culture de tomate, diminue l'infestation du sol par les *Meloidogyne* et augmente la production.

Des travaux ont été entrepris sur les substances naturelles d'origine végétale. Des extraits aqueux des plantes appartenant à la famille botanique (*Asteraceae*) ont été testés vis à vis de *Meloidogyne*. A cet effet citons l'efficacité des extraits aqueux de *Tagetes erecta* sur la mortalité des juvéniles et l'inhibition de l'éclosion de *M. incognita* (SELLAMI et MOUFARAH, 1994 ; SELLAMI et ZEMMOURI, 2001) de même que les extraits des protéines solubles (cytoplasmiques et pariétales) de *Tagetes minuta* (NEBIH HADJ-SADOUK et al, 2006).

## **CHAPITRE II : Les amendements organiques**

### **II.1 Généralités sur les amendements organiques**

Le terme amendement organique recouvre une très large gamme d'intrants, ayant des propriétés très variables. Les amendements organiques sont le plus souvent des produits principalement composés de résidus de végétaux, fermentés ou fermentescibles. Mais il existe aussi des amendements organiques avec une moindre proportion de végétaux, notamment ceux à base de déjections animales (JANVIER, 2007).

Divers amendements organiques ont été utilisés comme méthode alternative aux moyens chimiques. Tels que de débris de plantes, de cultures, de foin (MIAN et RODRIGUEZ KABANA, 1982), de compost de déchets de crevettes (DIA, 1995), les plantes nématicides, les déchets protéiques et les résidus végétaux (OKA, 2010).

HUBER et SCHAUB (2011), signalent que les fonctions des amendements varient selon type de la matière organique (tableau 1)

**Tableau 1** : Relation type de matière organique et fonctions

Type de MO	Fonctions
Matière organique fraîche : végétaux et animaux vivants	renouveau de la matière organique
Matière organique fraîche : débris végétaux et animaux	Balises énergétiques et équilibre fertilité chimique
Matière organique modifiée : matières dérivées (ex : fumier, lignine, protéines)	Balises énergétiques, fertilité physique (structure du sol)
Matière humique : lignine, cellulose, matières humiques microbienne	Fertilité physique (stabilité à long terme)

Les matières organiques jouent un rôle important (Tableau 2) dans le fonctionnement global du sol au travers de ses composantes physiques, biologiques et chimiques, qui ont des conséquences majeures pour la fertilité des sols (HUBER et SCHAUB, 2011).

**Tableau 2 : Rôles des matières organiques**

	Action	Bénéfice
Rôle physique = cohésion	Structure, porosité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pénétration de l'eau</li> <li>- stockage de l'eau</li> <li>- limitation de l'hydromorphie</li> <li>- limitation du ruissellement</li> <li>- limitation de l'érosion</li> <li>- limitation du tassement /compactage</li> <li>- réchauffement</li> </ul>
	Rétention en eau	- meilleure alimentation hydrique
Rôle biologique = énergisant	Stimulation de l'activité biologique (vers de terre, biomasse microbienne)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dégradation, minéralisation, réorganisation, humification</li> <li>- aération</li> <li>- croissance des racines</li> </ul>
Rôle chimique = nutritif	Dégradation, minéralisation	- fournitures d'éléments minéraux (N, P, K, oligo-éléments...)
	CEC	- stockage et disponibilité des éléments minéraux
	Complexation ETM	- limitation des toxicités (Cu par exemple)
	Rétention des micropolluants organiques et des pesticides	- qualité de l'eau

## II.2. Importance des amendements organiques

### II.2.1. Effet sur la plante (la culture)

De nombreuses études ont été menées, concluant le plus souvent de l'effet bénéfique des amendements organiques sur la santé des plantes. Plusieurs mécanismes expliquent ces effets bénéfiques (DE CLERQ *et al.*, 2004). Les composts peuvent permettre l'activation des mécanismes de défense de la plante (VALLAD *et al.*, 2003).

Elle consiste à donner aux plantes les moyens de se défendre elles-mêmes, ou renforcer leurs propres moyens de défense, plutôt que de combattre directement l'agresseur. Dans cette catégorie se trouvent les stimulateurs des défenses naturelles des plantes (SDN) (AMBORABE *et al.*, 2004).

Selon (VILLENAVE *et al.*, 2007), l'apport de compost pendant 6 années successives a eu un effet positif sur les caractéristiques physico-chimiques des sols. Les teneurs en matière organique, en bases échangeables et en phosphore assimilable sont plus

élevées dans les parcelles à apport de compost. La préparation du sol (et éventuellement reprise du travail) et l'apport de compost permettent d'améliorer le statut organique du sol par rapport aux autres modes de conduite favorisant, en conséquence, un meilleur développement de la plante cultivée. A titre d'exemple, la production végétale de maïs est plus élevée pour les traitements ayant reçu du compost que pour les traitements avec travail du sol mais sans apport de compost (VILLENAVE et al., 2007).

### **II.2.2. Effet sur les nématodes**

Le travail du sol, ainsi que l'apport des amendements organiques peuvent avoir une action significative sur la dynamique des populations de nématodes. Ces traitements induisent des modifications de la structure spécifique des peuplements de nématodes phytoparasites en augmentant l'abondance d'une espèce peu pathogène qui pourrait limiter les dégâts dus aux nématodes (VILLENAVE *et al.*, 1998).

L'accroissement de l'activité biologique est plus forte avec un amendement frais que composté. Pour lutter contre les nématodes, l'apport de fumier brut est plus efficace que l'apport de ce même fumier composté. Pendant la décomposition du fumier, dans le sol, il y a production de composés azotés nématocides (NAHAR *et al.*, 2006). L'effet suppressif du compost augmente généralement avec la quantité appliquée (NOBLE et COVENTRY, 2005).

Les cultures de couverture sont des amendements organiques très utilisés pour la fertilité du sol et le contrôle des maladies. Mc SORLEY et FREDERICK (1999) signalent que l'incorporation des résidus végétaux augmente généralement le nombre de nématodes libres. Le type de résidus végétaux incorporés au sol agit spécifiquement sur le développement des organismes antagonistes, comme les nématodes prédateurs ou les champignons parasites. A titre d'exemple WANG *et al.* (2001) rapportent que l'incorporation de crotalaire (*Crotalaria juncea*) au sol a augmenté développement des champignons prédateurs de nématodes et des champignons parasites des œufs de *Rotylenchulus reniformis*. Elle favorise également la pullulation des nématodes bactérivores plus que les amendements aux *Brassica napus* ou *Tagetes erecta*.

Une augmentation du nombre de nématodes prédateurs est souvent observée après amendement des sols avec des résidus végétaux, probablement en raison de la prolifération des nématodes libres comme des proies. En effet, l'application de poudre de feuilles de neem ou de la sciure a augmenté le nombre de prédateurs et de nématodes libres dans le sol, tandis les nématodes phytoparasites ont diminué (AKHTAR, 1998).

Certains engrais verts ont la faculté de piéger des pathogènes. Ainsi la moutarde blanche excrète des substances attirant les nématodes. Ceux-ci se fixent sur leurs racines, sont privées de nourriture et meurent (selon CAUBEL, 1984, cite par Le VOYER, 1995).

Les amendements organiques peuvent modifier les propriétés physiques du sol, qui à leur tour peuvent affecter négativement les comportements des nématodes tels que l'éclosion, les mouvements et la survie. Ces changements des sols comprennent de pH, la salinité et la conductivité électrique « CE », le dioxyde de carbone et les concentrations d'oxygène (OKA, 2010).

### **II.2.3. Effet sur les microorganismes pathogènes (Champignons, bactéries).**

La matière organique apportée sert de base trophique à la communauté microbienne du sol. Elle entraîne le plus souvent une augmentation de l'activité et de la densité microbienne. Ainsi, l'environnement du sol devient un milieu dans lequel la compétition entre les microorganismes est forte (PAULITZ, 1989), concourant au phénomène de résistance générale des sols (ARYANTHA *et al.*, 2000 ; Scheuerell *et al.*, 2005 ; TERMORSHUIZEN *et al.*, 2006).

Outre activation de la résistance générale régit par l'amendement, des mécanismes de résistance spécifique peuvent aussi se mettre en place suite à ces apports. Notamment, lorsqu'il s'agit d'un compost additionné de microorganismes antagonistes. Ceux-ci peuvent agir par antibiose (FRAVEL, 1988) ou parasitisme (HOITINK et BOEHM, 1999). Comme pour la résistance naturelle des sols, l'effet suppressif des composts peut bien sûr provenir d'une combinaison de modes d'action (PITT *et al.*, 1998).

La décomposition des engrais verts dans le sol libère plusieurs molécules contenues dans les plantes ou se transformes en de nouvelles molécules... Certaines comme les auxines et ses dérivés ou les vitamines stimulant la croissance et le développement des plantes (AUBERT, 1980). D'autres substances comme les aldéhydes et les isothiocyanates volatils issus de la dégradation de certaines Brassicacees (radis fourrager, chou ...) ont des propriétés antifongiques. Ainsi, deux jours après broyage et incorporation de plants de brocolis, le nombre de laitues atteintes par *Sclerotinia minor* baisse sensiblement (SUBBARAO, 1999, cite par VILLENEUVE et LEPAUMIER, 1999).

La biofumigation d'une plante est marquée selon la composition des glucosinolates qu'elle contient dans ses cellules (KIRKEGAARD et MATTHIESSEN, 2004). Les espèces végétales qui se prêtent spécialement pour la biofumigation appartiennent à la famille des crucifères (diverses moutardes, raquette, radis) (CLARKE., 2010). Notamment d'autres familles de plantes peuvent être utilisées tels que les Alliées (AUGER et THIBOUT, 2005) et certaines Poacées (JANVIER, 2007). Ces espèces contiennent une grande quantité de glucosinolates (MATILE, 1980; ROLLIN et PALMIERI, 2004).

L'efficacité de la biofumigation est déterminée à la fois par la sensibilité de l'organisme visé et la toxicité potentielle du gaz libérée. Certains organismes sont considérés sensibles (*Pythium spp.* et *Phytophthora spp.*), moyennement sensibles (*Rhizoctonia sol/am*) ou peu sensible (*Verticillium spp*) (MATTHIESSEN et KIRKEGAARD, 2006).

La production de composés toxiques dans le sol peut aussi être à l'origine de la réduction des populations d'agents pathogènes (COVENTRY et al., 2006). Lors de la dégradation des amendements riches en azote, en fonction des caractéristiques physico-chimiques du sol, il y a production d'ammoniaque, toxique pour de nombreux organismes et pour certaines formes de conservation des agents pathogènes (BAILEY et LAZAROVITS, 2003). Ainsi, TENUTA et LAZAROVITS (2004) ont montré que les microsclérotés peuvent être détruits par l'ammoniaque et l'acide nitreux. Cependant, cette activité est très fortement dépendante du pH du sol.

## CHAPITRE I : Matériel et méthodes

### Introduction

Le développement des préoccupations sociétales vis-à-vis de la protection de l'environnement et l'émergence de la notion de durabilité de l'agriculture ont changé les données dans le monde agricole. L'utilisation des produits chimiques de synthèse pour le contrôle phytosanitaire soulève plusieurs inquiétudes reliées à l'environnement, à la sante humaine, aux espèces non cibles, et au développement des populations résistantes (BAJPAI, 2007).

La restriction progressive dans de nombreux pays de l'utilisation des fumigants chimiques répond à des préoccupations agroenvironnementales. Cette réduction des intrants chimiques a également une cause réglementaire (directive 91/414), laissant l'agriculteur sans possibilité d'intervention vis-à-vis de certains problèmes phytosanitaires. De ce fait, l'intérêt pour les méthodes dites alternatives de protection des cultures s'en trouvent renouveler. Ce qui a conduit a recherché de nouvelles méthodes de lutte, entre autres la biofumigation.

### I.1 Les objectifs

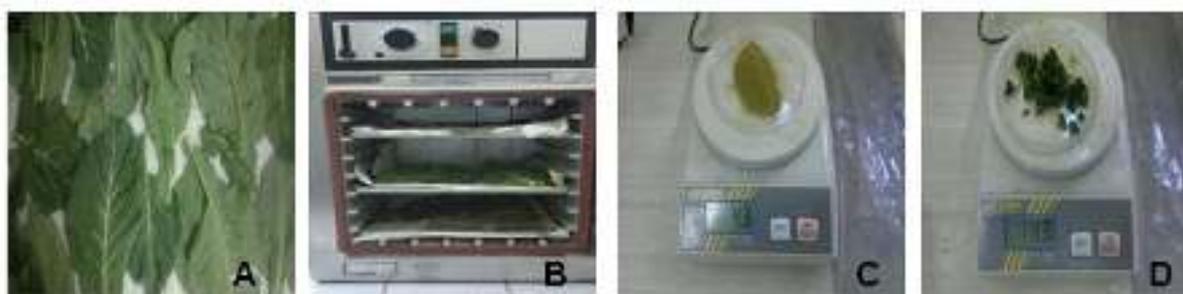
Les objectifs liés de la présente étude est d'acquérir les connaissances permettant le développement d'approches alternatives aux fumigants chimiques par l'évaluation de l'effet biofumigant de *Brassica oleracea* var. *botrytis* et lombricompost (annexe) sur la protection des plantes de tomate (var. *Tavira*) contre par les nématodes à galles (*Meloidogyne*) d'une part et d'estimer les potentialités ces amendements dans le développement des plants de tomate var. « *Tavira* ».

## I.2 Evaluation de l'efficacité de « *Brassica oleracea* var. botrytis et lombricompost» dans le contrôle des *Meloidogyne* et le développement des plants de tomate var. « *Tavira* »

Les biofertilisants employés en amendement au sol dans ce travail sont les broyats sec et frais des feuilles de chou fleur *Brassica oleracea* var. *botrytis* et du lombricompost.

### I.2.1 Préparation des feuilles de chou-fleur

Les résidus de culture de chou fleur (*Brassica oleracea*) représentés par les feuilles récoltées dans la région de Lakhdaria au mois de janvier 2014. Une partie des feuilles sont séchées à étuve à température entre 40 et 45°C pendant 8 heures. Elles sont ensuite broyées et tamisées en une poudre fine. L'autre partie est broyée et incorporée fraîche au sol.



**Fig. 4** Préparation des feuilles de chou-fleur poudre et fraîche.

**A:** Feuilles de chou-fleur, **B :** séchage des feuilles par une étuve. **C :** chou-fleur poudre,  
**D :** chou-fleur fraîche.

### I.2.2 Préparation du lombricompost

Le lombricompost utilisé nous a été fourni par le Dr. Djazouli du laboratoire de Zoophytatrie que nous remercions très humblement. Une partie de dernier a été séché à température ambiante entre 27 et 30°C pendant 2 jours et ensuite broyé en poudre. L'autre partie est utilisée sous sa forme fraîche.



**Fig 5-** Préparation de la poudre de l'ombricompost

**A :** L'ombricompost fraîche, **B :** poudre de l'ombricompost.

### I.2.3 préparation des doses

Les doses utilisées pour les amendements testés chou fleur et lombricompost sont de l'ordre de 3% du poids du pot (TIMCHENKO et MAIKO, 1989). Après calcul par rapport au poids du pot de 143.9g, la dose D1 est de 4.3g et la demi-dose (D2) est 2.15 g.

### I.2.4 Obtention et préparation des larves (L<sub>2</sub>) de *Meloidogyne*

Les échantillons de racines de la tomate infestées par les nématodes à galles *Meloidogyne spp* ont été collectés en fin de culture dans l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles (ITCMI) de Staouali.

Les racines ramenés au laboratoire de Zoophytatrie sont lavées à l'eau courante puis mises dans une boîte de Pétri en verre en vue d'extraire les masses d'œufs. Cette opération s'est déroulée sous une loupe binoculaire au grossissement (x10) ou (x25), par la méthode de forceps en utilisant deux aiguilles entomologiques.

Les masses d'œufs isolées des femelles de *Meloidogyne* (15 à 30 masses) sont déposées dans de petits tamis en plastiques de 2 à 4cm de diamètre. Ces derniers sont placés dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée puis sont mises à l'étuve à 25C° en vue d'éclosion massive. Après éclosion, les larves (L<sub>2</sub>) libérées progressivement dans l'eau sont récupérées et comptées quotidiennement à l'aide d'une loupe binoculaire (x40). (fig.6).



**Fig. 6** : L'obtention des larves (L<sub>2</sub>) de *Meloidogyne*

**A** : masses d'œufs dans un petit tamis, **B** : des tamis dans une étuve, **C** : des larves de *Meloidogyne*

Pour l'infestation, nous avons compté et réparti les larves de *Meloidogyne* en des lots de 100 larves (L<sub>2</sub>) dans des salières (figure 7). Un total d'environ 2600 larves a été compté.



**Fig. 7** : Salières contenant les larves (L<sub>2</sub>) de *Meloidogyne*.

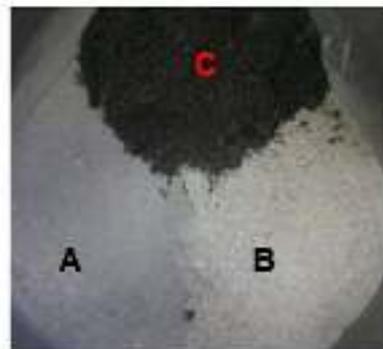
### I.2.5 Préparation du matériel végétal

Les essais ont été réalisés sur la plante de tomate (*Lycopersicum esculentum*) var. « *Tavira* ». Les plantes ont été achetées d'une pépinière au niveau de Staouali.

### I.2.6 Préparation du sol

Nos tests ont été réalisés dans un mélange de sol composé par 1/3 de terre, 1/3 de sable et 1/3 de tourbe. Le sol provient de la station expérimentale du département des Biotechnologies. Ce dernier a été tamisé (tamis 2mm) puis stérilisé pendant 24h à 200 °C. Le sable acheté a subi également une stérilisation après tamisage. Les

trois éléments (sol, sable et tourbe) sont mélangés ensemble puis répartis dans des pots en plastique à raison de 143.9g par pot.



**Fig. 8:** Stérilisation de sable

**Fig 9** Terre stérilisé

**Fig. 10 :** Le mélange de sol

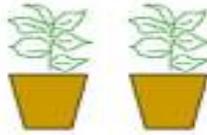
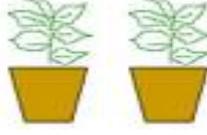
A : terre, B : sable, C : tourbe.

### I.2.7 Dispositif expérimentale

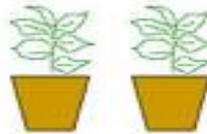
Un total de 44 pots a été préalablement préparé avec leur sol. Les plants à quatre vrais feuilles ont été transplantés immédiatement dans ces pots et infestés par les larves de *Meloidogyne* après 15 jours. Le dispositif expérimental suivi est représenté sur le tableau 3.

**Tableau 3 :**

traitement	D1	D2
Chou fleur poudre		
Chou fleur fraîche		
Lombricompost poudre		

Lombricompost fraîche		
Témoin (sans infestation) + chou fleur poudre		
Témoin (sans infestation) + chou fleur fraîche		
Témoin (sans infestation) + Lombricompost poudre		
Témoin (sans infestation) + Lombricompost fraîche		

Témoin sans infestation sans traitement	
--	---

Témoin sans traitement avec infestation	
--	---



**Fig. n°11** : Transplantation des plants de tomate

### **I.3.1 L'effet des traitements dans le contrôle des nématodes à galles**

Après un suivi de 45 jours, les plants de tomates sont déracinés intégralement. Ces derniers sont nettoyés à l'eau pour les débarrassés des restes de particules de sol. Après cette opération les racines sont séchées au papier absorbant ensuite ; elles sont examinées sous loupe binoculaire (x10) afin de dénombrer les galles sur tout le système racinaire (Fig. n°12).



**Fig. n°12** : Estimation du taux d'infestation des racines par les larves (L2), (Grx10).

### **I.3.2 L'effet bio fertilisant de « *Brassica oleracea* et lombricompost» sur les plants de tomate.**

Pour apprécier l'effet des amendements sur le développement de la tomate, nous avons examiné dans ce travail deux paramètres à savoir la croissance des plants de tomate en hauteur et la biomasse fraîche de la partie aérienne et des racines.

#### **I.3.2.1 Effet sur la croissance des plants**

Pour estimer la croissance des plants de tomate, la hauteur initiale des plants de tomate a été mesurée avant infestation par les *Meloidogyne*. Pendant les 45 jours du suivi expérimental nous avons pris les mensurations de tous les plants à l'aide d'une règle graduée du collet jusqu'au bourgeon terminal de la bifurcation principale tous les quinze jours.

Pour estimer la croissance moyenne journalière nous avons utilisé la formule suivante:  $(H_f - H_i) / H_i * 100 / T$ .

H<sub>f</sub> : Hauteur Final ; H<sub>i</sub> : Hauteur Initial ; T : temps (durée d'expérimentation : 45jours).

#### **I.3.2.2 Effet sur la biomasse fraîche des parties aériennes et des racines plants**

A la fin de l'expérimentation (45 jours) les plants sont dépotés la partie aérienne est séparée des racines pour chaque plant, puis chacune d'elle est pesé à l'aide d'une balance de précision pour estimer leurs biomasses.

#### **I.3.2.3. L'effet des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur l'infestation des plants par le *Fusarium*.**

Les plantes des tomates fournées ont présentées après transplantation des infestations par le *Fusarium*. Pour évaluer l'effet des amendements sur la reprise de développement des plants nous avons utilisé la formule suivante

**Pour les racines**

Reprise de la pousse des racines (g) =BR.pIT. – BR.pITe.

BR : biomasse des racines

pIT : plants traités

pITe : témoin non traité

**Pour la partie aérienne**

Poids de la partie aérienne (g) =BA.pIT. – BA.pITe.

BA : biomasse aérienne

pIT : plants traités

pITe : témoin non traité

**I.4 Analyse des données**

Les données recueillies sur l'efficacité des biofumigants sont analysées statistiquement afin d'évaluer leur effet sur la régulation des *Meloidogyne* d'une part et leur action biofertilisante sur les plants de tomate. Pour cela nous avons fait appel à l'analyse de la variance Modèle Linéaire Global (GLM) (SYSTAT VERS. 7, SPSS 1997).

## Chapitre II : Résultats et discussion

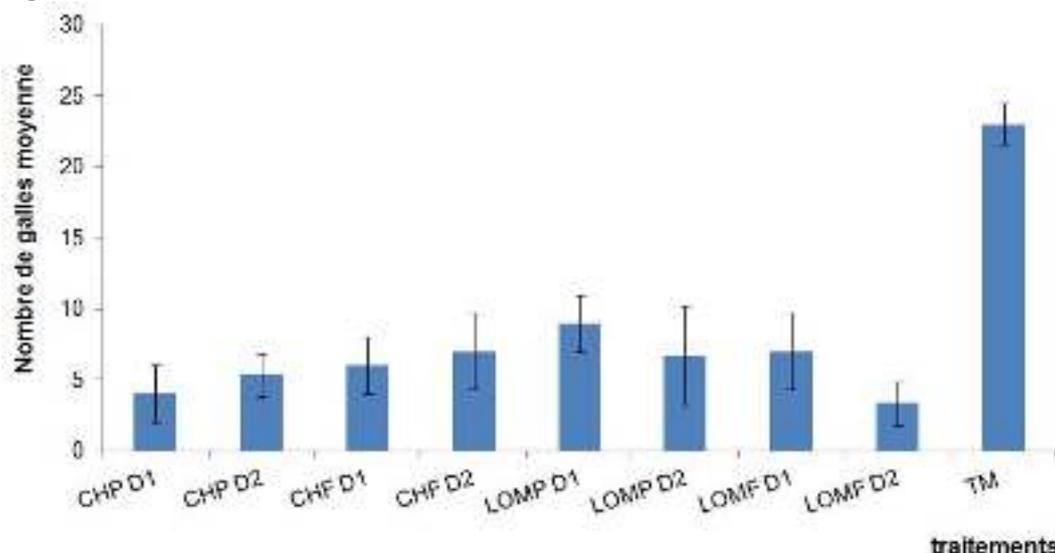
### II.1 Efficacité des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur l'infestation des plants de tomate par nématodes à galles.

Pour évaluer l'efficacité des traitements testés dans le contrôle des *Meloidogyne* nous avons tenu compte du nombre de galles produites par les larves infestantes (I2) sur les racines de tomate var. « *Tavira* ».

D'après les résultats représentés dans le Tableau n°1(annexe ) et la figure n°13 nous constatons que le nombre de galles varie en fonction des modes d'application des traitements et leurs concentrations.

En effet, comparé au témoin les amendements organiques apportés ont réduit sensiblement le taux d'infestation des plants de tomate par les *Meloidogyne* figure 13. Parmi les traitements, l'apport du lombricompost frais à faible dose (D2) a entraîné une forte diminution du nombre moyen de galles (3.33 galles). En ce qui concerne les traitements aux feuilles de chou fleur, nous avons enregistré l'efficacité des apports en poudre à forte dose (D1). Le nombre moyen de galles est (04 galles) par rapport à l'incorporation au sol du broyat de feuille frais à la même dose D1 (06 galles).

Le taux d'infestation le plus élevé pour les plants traités est obtenu avec l'application du lombricompost sèche à forte dose (D1). L'effectif moyen de galles dénombré est de 09 galles.



**Fig.13. Effet des différents traitements sur le nombre moyen de galles.**

CHP: Chou fleur poudre ; CHF: Chou fleur frais ; LOMP: lombricompost poudre, LOMF: lombricompost frais ; D1: dose ; D2: demi dose ; TM: témoin (sans fumigant sans nématodes).

L'application du modèle G.L.M. pour les données tableau n° 4, nous permet de déduire que le taux d'infestation estimé par le nombre moyen de galles varie très hautement significativement d'un point de vue traitements ( $p=0.000$  ;  $p < 0.05$ ). Cependant, la différence est non significative selon les doses des traitements ( $p=0,504$  ;  $p > 0,05$ ).

Tableau 4 : Modèle G.L.M. appliqué à la variation du taux d'infestation des plants par les *Meloidogyne*

Source	somme des carrés	DLL	moyen carré	F-ratio	p-value
Traitements	567,385	4	141,846	13,046	0,000
Doses	5,042	1	5,042	0,464	0,504
Erreur	217,458	20	10,873		

La figure n°14 relative aux différents traitements dévoile l'efficacité des différents traitements dans la réduction de l'infestation des racines par le *Meloidogyne*. Toutefois, l'apport du lombricompost frais et des feuilles de chou fleur en poudre ont montré une action plus importante dans la diminution du nombre de galles.

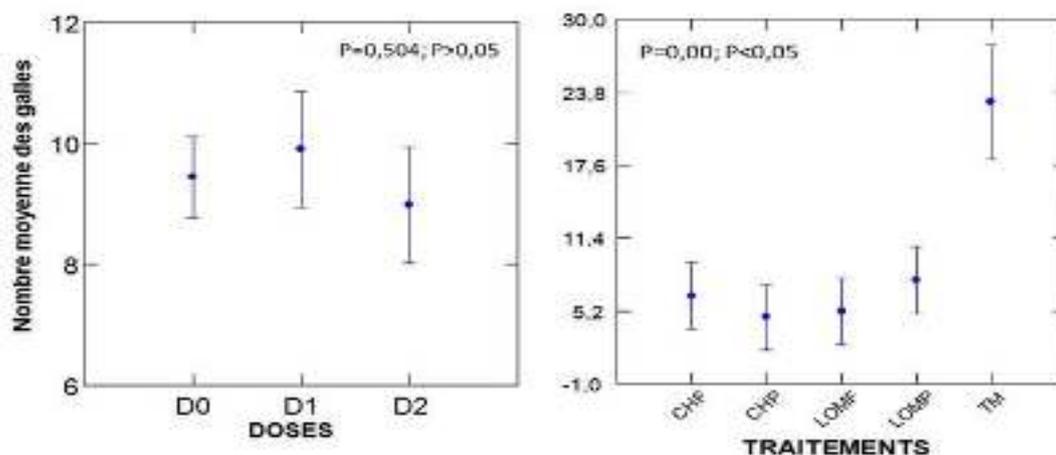


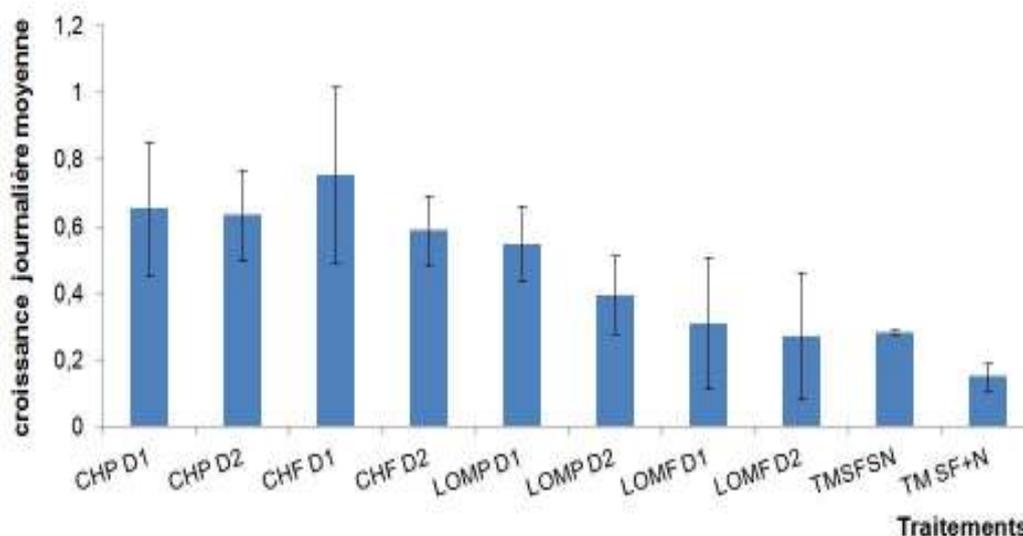
Fig.14. Effet des différents traitements et les doses sur le nombre moyen des galles.

## II.2 Impact des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur le développement des plants de tomate.

### II.2.1 Effet sur la croissance journalière des plants.

D'après les résultats représentés dans Tableau n°2 (annexes) et la figure n°15 nous constatons que la croissance journalière des plants de tomate varie en fonction du type amendement apporté et sa concentration. La comparaison des différents apports a dévoilé en général que l'incorporation au sol du broya frais ou sec (poudre) de chou fleur a présenté un effet positif sur la croissance journalière des plants de tomate par rapport au lombricompost (frais ou sec). Toutefois, la croissance journalière moyenne maximale (0,75 cm) a été enregistré avec la chou fleur à forte dose D1 (4,3 g).

En ce qui concerne le lombricompost son utilisation en poudre a révélé une croissance supérieure notamment à la dose (D1) par rapport au frais. La croissance des plants de tomate la plus faible est signalée pour les plants infestés par les *Meloidogyne* et sans fumigation (0.15 cm).



**Fig.15** : Effet des différents traitements sur la croissance journalière (cm) de la tomate.

**CHP**: Chou fleur poudre, **CHF**: Chou fleur frais, **LOMP**: lombricompost poudre ; **LOMF**: lombricompost frais, **D1**: dose, **D2**: demi dose , **TMSFSN**: témoin sans fumigant sans nématodes ; **TM SF+N** : témoin sans fumigant avec nématodes.

Les résultats obtenus sont confrontés à l'analyse statistique modèle G.L.M. tableau n°5. Ces derniers révèlent que la croissance journalière moyenne varie d'une manière très hautement significativement selon le type de traitement ( $p=0.000$  ;  $p < 0.05$ ). Par contre l'effet doses ne présente aucune différence significative ( $p=0.252$  ;  $p > 0.05$ ).

Tableau 5 : Modèle G.L.M. appliquée à l'effet des amendements sur la croissance journalière moyenne des plants

Source	Somme des	DLL	Moyenne	F-ratio	p-value
Traitements	0,972	5	0,194	4,894	0,000
Doses	0,055	1	0,055	1,305	0,252
Erreur	0,834	21	0,040		

En comparaison avec les témoins sans amendement (TSF+N et TSFSN), la figure (16a) indique l'impact positif des amendements sur la croissance journalière des plants de tomate var. *Tavira*. Toutefois, l'action diffère selon le type qui est incorporé au sol. En effet la croissance moyenne des plants est supérieure avec l'addition des résidus de feuilles broyées sèches ou fraîches par rapport au lombricompost. Pour ce dernier l'effet de la forme poudre est meilleur que la forme fraîche. En ce qui concerne la dose des amendements la différence est non significative quoique la forte dose D1 (16 B) améliore la croissance des plants.

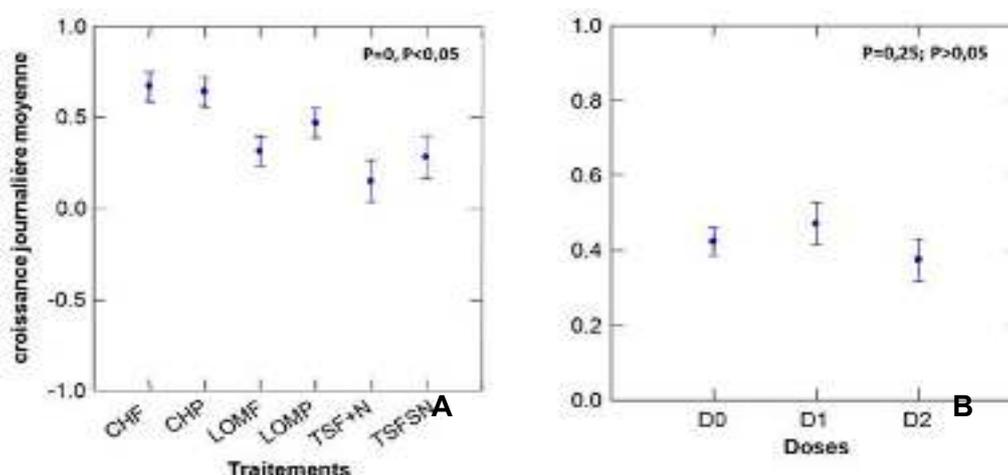
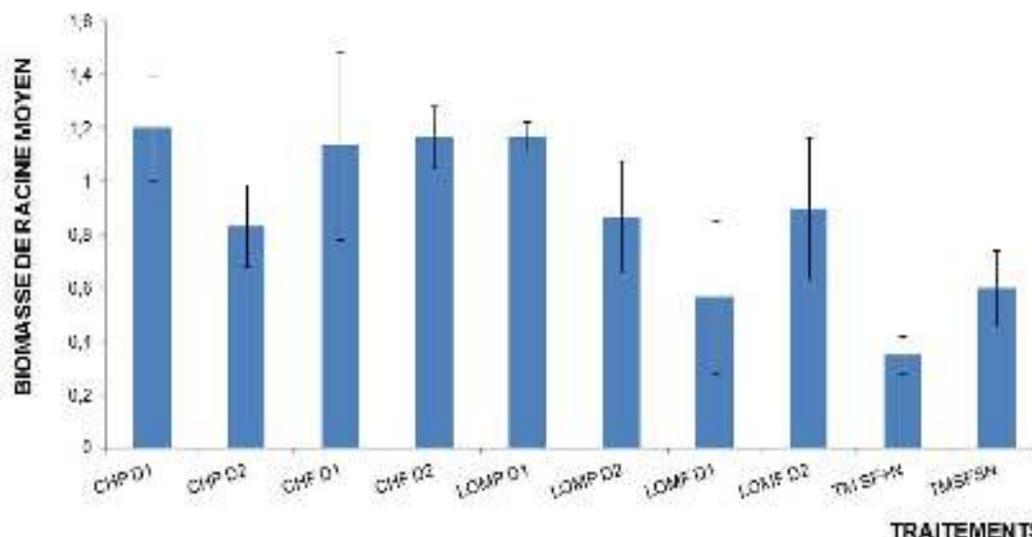


Fig.16. Effet des différents traitements sur la croissance journalière de la tomate.

### II.2.2 Effet sur la biomasse fraîche racinaire

Les résultats représentés dans le tableau n°3 (annexe) et les figures (17 et 18) résument l'effet des traitements et leurs doses sur la biomasse fraîche des parties racinaires. Ce paramètre étudié dépend du type d'amendement et de sa dose.

La biomasse fraîche des racines de tomate la plus élevée est enregistrée avec l'application du lombricompost en poudre à la dose (D1) et du chou-fleur frais (D2, D1) et en poudre aux doses (D1). Pour les autres apports chou fleur en poudre (D2) et le lombricompost en poudre (D2) et frais (D2) les résultats révèlent que leur action sur développement des racines est similaire. Les poids racinaires respectifs sont de 0,83 ; 0,86 et 0,9g. Par ailleurs, le poids des racines le plus faible est observé pour les plants traités avec le lombricompost incorporé frais au sol (0,56g). Pour les deux témoins nous notons bien l'effet négatif des *Meloidogyne* sur la croissance des racines avec un poids très faible de (0,4g) comparé aux plants non infesté et sans amendement (0,6g).



**Fig.17.** Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire (g) des plantes de tomate.

**CHP:** Chou fleur poudre, **CHF:** Chou fleur frais, **LOMP:** lombricompost poudre ; **LOMF:** lombricompost frais, **D1:** dose, **D2:** demi dose , **TMSFSN:** témoin sans fumigant sans nématodes ; **TM SF+N :** témoin sans fumigant avec nématodes.

Tableau 6 : Modèle G.L.M. appliqué à l'action des traitements et des doses utilisées sur la biomasse racinaire

Source	Somme des carrés	DLL	Moyenne carré	F-ratio	p-value
Traitements	1,300	5	0,260	4,535	0,000
Doses	0,034	1	0,034	0,589	0,451
Erreur	1,204	21	0,057		

Pour interpréter nos résultats nous avons effectué l'analyse de la variance modèle (GLM). Les résultats représentés sur le tableau n°3 dévoilent une différence très hautement significative quant à l'effet stimulant des amendements de la multiplication des racines de la tomate ( $p=0.000$ ,  $p<0.05$ ). Cependant, la différence entre les doses testées des amendements apportés sont non significative ( $p=0.451$ ,  $p>0.05$ ).

La figure (18A) confirme bien l'efficacité des broyats frais des résidus de feuilles de chou fleur, suivi par celui de la poudre et du lombricompost poudre sur le développement des racines des plants. Alors que le lombricompost frais agit faiblement sur la biomasse racinaire. Quant aux doses leur action semble comparable (figure 18B).

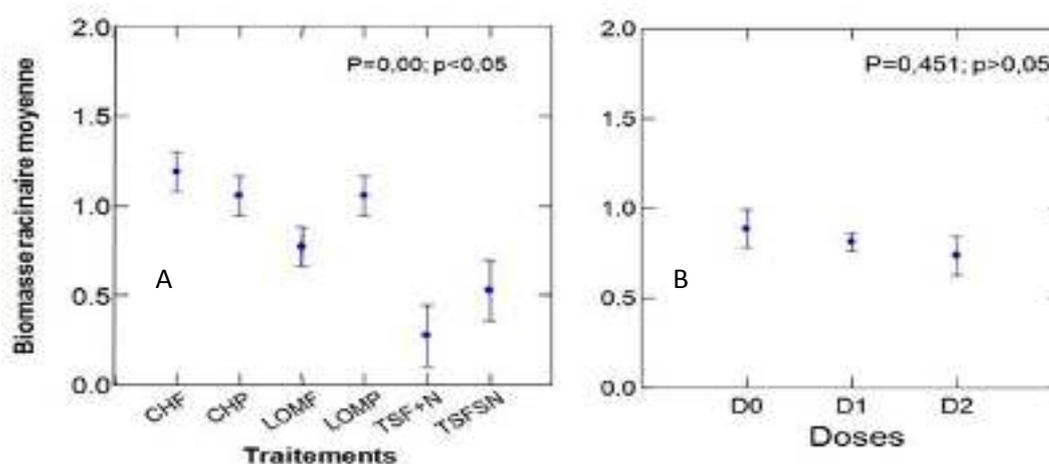
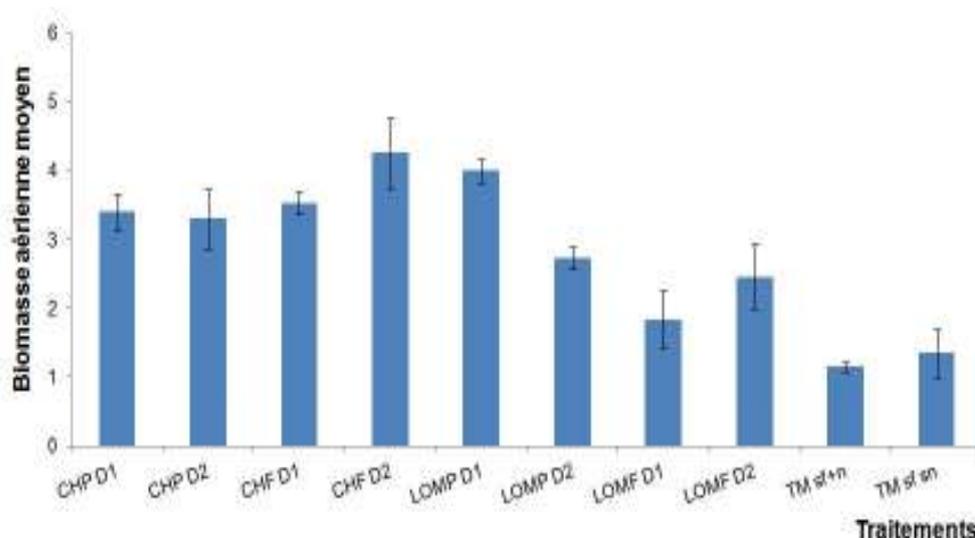


Fig.18. Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire des plants de tomate

### II.2.3. Effet sur la biomasse fraîche des parties aériennes

Comparé aux plants témoins, les résultats montrent que la biomasse fraîche des parties aérienne de tomate varie selon le type de fertilisation. Le poids le plus élevée

est enregistrée avec le broyat de chou-fleur frais à faible dose (4,26g). Il est suivi par l'application du lombricompost en poudre à la dose à dose élevée (4g). Pour les autres amendements nous enregistrons un effet similaire sur la biomasse des parties aériennes avec de chou fleur en poudre (D1) et (D2) et frais (D1). Les poids respectives avec ces apports sont de 3,3 ; 3,4 et 3,53g. En ce qui concerne l'utilisation du lombricompost à faible dose (D2) aussi bien en poudre ou frais nous observons un développement comparable de la partie aérienne (2,73 et 2,46 g). la biomasse la plus faible est enregistrée avec le lombricompost frais à dose élevée (1,83g). En ce qui concerne les doses leur action est identique (figure 19).



**Fig.19.** Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.

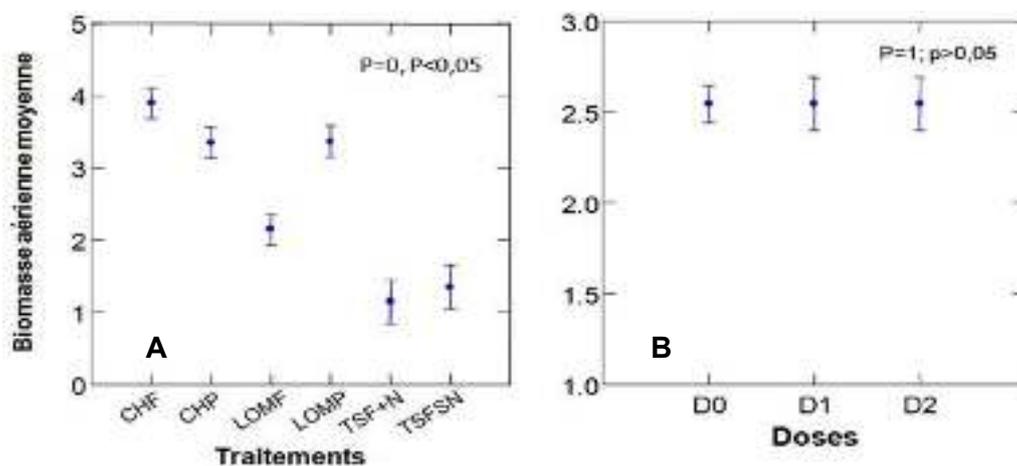
**CHP:** Chou fleur poudre, **CHF:** Chou fleur frais, **LOMP:** lombricompost poudre ; **LOMF:** lombricompost frais, **D1:** dose, **D2:** demi dose, **TMSFSN:** témoin sans fumigant sans nématodes ; **TM SF+N :** témoin sans fumigant avec nématodes.

L'application du modèle G.L.M. à la variation de la biomasse aérienne des plants en fonction des traitements leurs doses montre (Tableau x) que cette dernière est fortement affectée par le type d'amendement ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ) mais pas par les doses testées ( $p=1$  ;  $p>0,05$ ).

Tableau 7 : Modèle G.L.M. appliqué à l'effet des amendements sur la biomasse aérienne des plants de tomate

Source	Somme des carrés	DLL	Moyenne carré	F-ratio	p-value
Traitements	28,011	5	5,602	20,394	0,000
Doses	0,0	1	0,0	0,000	1,000
Erreur	5,769	21	0,275		

La (figure 20A) montre que parmi les fertilisants testés la chou fleur frais occupe la première position dans le développement des parties aériennes des plants de tomate. Le chou fleur sec et lombricompost poudre se rangent dans la seconde position. Alors que le lombricompost frais agit faiblement sur le poids frais des parties aériennes. Quant aux doses leur action semble comparable (figure 20B).



**Fig.20.** Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.

### II.3 L'effet des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur l'infestation des plants par le *Fusarium*.

Les plantes des tomates utilisées dans cette expérience ont été achetées dans une pépinière. Ces plants à la fin de l'expérimentation se sont avérés infestés par un microorganisme.

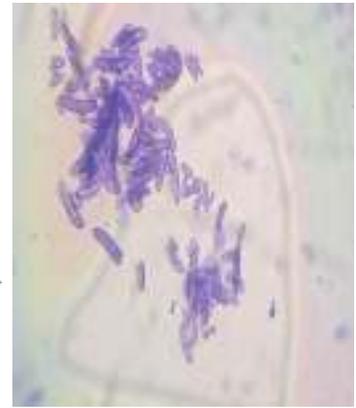
Pour identifier ce dernier nous avons procédé à son isolement au niveau de laboratoire de phytopathologie. Pour réaliser cette étude nous sommes passés par les étapes ci dessus



Fig 21- Dessiccateur



Fig 22- Fragments des racines

Fig 23- Désinfection  
des racinesFig 24- Essuyage les  
fragmentsFig 25- Les fragments dans  
un milieu de cultureFig 26- Le *Fusarium*

- 1- Racines sont incubées dans un dessiccateur avec un milieu humide pour créer un milieu favorable au développement du microorganisme.
- 2- Une fois le micro-organisme est mis en évidence sur les racines. Ces dernières sont fragmentées puis désinfectées par l'eau de javel
- 3- Rincer les fragments des racines par l'eau stérilisée
- 4- Essuyage les fragments par un papier absorbant
- 5- Les fragments des racines sont placés dans un milieu de culture (PDA)
- 6- Filaments de champignon sont mis entre lame et lamelle dans une goutte de lactophenol bleu coton puis examinés au microscope optique grossissement (x40). Après observation nous avons identifié le *Fusarium*.

Ce champignon envahit les tissus vasculaires des plantes (le xylème). Il se propage à partir de là dans toute la plante et inhibe le développement des racines et la plante. Cependant, avec les amendements apportés nous avons observé l'émission de nouvelles racelles par rapport au témoin non traité. L'importance de la reprise varie selon la nature de l'apport et de son dosage. Pour évaluer cette reprise nous sommes basés sur le gain de la biomasse racinaire et aérienne des plants traités par rapport au témoin.

### II.3.1 L'effet des traitements sur le gain de la biomasse des parties aériennes

Les résultats (figure 22) montrent que la biomasse fraîche des parties aériennes de tomate varie selon le type des amendements organiques utilisés. Le poids le plus élevé est enregistré avec le broyat de chou-fleur frais à faible dose (2,91g). Il est suivi par l'application du lombricompost en poudre à la dose élevée (2,65g). Pour les amendements chou-fleur en poudre (D1) et (D2) et frais (D1), nous avons enregistré un effet similaire sur la biomasse des parties aériennes. Les poids respectifs avec ces apports sont de 2,05 ; 1,95 et 2,18g. En ce qui concerne l'utilisation du lombricompost à faible dose (D2) aussi bien en poudre ou frais nous avons observé un développement comparable de la partie aérienne (1,38 et 1,11 g). Par contre la biomasse la plus faible est enregistrée avec le lombricompost frais à dose élevée (0,48g).

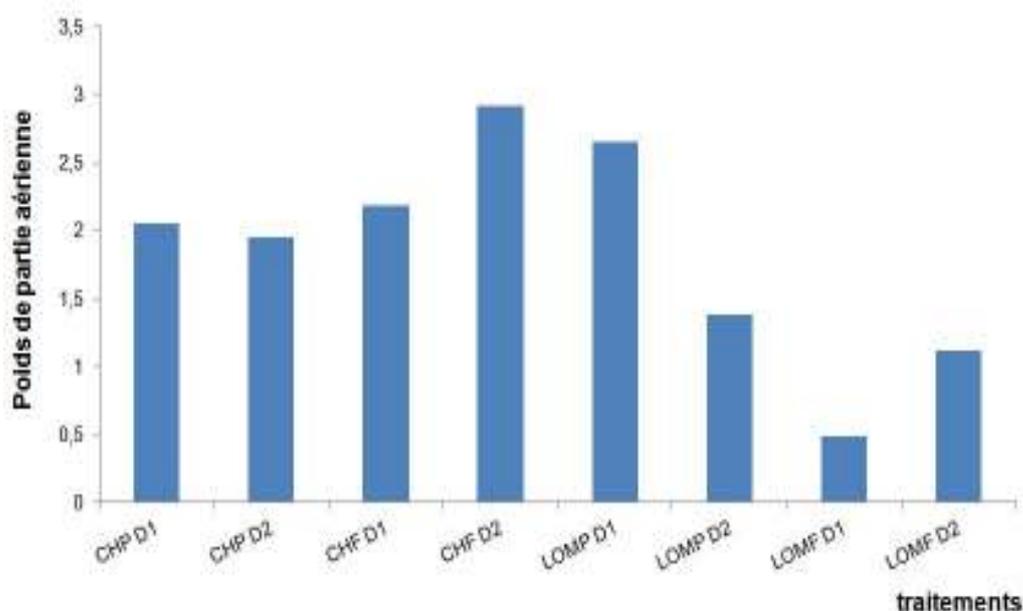


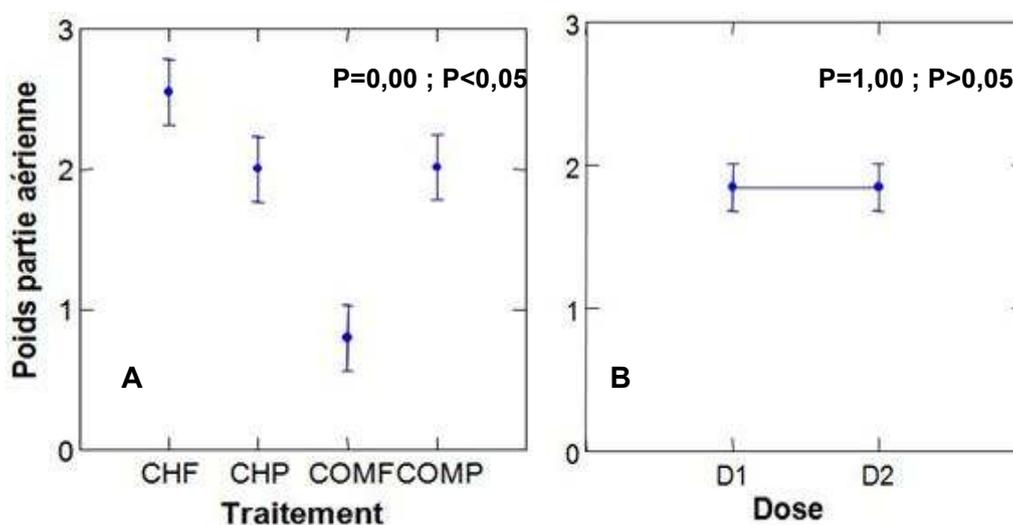
Fig.27. Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.

L'application du modèle G.L.M. à la variation de la biomasse aérienne des plants en fonction des traitements Tableau n°5 montre que cette dernière est fortement affectée par le type d'amendement ( $p=0,000$  ;  $p < 0,05$ ) mais pas par les doses testées ( $p=1$  ;  $p>0,05$ ).

**Tableau 8** : Modèle G.L.M. appliqué à l'effet des amendements sur le gain en biomasse aérienne des plants de tomate

Source	Somme des carrés	DLL	Moyenne carré	F-ratio	p-value
Traitements	9.855	3	3.285	10.094	0.000
Doses	0.0	1	0.0	0.000	1.000
Erreur	5.532	17	0.325		

La figure (23 A) confirme bien en première position l'efficacité du broyat frais des feuilles de chou fleur dans la reprise du développement des plants de tomate. Suivi en seconde place par les poudres de chou fleur et du lombricompost qui présentent une action similaire développement des plants. Alors que le lombricompost frais agit faiblement cette biomasse. Quant aux doses leur effet semble comparable (figure 23 B).



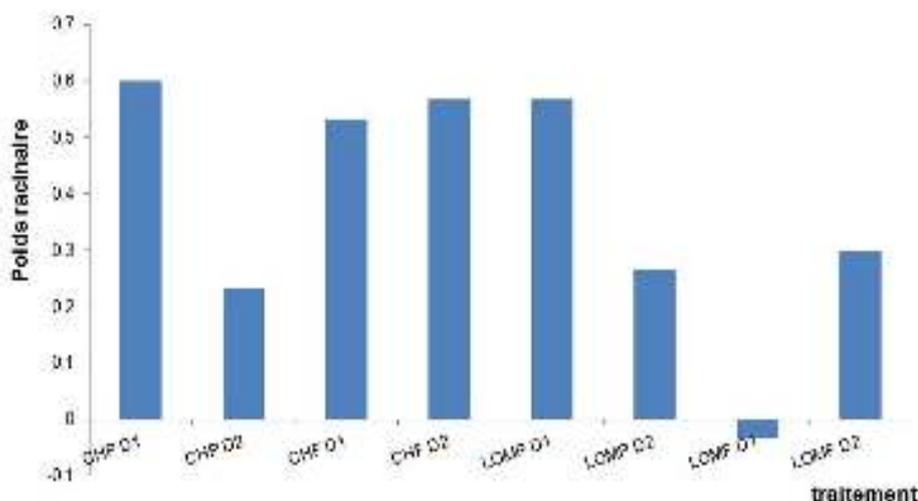
**Fig.28.** Effet des différents traitements sur la biomasse aérienne des plants de tomate.

### II.3.2 L'effet des traitements sur la reprise de développement des racinaires

Les résultats représentés dans le tableau n°4 (annexe) et les figures (24 et 25) résument l'effet des traitements et leurs doses sur la biomasse fraîche des parties racinaire des plantes par rapport au poids du témoin. Ce paramètre étudié dépend du type d'amendement et de sa dose.

L'application des amendements à base de poudre de chou fleur (D1), de chou-fleur frais (D1, D2) et de la poudre de lombricompost (D1) semble avoir un effet comparable sur le gain de biomasse fraîche des racines de tomate. Les poids respectifs sont de (0,6, 0,53, 0,56 et 0,56 g). Toutefois la valeur la plus élevée dans cette catégorie est obtenue avec la poudre de chou fleur à forte dose (D1) alors que la plus faible est enregistrée pour l'apport frais de chou fleur (D1).

Quant aux autres apports chou fleur et lombricompost poudre et lombricompost frais à faible dose (D2) la reprise de la pousse des racelles est faible. Elle ne dépasse pas les 0,3 g. Cependant, nous enregistrons une perte de biomasse avec les plants traités au lombricompost frais à forte dose (-0,03g).



**Fig.29.** Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire des plantes de tomate.

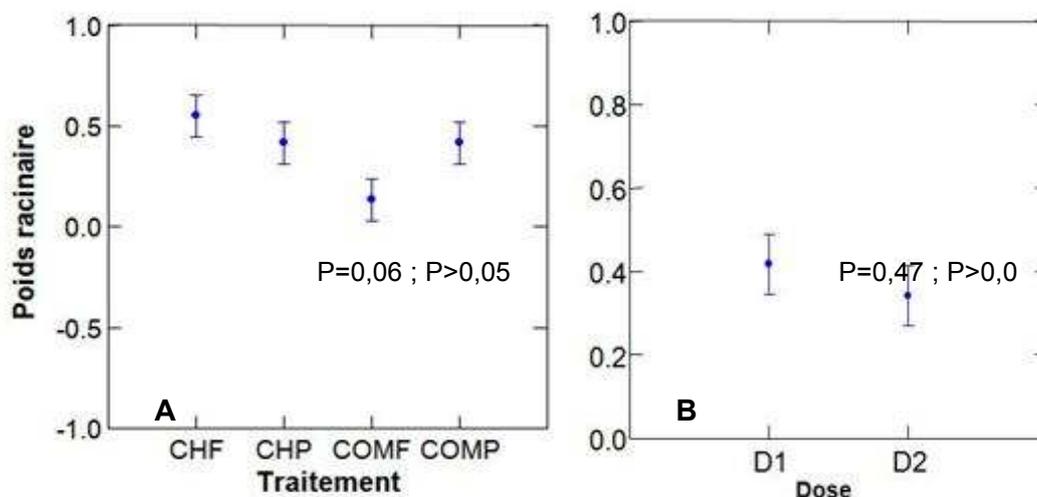
**CHP:** Chou fleur poudre, **CHF:** Chou fleur frais, **LOMP:** lombricompost poudre, **LOMF:** lombricompost frais, **D1:** dose, **D2:** demi dose.

Pour interpréter nos résultats nous avons effectué l'analyse de la variance modèle (GLM). Les résultats représentés sur le tableau n°6 dévoilent une différence marginale quand à l'action des amendements dans la stimulation de la reprise des racines de la tomate ( $p=0.063$ ,  $p>0.05$ ). Alors que pour les doses testées l'effet est non significatif ( $p=0.474$ ,  $p>0.05$ ).

**Tableau 9** : Modèle G.L.M. appliqué à l'action des traitements sur le gain en biomasse racinaire

Source	Somme des carrés	DLL	Moyenne carré	F-ratio	p-value
Traitements	0.555	3	0.185	2.936	0.063
Doses	0.034	1	0.034	0.536	0.474
Erreur	1.070	17	0.063		

La figure (25 A) confirme bien l'efficacité des broyats frais des résidus de feuilles de chou fleur, suivi par celui de la poudre et du lombricompost poudre sur le développement des racines des plants. Alors que le lombricompost frais agit faiblement sur la biomasse racinaire. Quant aux doses leur action semble comparable (figure 25 B).



**Fig.30.** Effet des différents traitements sur la biomasse racinaire des plants de tomate.

Les figures suivantes montrent la reprise des racines selon les traitements et leurs doses.



Fig 31 : Chou fleur poudre D1



Fig 32 : Chou fleur poudre D2



Fig 33 : Chou fleur fraiche D1



Fig 34 : Chou fleur fraiche D2



fig35 : Lombricompost fraiche D1



fig 36 : Lombricompost fraiche D2



Fig 37 : Lombricompost poudre D1



fig 38 : lombricompost poudre D2



Fig39 : Témoïn

### 11.4. Discussion général

Les cultures légumières sont sensibles aux ravageurs et maladies telluriques. Nombre de ces légumes sont commercialisés sans transformation préalable, ce qui nécessite, afin de satisfaire la demande du marché, l'absence totale de défauts visuels. Il est donc primordial d'éviter toute infection. Pour cela, les producteurs ont recours à la désinfection des sols avant de mettre en place une culture, le plus souvent à l'aide des fumigants qui ont la particularité d'avoir un large spectre, tels le bromure de méthyle, le metam sodium, le 1,3 dichloropropène ou la chloropicrine. Un des fumigants les plus utilisés dans le monde jusqu'en 2004 était le bromure de méthyle. Cependant, en raison des dangers que représente ce produit pour l'environnement (atteintes à la couche d'ozone), son utilisation est interdite depuis 2005 dans les pays développés et le sera d'ici 2015 dans les pays en voie de développement (protocole de Montréal, UNEP, 1987). Pour cela la mise au point des méthodes respectueuses de l'environnement ou de développement durable ont pris un rôle plus important dans les stratégies de contrôle des nématodes phytoparasites. Une grande variété d'amendements organiques ont été utilisés pour lutter contre les nématodes dans diverses cultures.

Dans ce sens, on a évalué l'efficacité des amendements organiques testés (*Brassica oleracea* et lombricompost) dans le contrôle des nématodes à galles et dans la stimulation des plants de tomate variété *Tavira*.

#### 1. Efficacité des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur l'infestation des plants de tomate par nématodes à galles.

Les résultats du comptage du nombre des galles ont montré que tous les traitements utilisés en amendement du sol ont réduit significativement ( $p=0.000$  ;  $p < 0.05$ ) les infestations de tomate par les *Meloidogyne*. Cependant, le nombre de galles le plus faible est enregistré sur les racines de tomates traitée avec lombricompost frais à faible dose D2 (3,33 galles) et avec la poudre des feuilles de chou fleur à forte dose D1 (4 galles). Ces deux traitements bien qu'ils soient de nature différente ont dévoilé une action similaire dans le contrôle des infestations des plants par les *Meloidogyne*. L'efficacité des amendements organiques (compost ou fumier) dans la lutte contre les nématodes parasites des plantes, en particulier les nématodes à galles du genre

*Meloidogyne* a été rapportée par plusieurs auteurs (HAOUGUI *et al.*, 2003 ; ANUJA et SHARMA, 2006 ; KERKENI *et al.*, 2007 ; PAKEERATHAN *et al.*, 2009; ISMAIL et MOHAMED, 2012 ; HAOUGUI *et al.*, 2013).

L'effet de ces amendements sur l'indice de galles ne présente pas une différence significative par rapport aux doses. Toutefois, nous avons enregistré que pour le broyat des résidus de feuilles de chou fleur fraîche ou sèche le taux d'infestation des plants de tomate est proportionnel aux doses testées. Cependant pour le lombricompost nous avons observé que l'indice de galles est inversement proportionnel aux doses aussi bien pour le frais que pour le sec. Ces résultats rejoignent ceux de SAFIDDINE (2012) qui signale que l'application du thé de lombricompost à forte dilution (dilution 10) a entraîné une forte diminution du nombre de galles et de femelles sur tomate.

Il est probable que l'effet biocide du lombricompost à faible dose est en relation avec sa richesse en éliciteurs qui agissent sur les plantes, en activant préventivement leurs réactions de défense, conduisant à capacité à repousser les ravageurs (PAJOT, 2010). Selon CHERIFI (2012), le jus de lombricompost quelque soit le site de pulvérisation, feuille, racine ou à la fois feuille et racine déclenche chez la plante infestée un processus de défense naturelle.

La réduction de l'indice de galles par les amendements du sol est attribuée à la toxicité des produits de la décomposition vis-à-vis des nématodes. Plusieurs investigations mentionnent que durant le processus de décomposition, le sol s'enrichit en produits phénoliques, en azote ammoniacal et en ions hydrogènes, substances nématotoxiques très actives contre les nématodes parasites (NWANGOUMA et FAWOLE, 2004 ; SIDDIQUI, 2004 ; KERKENI *et al.*, 2007). PPAVIZAS et DAVEY (1992) pensent que l'action nématicide des amendements organiques est surtout due à la libération importante de CO<sub>2</sub> provenant de l'activité intense des microorganismes. Par ailleurs, Timm *et al.* (2011) affirment que la matière organique incorporée au sol augmente les niveaux des populations des microorganismes antagonistes du sol (bactéries, champignons, etc.) et leur action biocide par antibiose ou parasitisme direct entraînent une diminution des niveaux de populations des nématodes parasites.

Cependant, les plantes de la famille des Brassicaceae divers travaux expliquent que leur efficacité dans la suppression des nématodes est basée sur la libération de molécules toxiques les glucosinolates (MICHEL *et al.*, 2007). Les plantes comme le brocoli, le chou-fleur, la moutarde, le colza et le raifort contiennent les glucosinolates. Au cours de leur décomposition les substances chimiques biologiquement actives sont produites. Parmi les plus important les isothiocyanates (ITCs) possédant un large spectre d'activité. (Morra *et al.*, 2002).

## **2. Impact des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur le développement des plants de tomate.**

L'effet des amendements apportés sur les paramètres de croissance considérés à montré un l'effet biofertilisant de tous les traitements testés. Les résultats révèlent la présence d'une relation significative entre le type d'amendement utilisé et le développement des plants de tomate « var. *Tavira* » ( $P=0.00$ ,  $P<0.05$ ). La croissance journalière et la biomasse fraîche des racines et de la partie aérienne des plants de tomate varie en fonction du type d'amendement mais indépendamment des doses. Ce constat rejoint les résultats de Kerkeni *et al.*, (2010) et d'Oka *et al.* (2007). L'incorporation de la matière organique améliore les propriétés physicochimiques du sol ce qui favorisent la croissance et le développement des plantes (Ismail *et al.*, 2011). En ce qui concerne le lombricompost ATIYEH *et al.* (2002) soulignent que les déchets organiques vermicompostés ont des effets bénéfiques sur la croissance des végétaux.

La croissance des plantes résultent probablement des éléments minéraux ou de molécules produites au cours de la dégradation de la poudre dans le sol. Aubert (1980) signale que la décomposition des engrais vert dans le sol libère des molécules, comme les auxines et leurs dérivés ou des vitamines qui stimulent la croissance et le développement des plantes. Selon VISVANATHAN *et al.* (2005) seulement 5 à 10% du matériel digéré est absorbé par le corps du lombric. Le reste est excrété sous la forme d'un fin mucus lié des agrégats granulaires, riches en NPK (nitrates, phosphates et potassium), micronutriments et de microorganismes bénéfiques pour le sol.

MAZOLLIER et VEDIE (2008) affirment que les engrais verts constituent une des réponses aux nombreuses préoccupations. Ils jouent un rôle important dans le maintien ou l'augmentation de la fertilité des sols : ils protègent et améliorent la structure, stimulent l'activité biologique et permettent une meilleure disponibilité des éléments fertilisants pour la culture suivante.

## **2. L'effet des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur l'infestation des plants par le *Fusarium*.**

Les résultats statistiques de model GLM montrent que les amendements testés ont contribué dans la reprise du développement des racines et des parties aérienne de la tomate. Toutefois l'importance de ce phénomène varie significativement ( $P=0.000$ ,  $P<0.05$ ) selon la nature de l'apport. Plusieurs travaux ont montré l'efficacité des amendements organique sur les micro-organismes du sol, aussi bien à partir des plantes de la famille des brassicaceae ou le lombricompost.

En effet, MICHEL et *al.* (2007) signalent que la biofumigation permet de réduire divers pathogènes du sol (champignons et bactéries). Les feuilles et les racines de brassicacées en biofumigation libèrent des composés volatiles qui inhibent le développement des champignons du sol. L'activité des isothiocyanates est fongicide et non fongistatique (Mari et *al.*, 2008). L'utilisation de *Brassica juncea* comme plante de couverture sur un champ de betterave, puis un enfouissement de ses résidus s'avère efficace contre *Rhizoctonia solani* (Motisi, 2009).

## Conclusion générale

Les *Meloidogyne* constituent un problème majeur en agriculture ils se conservent dans le sol sous forme d'œufs et de larves infestâtes (L2), prêtent à envahir les cultures installées.

Au cours des dernières années, l'attention portée aux effets secondaires des pesticides a profondément modifié la perception à l'égard de ces produits vu leurs conséquences sur l'environnement, les cultures et la santé humaine. Le concept de lutte intégrée est allié principalement à l'écologie, aux rapports existants entre les organismes vivants et leur environnement ou leur espace vital. A l'origine, cette démarche visant la réduction du nombre d'intervention par les pesticides tout en minimisant leurs effets secondaires

Le développement de futur bio-pesticide, notamment d'origine végétale, est une méthode qui contribue à assainir l'environnement et à protéger les cultures. Dans cet objectif s'inscrit notre contribution par l'utilisation de *Brassica oleracea var. botrytis* et lombricompost comme moyen de lutte préventive contre les *Meloidogyne* et la *Fusarium*.

Les essais ont prouvé l'efficacité des traitements sur les larves de *Meloidogyne*. Le degré d'efficacité varie beaucoup plus en fonction du mode d'utilisation de chaque amendement (poudre ou fraîche) qu'avec les concentrations testées.

Le taux d'infestation de la tomate (nombre de galles) est fortement réduit sous l'effet de l'enfouissement dans le sol de la poudre des feuilles de chou fleur (*Brassica oleracea var. botrytis*) à forte dose et du lombricompost à l'état frais mais à faible dose.

L'utilisation du broyat frais et sec des feuilles de chou fleur comme un amendement organique permet d'avoir une bonne croissance de la tomate. Alors que pour la stimulation des racines et de la partie aérienne de la tomate (biomasse fraîche), nous avons observé que les apports en chou fleur frais occupé la première position suivi par les amendements de choux fleur et du lombricompost à l'état de poudre.

Instinctivement ce même travail nous a permis de noter que les plants de tomate achetés infestés par le *Fusarium*, ont pu reprendre leur développement par émission de radicelles. L'enfouissement dans le sol des feuilles de chou fleur sous forme de broyat poudre ou fraîche et du lombricompost en poudre ont participé activement dans la diminution des attaques par le *Fusarium*.

En perspective, il serait intéressant de poursuivre ce travail d'une part sur les microorganismes (champignons) pour confirmer ces constatations et d'autre part vérifier leur efficacité in situ (terrain) sur les cultures maraîchères ou le problème de *Meloidogyne* est plus important.

## Références bibliographiques

---

- ACHIR, 1992-** Contribution à l'étude de l'état d'infestation des cultures sous serres par *Meloidogyne* dans la région de Fouka. Effet de la température sur le développement de *Meloidogyne*. Thèse Ing., Inst. Agro. Blida, 86 p.
- AKHTAR M., 1998-** Biological control of plant-parasitic nematodes by neem products in agricultural soil, *Appl. Soil Ecol.* 7, pp 219-223.
- ALAM MM., SEDIQUE Z.A., SAXENA S.K., et KHAN A.M., 1980-** Effect of different cropping sequences on the population of plant parasitic nematodes. *India J. Nematodes* 10: 35-39.
- AI-BANNA L., DARWISH R. M. et ABURJAI T., 2003 -** Effect of plant extracts and essential oils on root-knot nematode. *Phytopathol. Mediterr.* 42, pp 123–128
- AMBORABE ET al., 2004-** Stimulation des défenses naturelles de la vigne. Essais d'emploi du chitosan contre *Botrytis cinerea*. *Phytoma*, 571, 26-29.
- AMMAR E., 1986-** Incidence de la succession de culture de tomate sensible et résistante sur l'évolution des caractères bio-écologiques des populations *Meloidogyne spp (Nematoda-Heteroderidae)*. D.E.A d'écologie appliquée, Fac, Tunis pp. 9-12.
- ANONYME, 2001-** Guide pratique. Production de la tomate sous serres. I.T.C.M. Staoueli, 20p.
- ANUJA B., and SATYAWATI S., 2006-** Biocontrol of *Meloidogyne incognita* in *Lycopersicon esculentum* with AM fungi and oil cakes. *Plant Pathology Journal*, 5, pp. 166-172.
- ANTHONY K. ONIFADE. MAJEKODUNMI O. FATOPE. MICHAEL L. DEADMAN . SALAM M.Z. AI-KINDY., 2008-** Nematicidal activity of *Haplophyllum tuberculatum* and *Plectranthus cylindraceus* oils against *Meloidogyne javanica*. *Biochemical Systematics and Ecology*. Journal homepage : [www.elsevier.com/locate/biochemsyseco](http://www.elsevier.com/locate/biochemsyseco).xxx(2008)1-5.
- APPERT J. et DEUSE J., 1982-** Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sur les tropiques. Ed. G.P. Maisonneuve et la Rose, Paris, 431p.
- AUBERT C., 1980-** Les engrais verts, un moyen naturel pour et économique pour améliorer la fertilité des sols. Documents techniques. A.C.A.B, Vendegies-sur-Écaillon, France.
- AUGER, J., AND THIBOUT, E. 2005.** Sulfur compounds derived from *Allium* and crucifers and their potential applications in crop protection. In *Biopesticides of plant origin*, edited by Regnault-Roger, C., Philogène, B. J. R. and Vincent, C. p. 69-86. Lavoisier. Paris, France.
- BACHELIER G., 1978.** La faune des sols, son écologie et son action. ORSTOM, Paris. 658 p.
- ARYANTHA. P., CROSS, R., and GUEST, D. I. 2000.** Suppression of *Phytophthora cinnamomi* in potting mixes amended with uncomposted and composted animal manure. *Phytopathology* 90: 775-782.
- ATIYEH, R.M, SUBLER S., EDWARDS C.A., BACHMAN G., METZGER J.D. et SHUSTER W., 2002-** Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil», *Pedo biologia*, n° 44, p. 579-590. *Biocycle*. 2001 - Vermicompost as Insect Repellent, p. 19.
- BACHELIER G. 1978-** La faune des sols, son écologie et son action. O.S.T.O.M., N°38, Paris, 335p.
- BAILEY et LAZAROVITS, 2003** Suppressing soil-borne diseases with residue management and organic amendments, *Soil & Tillage Research* 72 (2003) 169-180
- BERNARDE R., BOUGUET A. et SCOTTO LA MASSESE C., 1985-** Diversité des problèmes nématologiques en vergers et vignobles, solutions chimiques et

## Références bibliographiques

---

génétiques. C.R.Acad. Agri. De France, 71, pp. 705-718.

**BERREHIL E.K., 1997-** Contribution à l'étude de quelques espèces de la relation variétés de tomate *Meloidogyne*. Thèse. Ing. Agro., I.N.E.S., Mascara, 71 p.

**BERTRAND C. ; LIZOT J. et MAZOLLIER C., 2001-** Lutter contre les nématodes à galles en Agriculture biologique, Rev. : GRAB AVINON, France, pp. 25-29.

**BHATTI, 1987 -** Nematocidal efficacy of some monoterpenes and related derivatives.

**BIRD A.F., 1986-** The influence of the actinomycete *Pasreuria penetrans* on the host-parasite relationship of the plant-parasite nematode *Meloidogyne javanica*. Purasitol., 93 : 571-580.

**BONES M. et ROSSITER T., 1996-** Physiologia Plantarum Volume 97, Issue 1, pages 194–208, May 1996.

**BONNEMAISON., 1961-** Les ennemis animaux et variétés des plantes et des forêts. Ed. Sep. Paris, Vol 1, 605 p.

**BROWN, S.M., SMART, G.C., 1985-** Root penetration by *Meloidogyne incognita* infected with *Bacillus pennerans*. J. Nematol. 17 (2): 123-126.

**CADET, P. et MATEILLE, T., 1985.** Les nématodes parasites des cultures vivrières au Togo. *Bull. Protect. Végét.* 9: 3-14.

**CADET, P.; QUENEHERVE, P. et HUGOT, R., 1987-** Incidence agronomique des traitements nématicides sur le rendement des cannes à sucre au Burkina Faso. *Phytoma*. 390 : 47-49.

**CAUBEL G. 1984-** influence du nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci* dans le développement de la bactériose « Café au lait » occasionnée par un biovar de *Pseudomonas fluorescens*. *Agronomie*, 4, 311-313.

**CAUBEL G., 1991-** Les nématodes des grandes cultures des parasites méconnus. *Agro-performances* n°21, pp :51-52.

**CAYROL J.C., 1991-** Cultures maraîchères : lutte biologique contre les nématodes à galle. *Ech. De Min., INRA*. n°58, pp: 3-6.

**CAYUEL M.L., MILLNER P.D., MEYER S.L.F., ROIG A., 2008-** Potential of olive mill waste and compost as biobased pesticides against weeds, fungi, and nematode. *Science Direct*. [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv); *Science of the total environment* 399(2008)11-18.

**CHAMPIGTON R., 1981-** Une méthode de lutte contre ses nématodes à galles des racines appartenant au genre *Meloidogyne*. *Def, des vege.*, n°207, pp :85-86.

**CHERIFI ADEL., 2012-** Effet du jus de lombricompost sur la phénologie de la tomate et son ravageur, *Tuta absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera, Gelechiidae), Thèse Ing., Inst. Agro. Blida

**CLARKE, D., 2010.** Glucosinolates, structure and analysis in food. *Anal. Methods*, 4, 301-416.

**CLERCQI, D. D., VANDESTEENE, L., COOSEMANS, J., and RYCKEBOER, J. 2004-** Use of compost as suppressor of plant diseases. In *Organic solid waste management*, edited by Lens, P., Hamelers, B., Hoitink, H. and Bidlingmaier, W. p. 331-351. IWA publishing. London.

**COVENTRY, E., NOBLE, R., MEAD, A., MARIN, F. R., PEREZ, J. A., and WHIPPS, J. M. 2006-** *Allium* white rot suppression with composts and *Trichoderma viride* in relation to sclerotia viability. *Phytopathology* 96: 1009-1020.

**DALMASSO A., et MISSONNIER J., 1986-** La lutte intégrée contre les nématodes pathogènes des *Meloidogyne* chez quelques solanées maraîchères. *Rev. phytop., défenses des cultures*, N378, pp :13-16.

**DE GUIRAN G et NETCHER C., 1970-** les nématodes du genre *Meloidogyne*

## Références bibliographiques

---

parasites de cultures tropicales. Chah. O.R.S.T.O.M., Ser. Bio., n°11, pp. 151-185.

**DE GUIRAN G., 1983-** Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés. Ed. Littorale S.A., Beziers, France, 41p.

**DELAMARRE., GUILLAUME BEAUGEY., 2011-** Désinfection des sols sous abri froid – Chambre d'Agriculture de Lot-et-Garonne Avec la collaboration des techniciens d'OP, stagiaire VALPRIM école INHP et Henri CLERC, INVENIO.

**DIA M. (1995 )-** Mise au point de différents composts avec des déchets de crevettes et utilisation contre les Méloïdogyne en culture légumière ( Tomate ).

**DJIAN-CAPORALINO C., BOURDY G. et CAYROL J.C., 2008** (nouvelle édition). Plantes nématicides et plantes résistantes aux nématodes, p. 125-185. Dans: Biopesticides d'origine végétale : potentialités phytosanitaires. C. Regnault-Roger et al, Editions Tec & doc, Lavoisier, Paris, 546 pp.

**DIONGUE A., 1996-** Initiations à la nématologie : application aux cultures maraichère, Dép .Formation en protection des végétaux, centre AGRHYMET, Niamey ,52p.

**DIONGUE A., 1996-** initiation a la nématologie :Application aux cultures maraichères \_Rapport de stage des techniciens supérieurs en protection des végétaux \_departement de formation en protection des végétaux Niamey BP 12625-niger,32p.

**DI VITO M. et EKANAYAKE H.M.R.K., 1985-** Relationship between population densities of *Meloidogyne incognita* and growth of resistant and susceptible tomato. Ins. nematol, agr. C.N.R, Bari, n° 11, pp151-155.

**DUKE S.O., 1999-** Natural pesticides from plants. In: Janick, J., Simon, J.E. (Eds.), Advances in New Crops. Timber Press, Portland, OR, pp: 511-517.

**EDDOUD A., 1989-** Contribution à l'utilisation des variétés résistantes de tomates en vue d'une lutte contre les *Meloidogyne* (*Nematoda*, *Meloidogynidae*) sous abris plastiques. Thèse. Ing. Agro., I.N.A. El-Harrach, 42 p.

**EI-KEBIRI L., 1993-** Contribution a l'étude de l'état d'infestation des culture maraichère sou-serres par les *Meloidogyne* dans quelque région littorale Algérois. étude de la répartition géographique des *Meloidogyne* spp. These. Ing. Agro. Blida, 53p.

**EISENBACK.J.D.,1985-** Diagnostic character useful in the identification of the for root knot nematode (*Meloidogyne spp*).and advanced treatise on *Meloidogyne* .Ed. by Sasser and Carter ,Carolina,pp.95-112.

**FOFANA B., BENHAMOU N., MCNALLY D.J., LABBE C., SEGUIN A. et BELANGER R.R., 2005-** Suppression of induced resistance in cucumber through disruption of the flavonoid pathway. Phytopathology, 95, 114-123.

**Fravel, D. R. 1988-** Role of antibiosis in the biocontrol of plant diseases. Annual Review of Phytopathology 26: 75-91.-Hoitink et Boehm, 1999

**GALET P., 1982-** Les maladies et les parasites de la vigne Tome II. Montpellier, pp. 887-892.

**GAMAL ABDALLA ELBADRI, DONG WOON LEE, JUNG CHAN PARK, HWANG BIN YU, HO YUL CHOO., 2008-** Evaluation of various plant extracts for their nematocidal efficacies against juveniles of *Meloidogyne incognita* . Journal of Asia-Pacific Entomology. Journal homepage : [www.elsevier.com/locate/jape](http://www.elsevier.com/locate/jape) ; 11(2008)99-102.

**G. DE GUIRAN et C. NETSCHER., 1970-** les nématodes du genre *Meloidogyne*, parasites de cultures tropicales.

**GERARD GAZEAU., 2012-** Le lombricompost, Chambre Régionale d'Agriculture Languedoc-Roussillon, 2012 : *Les produits organiques utilisables en Agriculture*

## Références bibliographiques

---

*Biologique en Languedoc-Roussillon.*

**GERMANI, G. (1979)**- Action du furadan sur le développement de l'arachide. *Oléagineux*. 34 : 157-458.

**GRAINGE M., AHMED S., 1988**- Handbook of plants with pest-control properties. John Wiley and sons, New york.

**GRIFFIN, D. G. et GESSEL, T.G., 1973**- Systemic nematicide control of *Heterodera schachtii* on sugarbeet. *Plant Diseases*. 57 : 942-945.

**HAOUGUI A., SARR E. et ALZOUOMA L., 2003**- Effet de l'amendement du sol par les plantes nématicides sur le développement de *Meloidogyne javanica* (Treubn 1885 ; Chitwood, 1949) et la croissance de la tomate. *Annales de l'Université A M de Niamey*, tome VII : pp.25-29.

**HAOUGUI A., TOUFIQUE M., SINABA F., DOUMMA A. et ADAM T., 2013**- Effet de fumiers d'animaux sur le développement de *Meloidogyne javanica* et la croissance du poivron sous serre. *J. Appl. Biosci.* 67, pp.5228 – 5235.

**HEDDAR A., 1992** – Etude préliminaire de l'influence des quelques caractères.

**HOFMAN, K., 1975**- Nematiz ideninflusse auf Frükartoffeln sowie *Heterodera rostochiensis* unter PE-Flachfolie in Abhängigkeit von Dosierungen und Sortenresistenz. *Mill. Bio. BundAnst. Ld. u. Forstw.*, 165 : 222-223.

**HUBER Gérald et SCHAUB CHRISTINE 2011**- La fertilité des sols : L'importance de la matière organique. Service Environnement-Innovation. 2 P

**IGHILI H., 1986**- Inventaire des nématodes phytophages sur cultures maraichères et sur palmier dattier dans la région de Ouargla.

**ISMAIL A.E, ABD-EI-MAGEED MM, RASHAD AA, and AWAAD MS, 2011**- Root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* suppression and changes of grapevine yield properties determined by waste residues from jojoba, black seed oil extraction and slow release nitrogen fertilizer. *Pak. J. Nematol.*, 29: 187-205.

**ISMAIL A.E. and MOHAMED MM, 2012**- Nematicidal potentiality of some animal manure combined with urea against *Meloidogyne arenaria* and growth and productivity of sugar beet under field conditions. *Pak. J. nematol.*, 30(1), pp. 57-65.

**JACOB P., 1997**- Investigations of the effect of nematophagous fungi against *Meloidogyne* sp. in vitro in *Lycopersicon esculentum*. *JRev. Nematol.*, Vol. 68, no, 45p.

**JACOB, J.J., ET MIDDEPIAATS W.C.T., 1988** – fascicule de détermination des principaux nématodes phytoparasites au stéréoscope. Cours de nématologie, TSP, VOL.2, niamey, niger, 175p. Jou- Essent – Oil- Res- vol n°7. pp : 425-428.

**JANVIER C., 2007**- Recherche d'indicateurs de la santé des sols. Pour l'obtention du grade de Docteur de l'Institut National Agronomique Paris-Grignon Discipline : Microbiologie du sol, Institut National Agronomique Paris-Grignon Ecole doctorale ABIES, 64p.

**JANVIER, C., VILLENEURE, F., ALABOUVETTE, C., EDEL-HERMANN, V., MATEILLE, T., and STEINBERG, C. 2007**- Soil health through soil disease suppression: which strategy from descriptors to indicators? *Soil Biology & Biochemistry* 39: 1-23.

**JEAN-CLAUDE CAYROL., CAROLINE DJIAN-CAPORALINO., et ELISABETH PANCHAUD- MATTEI., 1992**- La lutte biologique contre les Nématodes phytoparasites, *Le Courrier de la Cellule Environnement* n°17, août 1992.

**KIRKEGAARD, J.A., MATTHIESSEN, J.N., 2004**- Developing and refining the biofumigation concept. *Agroindustria* 3, 233-23

## Références bibliographiques

---

- KONG J.O., Lee S.M., MOON Y.S., Lee S.G., AHN Y.J., 2007-** Nematicidal activity of Cassia and Cinnamon oil compounds and related compounds toward *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda : Parasitaphelenchidae). *J. Nematol.* 39,31-36.
- KONSTANTINIDOU-DOLTISINIS S., MARKELLOU E., KASSELAKIL A.M., FANOUREAK, M.N., KOUMAKI C.M., SCHMITT A., LIOPA-TSAKALIDIS A. et MALATHRAKIS N.E 2006-** Efficacy of Milsana, a formulated plant extract from *Reynoutria sachalinensis*, against powdery mildew of tomato (*Leveillula taurica*). *Biocontrol*, 51, 375-392.
- MARI M. LEONI O. BERNARDI R. NERI F. PALMIERI S 2008-** Control of brown rot stonefruit by synthetic and glucosinolate-derived isothiocyanates. *Postharvest Biol Technol* 47:61-67.
- KERKENI A, HORRIGUE-RAOUANI N, et KHEDHER MB, 2007-** Effet suppressif de cinq extraits de compost vis-à-vis du nématode à galles *Meloidogyne incognita*. *Nematol. Medit.*, 35, pp.15-21.
- KOUACHE A., 1991-** Contribution à l'étude de l'état d'infestation des cultures maraichère sous abris-serres par les *Meloidogyne* (Nematoda, *Meloidogynidae*) dans la région de Bou-Ismaïl. Essai de comportement varietal. Thèse. Ing., INES. Blida, 73 p.
- KUMARI, R., VERMA, K.K., DHINDSA, K.S. et BHATTI, D.S.,1987-** Screening of aerial parts of *Duturu*, *Ipomea*, *Tugefes* and *Luwsoniu* for their nematicidal control activity on *Meloidogyne javanica*. *Agric. Sci. Digest India*, 7: 2 13-216.
- LAMBERTI, F., 1979-** Chemical and cultural methods of control. In : Lambert et F. et Taylor, C.E. (E~S). *Root-knot nematodes (Meloidogyne species)*. Systematics, biology and control, Academic Press, London : 341-357.
- LEE S.C.,AHN Y.J.,PARK J.D., KIM .J.C., CHO K.Y., LEE H.N., 2001-** Fungicidal activity of 46 plant extracts against rice sheath blight, tomato late blight, cucumber gray mold, barely powdery mildew and wheat leaf rust. *Korean J. Pesticide Sci.*5, 18-25.
- LOUNICI M., 1991 -** Contribution à l'étude des relations *Meloidogyne* - plant-hôte. Thèse. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 39 P.
- LUC, M., 1962-** Les nématodes en cultures tropicales. *Fed. Nat. Group. Proto Cult.*, Paris, 79-82.
- MACHON J.E. et HUNT D.J., 1989-**Root-knot nematodes (*Meloidogyne species*). 4<sup>th</sup> Intern. Train Course on identify of plant nematodes Ed. C.A.B. Intern., 14 p.
- MALIK S., 2000-**Étude du comportement histologique de variétés de tomate vis des *Meloidogyne*. Thèse. Ing. Agro., INES. Mascara, 61 p.
- MALIK M.S., N.K. SANGWAN, K.S. DHINDSA, K.K. VERMAN AND D.S.**
- MATILE P., 1980.** «Die Senfölbombe»: Zur Kompartimentierung des Myrosinasesystems. *Bio- chem. Physiol. Pflanzen* 175,722-731. *Pesticides* 21,pp 30–32.
- MANKAU, R.,1980-** Biological control of *Meloidogyne* population by *Bacillus penetrans* in West Africa. *Rev. Nématol.* 12 : 330.
- MARADJI C., 1994-** contribution à l'étude de quelques facteurs influençant l'agressivité des *Meloidogyne* sous abris serre dans quelques régions du littoral Algérois. Etude de la biologie des *Meloidogyne spp*. Thèse. Ing., INES. Blida, 65 p.
- MARNICHE F., 1996-** La bio écologie des *Meloidogyne spp* dans la région de Staouali. Etude comportement de deux variétés de tomate nouvellement introduites en Algérie vis-à-vis des *Meloidogyne* Thèse Ing. Aro. Inst. Nat. Agro. El-

## Références bibliographiques

---

Harrach, 67 P.

**MATTHIESSEN, J.N., KIRKEGAARD, J.A., 2006-** Biofumigation and enhanced Biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Critical Reviews in Plant Sciences* 25, 235-265.

**MAZOLLIER C, VEDIE H., 2008-** les engrais verts en maraichage biologique, France, Juillet 2008.

**MAZOUNI N., 1977-** Contribution a l'étude des nématodes phytoparasites dans les pépinière fruitières de BOUFARIK,CAP DJENET ,TADMAIT. Thèse. ING. Agro.,INA.El harach,52p.

**MESSIAEN C.M., 1981-** Les variétés résistantes, méthode de lutte contre les maladies et ennemis des plantes. 3<sup>ème</sup> Édition. INRA, Paris, 55p.

**MESSIAEN C.M., BLANCARD D., ROUXEL F. et LAFOND R., 1991-**les maladies des plantes maraichères. 3<sup>ème</sup> édition. INRA 552p.

**MIAN, J.H. et RODRIGUEZ-Kàbana, R.,1982-** Survey of nematicidal properties of some organic materials available in Alabama amendments to soil for control of *Meloidogyne arenaria*. *Nematropica*, 12: 234-245.

**MICHEL V., H. AHMED et A. DUTHEIL., 2007-**La biofumigation, une méthode de lutte contre les maladies du sol. Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW Directeur, www.acw.admin.ch, 145p.

**MOKABLI A., 1988 -** Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agrisivité des *Meloidogyne* sous abris serres en Algérie.

Thèse Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 69p.

**MOTISI N., MONTFORT F., FALOYA V., LUCAS P., DORE T., 2009-** Growing *Brassica juncea* as a cover crop and then incorporating its residues provide complementary control of *Rhizoctonia* root rot of sugar beet. *Field Crop Research*. 113 (3-4), 238-245. doi:10.1016/j.fcr.2009.05.011

**NADJI A., 1988-** Inventaire de la nématofone sur culture maraichère et contribution a l'étude de quelque aspects biologiques meloid gyne.

These.Ing.Agro.,I.N.A .El-harach,23P .

**NAHAR, M. S., GREWAL, P. S., MILLER, S. A., STINNER, D., STINNER, B. R., KLEINHENZ, M. D., WSZELAKI, A., and DOOHAN, D. 2006-** Differential effects of raw and composted manure on nematode community, and its indicative value for microbial, physical and chemical properties. *Applied Soil Ecology* 34: 140-151.

**NEBIH HADJ-SADOK D., AOUNI., 2006-** Effet des proteines (Cytoplasmique et pariétale) des tagets minuta sur les larves infestants(L2) de *Meloidogyne* . Dans les conditions de laboratoire 6<sup>iem</sup> j.

**NETSCHER, C., 1983-** Control of *Meloidogyne incognita* in vegetable production by trop rotation in Ivory Coast. *Acru Horr.*, 152: 219-225.

**NETSCHER C., et SIKORA A.,1990-** Nematodes parasites of vegetable .In plant parasitic nematode in tropical and subtropical agriculture.Ed.luc M .,SIKORA A.et Bridge.CAB Internation,pp.237-283.

**NOBLE, R., and COVENTRY, E. 2005-** Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review. *Biocontrol Science and Technology* 15: 3-20.

**NWANGOUMA E.I. and FAWOLE B., 2004-** Efficacy, of organic soil amendment on the populations of *Meloidogyne incognita* on okra in South-Western Nigeria. *Nigerian J. Horticul. Science*, 9: 89-95.

**ORTON WILLIAMS K.J., 1973-***Meloidogyne incognita*.

C.I.H descrip of plant parasite nematodes. Intern. OXON (U.K) pp. 237-283.

**ORTON WILLIAMS K.J., 1973-***Meloidogyne incognita*.

C.I.H descrip of plant parasite nematode. Set 3, n°3, 4p.

## Références bibliographiques

---

- ORTON WILLIAMS K.J., 1974-***Meloidogyne hapla*.  
C.I.H descrip of plante parasite nematodes. Set 2. N° 18, 4 p.
- OKA Y., S. NECAR, E. PUTIEVSKY, U. RAVID, Z. YANIV and SPIEGEL Y., 2000**  
- Nematicidal activity of essential oils and their components against the rootknot nematode. *Phytopathology* 90, pp 710–715.
- OKA Y., 2010** - Mechanisms of nematode suppression by organic soil amendments--A review, *Applied Soil Ecology*, Vol.44, Issue 2, Nematology ,Unit, Gilat Research Center, M.P. Negev 85280, Israel,pp 101-115.
- PAKEERATAN P, MIKUNTHAN G, THARSHANI N., 2009-** Effect of different animal manure on *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) on tomato. *World J. Agric. Sci.*, 5(4), pp. 432-435.
- PANCHAUD METTEI E., 1990-** Possibilités d'utilisation pratique en agriculture contre les nématode a galles et Kystes : propriétés nématicides de quelque plantes .P.H.M. *Revue horticole*, n 309, PP : 29-31.
- PAPADOU POULOU J. et TRIANTAPHYLLOU A.C, 1982-**Sex différenciation in *Meloidogyne incognita* and anatomical evidence of sex reversal. *Journ of Nematology*, Vol. 14(4), pp. 549-566.
- PAPAVIZAS, G.C. and C.B. DAVEY. 1992-** Activity of *Rhizoctonia* in soil as affected by carbon dioxide. *Phytopathology*, 52: 759-766.
- PAULITZ, T. C. 1989-** Biochemical and ecological aspects of competition in biological control. *New directions in biological control. Alternatives for suppressing agricultural pests and diseases.*, at Frisco, USA.
- PARK I.K, PARK J.Y, KIM K.H, CHOI K.S, CHOI I.H, KIM C.S et SHIN, S.C., 2005-** Nematicidal activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and (*Cinnamomum verum*) oils against the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), *Nematology* 7 pp.767–774. Full Text via Cross Ref View Record in Scopus Cited By in Scopus (21).
- PITT, D., TILSTON, E. L., and GREONHOF, A. C. 1998-** Recycled organic materials (ROM) in the control of plant disease. *International Symposium on Composting and Use of Composted Materials for Horticulture* 469: 391-403.
- RAJ, M.A. et MANI, A., 1988-** Biocontrol of *Meloidogyne javanica* with the bacterial spore parasite *Pasteuria penetrans*. *Int. Nematol. Netw. Newsl.*, 5 : 3-4.
- RAYNAL G., GONDERAN., 1989-** Ennemis et maladies des prairies. Ed.INRA, Paris, 241p.
- REDDY P.P, 1983-** Plant nematology  
*Agri. Publ. Acad. New Delhi*, 287 p.
- RITTER M., 1958-** Caractères du cycle évolutif d'un *Meloidogyne*. Nématode parasite de la tomate. *C.R.Acad.Sci. France*. PP. 1773 – 1776
- RITTER M., 1973** - Cycle et développement des *Meloidogyne*. *OEPP/ITPO Bull.* 9. PP. 53 – 59
- RITTER M., 1985-** Connaissance nouvelles sur la biologie des nematodes conséquence pratiques. *C.R Acad. France*. 71(7), pp. 691-704.
- RODRIGUEZ-KABANA, K., Iwy, H. et BACKMAN, LA., 1987-** Peanut-cotton rotation for the management of *Meloidogyne arenaria*. *J. Nematol.*, 19 : 484-486.
- ROLLIN P. ET PALMIERI S., 2004-** Sulfur-containing metabolites in Brassicales. *Agroindustria* 3,241-244. Ciossais-Besnard et Larher, 1991 ; Bellostas et al, 2007.

## Références bibliographiques

---

**ROSSNER, J. et ZEBITZ, C.P.W., 1986**- Effect of neem products on nematodes and growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) plants. In : Schmutterer, H. et Ascher, K.R.S. (E-S) Natural pesticides from neem tree (*Azadirachta indica*) A. JUS~, and other tropical plants. Proc. 3rd International Neem Conference, Nairobi, Kenya, 10-15 July 1986.

**ROUSSELLE P., ROBERT Y. et CROSNIER J.C., 1996**- La pomme de terre. I.N.R.A, Paris. pp. 172-176.

**SAFIDDINE F., 2012**- effet des biofertilisants sur l'évolution des mitabolites secondaires des plantes de tomate et le developpement des nematodes a galles dans des conditions controleer. Thèse master, blida, P 110.

**SALLAMI et MOUFARAH. 1994**- Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité et l'éclosion des larves de *Meloidogyne*. Incognita, Mededelingen Facultat landbowkundige. En Toegepaste Biologische wetenschappen. Universiteit Gent 59, pp : 813-816.

**SANGWAN N.K., K.K. VERMA, B.S. VERMA, M.S. MALIK and K.S. DHINDSA, 1985** - Nematicidal activity of essential oils of *Cymbopogon* grasses. *Nematologica* 31, pp 93-99.

**SARR, E.j BAUJARD, P. et MARTINY, B., 1989**- Études sur les nématodes, les nématicides et le niébé (*Vigna unguiculata*) dans la zone sahéenne du Sénégal I. Résultats des expérimentations au champ. *Rev. Nématol.*, 12: 171-176.

**SAUNKARANARAYANAN C. HUSSAINI S.S., KUMAR P.S. et**

**RANGESHWARAN R., 2000**- Biological Control of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and white 1919) Chitwood 1949 on tomato by *Verticillium chlamyosporium* goddard cultured on different substrates. *Nemato. Abst.*, Vol.70, n° 2, pp. 70- 99.

**SATTI A.A., BASHIR N.H.H., ELKHIDER E., NASER O.E., 2003**- Effect of neem seeds kernels and « handal » extracts on muskmelon pests complex. Univ. Of Khartoum J.Agr.Sci.11, 40-58.

**SATTI A.A., NASER O.E., 2006**- Effect of neem (*Azadirachta indica* A.Juss) seed powder aqueous extracts on the control of some major foliage insect pests of eggplant. *Albuhuth* 10,1-16.

**SAXENA D.B., B.K. GOSWAMI and S.S. TOMAR, 1987** - Nematicidal activity of some essential oils against *Meloidogyne incognita*. *Indian Perfume* 31, pp 150-154.

**SCHEUERELL, S. J., SULLIVAN, D. M., and MAHAFFEE, W. F. 2005-**

Suppression of seedling damping-off caused by *Pythium ultimum*, *P. irregulare*, and *Rhizoctonia solani* in container media amended with a diverse range of Pacific northwest compost sources. *Phytopathology* 95: 306-315.

**SCOTTO LA MASSESE C., 1961**- Aperçu sur les problèmes des phytoparasites aux cultures en Algerie.jour.d'étude.et d'info A.C.T.A,paris XII éme,pp :61\_70.

**SCOTTO LAMASSESE C., 1986** - Influence des caractéristiques bioécologiques des milieux sur la distribution des nématodes telluriques.*Bull. Rech.*

*Agr.Gembloux*, n°2, PP. 255 - 272.

**SELL, P. et HANSEN, C., 1987**- Relationship between root-knot nematodes and their natural antagonist *Pastcaria penetrans*. *Meded. Fac. Lund. Rij. Gent*, 52 : 601-

## Références bibliographiques

---

607.

**SELLAMI S et CHEIFA M., 1997-** Effet de *Tagetes erecta* contre les *Meloidogyne* sous abris plastique, Symposium International de phytopharmacie et phytiairie, Sect 6, pp:72-73.

**SIDDIQUI, 2004- Siddiqui ZA, 2004-** Effect of plant growth promoting bacteria and composted organic fertilizers on the reproduction of *Meloidogyne incognita* and tomato growth. *Bioresource Technology*, 95:223-227.

**SIKORA RA. et FERNANDEZ E 2005-** le nématode Les parasites de légumes. Dans: parasite des plantes Nématodes dans subtropicale et tropicale L'agriculture. Luc M, Sikora RA, Pont J (Éditeurs) 2e édition, CABI Wallingford, au Royaume-Uni. pp 319-392.

**SINCLAIRE, .J.B., 1968-** Fungicide nematicide tests. Results of 1967. *Plant Disaeses*, 57: 942-945.

**SELL, P. et HANSEN, C., 1987-** Relationship between root-knot nematodes and their natural antagonist *Pastcaria penetrans*. *Meded. Fac. Lund. Rij. Gent*, 52 : 601-607.

**SMAHA D., 1991-** Essai de mise au point d'une méthode de lutte intégrée contre les *Meloidogyne* sous-serre dans les régions littorales Algéroise. Thèse. Ing. Agro., I.N.A El-Harrach, 65 p.

**SUBBARAO, K. V., HUBBARD, J. C., and KOIKE, S. T. 1999-** Evaluation of broccoli residue incorporation into field soil for *Verticillium* wilt control in cauliflower. *Plant Disease* 83: 124-129

**STEVENS, C., KHAN, V., TANG, A.Y. et BONSI, C., 1988-** The effect of soil solarisation on growth response and root-knot damage of sweet potato. *Hort Sci.*, 23 : 827.

**SWIFT, M.J. et WOOMER, P., 1993-** Organic matter and the sustainability of agricultural systems: Definition and measurement. In: Soil organic matter dynamics and sustainability of tropical agriculture. Proceedings of international symposium, 4-6 november 1991, Lelven, Belgium. MULONGOY, K. et MERCKX, R. (Eds.) John Wiley et Sons. 3-18.

**TABOUCHE F., 2000-** Etude de l'influence de la plante hôte et de la densité nématologique sur les variations morphologique de *M.inncognita*.

**TERMORSHUIZEN, A. J., VAN RIJN, E., VAN DER GAAG, E. D.**

**J.,ALABOUVETTE, C., CHEN, Y., LAGERLOF, J., MALANDRAKIS, A. A., PAPLOMATAS, E. J., RAMERT, B., RICKEBOER, J., STEINBERGt, C., and ZMORA- NAHUM, S. 2006-** Suppressiveness of 18 composts against 7 pathosystems: variability in pathogen response. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2461-2477.

**THAKAR, N.A., PATEL, H.R. et PATEL, C.C., 1987-** Azolla in management of root-knot disease in okra. *Indinn J. Nematol.*, 17: 136- 137.

**TIMM L, PEASON D. and JAFFEE B, 2011-** Nematode trapping fungi in conventionally and organically managed corn-tomato rotations. *Mycologia*, 93: 25-29.

**TRACOL A et MONTAGNEUX G., 1987-** Les animaux nuisibles aux plantes

## Références bibliographiques

---

ornementales.

Ed. Tracol et Montangneux, France, 434p.

**VALLAD, G. E., COOPERBAND, L., and GOODMAN, R. M. 2003-** Plant foliar disease suppression mediated by composted forms of paper mill residuals exhibits molecular features of induced resistance. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 63: 65-77.

**VILLENAVE C., FERNADEZ P., BADIANE A., SENE M., GANRY F. et OLIVERI R., 1998** - Influence du travail du sol et l'apport de compost sur les peuplements de nématodes phytophages. CD - rom, Poster, Symposium n° 32, XVI<sup>e</sup> Congrès Mondial de l'Association Internationale de science du sol.

**VILLENEUVE, F. 1999-** Legumes plein champ : Protection phytosanitaire respectueuse de l'environnement. Editions Ctifl. Paris, France Tenuta et Lazarovits 2004

**VISVANATHAN., 2005-** Vermicomposting as an Eco-tool in Sustainable Solid Waste Management, Asian Institute of Technology, Anna University, India.

**VOLCY C., 1993** – Relation affects of nitrogen and potassium and egg population of *Meloidogyne incognita* on tomato damage. *Rev. Nematology. Abstr.* Vol. 64, n°3, PP. 101- 110.

**WALLACE H.R., 1966-** Nématologica in plant parasitic nemtode.morphologie. Anatomic. Taxonomic. Ecology. Ed.

Acad.Press .vol. 1. London. PP. 236 - 253.

**Wang, K.-H., B. S. Sipes, and D. P. Schmitt. 2001-** Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotolaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*. *Nematropica* 31:237-251.

**YEZLI M., 1995-** Etude de l'agressivité des souches d'*Arthrosatrys irregularis* (souches algériennes) vis à vis des larves de *M incognita*. Recherche des milieux des cultures pour une production massive. thèse, Ing., Inst., Agro., El Harrache, 68p.

# ANNEXE

## 1- Lombricompost

Appelé également vermicompost, le lombricompost est un produit organique issu d'un processus de décomposition de la matière organique particulier faisant intervenir des vers de terre.

Les matières organiques sont ingérées et rejetées par les vers de terre sous forme de turricules, elles se présentent alors sous forme d'un amendement organique de couleur brune, stabilisé, de granulométrie très proche d'un compost. (GERARD GAZEAU, 2012)

## 2- Tableau n°1 : Nombre Moyenne des galles :

traitement	CHP D1	CHP D2	CHF D1	CHF D2	LOMP D1	LOMP D2	LOMF D1	LOMF D2	TM
moyenne des galles	4	5,33	6	7	9	6,66	7	3,33	23

## 3- Tableau n°2 : L'effet des traitements sur la croissance journalier (cm) des plants de la tomate var. (*Tavira*).

Traitements	0 jour	14 jours	28 jours	42 jours	La croissance/j Corrigée
Chou fleur poudre D1	16,5	18,66	20	21,16	0,651912417
Chou fleur poudre D2	13,83	15,33	16,5	17,83	0,63321386
Chou fleur fraiche D1	14,83	16,83	17,83	19,83	0,75351213
Chou fleur fraiche D2	17,16	18,33	19,66	21,66	0,58702493
Lombricompost poudre D1	16,33	17,5	18,83	20,33	0,54714968
Lombricompost poudre D2	18	19,16	19,83	21,16	0,39437541
Lombricompost fraicheD1	16,83	17,83	18,5	19,16	0,31004489
Lombricompost fraiche D2	16,66	17,66	18	18,66	0,27240661
Témoin SF SN	16	16,75	17,5	18	0,282186949
Témoin SF +N	18,75	19,5	19,75	20	0,150793651

## ANNEXE

**4- Tableau n°3 :** L'effet des traitements sur la biomasse fraîche des parties racinaire et aérienne des plants de la tomate Var. (*Tavira*).

traitements	Poids p. racinaire	Poids p. aérienne
CHP D1	1,2	3,4
CHP D2	0,83	3,3
CHF D1	1,13	3,53
CHF D2	1,16	4,26
LOMP D1	1,16	4
LOMP D2	0,86	2,73
LOMF D1	0,56	1,83
LOMF D2	0,9	2,46
TM SF SN	0,6	1,35
TM SF+N	0,4	1,15

**5- Tableau n°4 :** L'effet des traitements de *Brassica oleracea* et lombricompost sur l'infestation des plants par le *Fusarium*.

traitement	Poids partie aérienne	Poids racine
CHP D1	2,05	0,6
CHP D2	1,95	0,23
CHF D1	2,183333333	0,53
CHF D2	2,916666667	0,56
LOMP D1	2,65	0,56
LOMP D2	1,383333333	0,26
LOMF D1	0,483333333	-0,03
LOMF D2	1,116666667	0,3