

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب – بلية

Université Saad Dahleb –Blida

Faculté des Sciences Agrovétérinaire

MEMOIRE

En vue de l'obtention du

Diplôme de Master II en Science de la Nature et de la vie

Spécialité : Phytopharmacie

Evaluation de l'activité nématocide des extraits d'Ail
Contre *Meloidogyne incognita* (White et Kofoid, 1919) Chitwood
1949 (*Nematoda : Meloidogynidae*) sur la culture de Melon

Par : M^{elle}. ABDESSEMED Samira

Jury :

Président :	M ^{me} . NEBIH. D	MCB	U.S.D.B
Promotrice de thèse :	M ^{me} . GUENDOUZ-BENRIMA. A	Professeur	U.S.D.B
Examinatrice de thèse:	M ^{me} . SABRI. K	MAA	U.S.D.B
Examinatrice de thèse:	M ^{me} . OUANIGHI. H	MAA	U.S.D.B

Année Universitaire : 2012- 2013

Sommaire

Sommaire.....	3
Liste des figures.....	5
Liste des tableaux.....	6
Introduction.....	7
Première partie : Etude bibliographique	9
Chapitre I : Généralités sur les nématodes du genre <i>Meloidogyne</i>	
I-Caractéristiques générales des <i>Meloidogyne</i>	9
I-1- Position systématique.....	9
I-2- Description des <i>Meloidogyne</i>	10
I-3- Cycle de développement des <i>Meloidogyne</i>	12
I-4- Ecologie des <i>Meloidogyne</i>	14
I-5- Symptômes, dégâts et seuil de nuisibilité des <i>Meloidogyne</i>	15
II- Méthodes de lutte contre les <i>Meloidogyne</i> spp.....	15
II-1- Méthodes prophylactiques.....	16
II-2- Méthodes culturales.....	16
II-3- Méthodes chimiques.....	17
II-4- Méthodes physiques.....	17
II-5- La lutte génétique.....	18
II-6- La lutte biologique.....	18
II-7- La lutte intégrée.....	19
II-8- Substances naturelles ou Extraits végétaux.....	20
Chapitre II : les plantes nématicides	21
Généralités	
I-Réactions des plantes aux nématodes.....	21
II-Mécanismes d'action contre les nématodes.....	22
III-Méthodes d'utilisation.....	22
VI- Efficacité des extraits aqueux des plantes contre les nématodes.....	22
V- Extrait d'Ail.....	24
V-1 Origine.....	24
V-2 Aspect botanique.....	24
V-3 Classification.....	25
V-4 Principaux constituants.....	25
V-5 Composition.....	25
V-6 Utilisation.....	26
V-7 Potentialités des alliées dans la lutte contre les nématodes.....	26
Deuxième partie : Etude expérimentale	27
Objectif.....	27
I-Matériels et méthodes.....	27
I-1-Matériel biologique.....	27
I-2-Matériel végétal.....	27
I-3- Préparation de l'infusé à partir des végétaux.....	27
I-4- Le produit chimique.....	28
I-5- Efficacité des deux variétés d'Ail en comparaison avec « Agroallium Terra » contre le développement des <i>Meloidogynes</i>	28
Objectif.....	28
I-5-1 Mode opératoire.....	28
I-5-2 Semis.....	29
I-5-3 Repiquage.....	29

I-5-4 Dispositif expérimental.....	31
I-5-5 Calendrier cultural.....	32
I-6 Analyse nématologique.....	32
I-7 Evaluation de l'indice de galles	33
I-8 Evaluation du comportement de la culture de Melon vis à vis des <i>Meloidogyne</i>	36
Troisième partie : Résultats et discussion	38
I-Résultats.....	38
I-1 Identification des nématodes sur le précédent cultural (03 variétés).....	38
I-2 Evaluation de l'Indice de Galles du précédent cultural Tomate (03 variétés).....	38
I-3 Evaluation de l'indice de vigueur de la culture de Melon.....	39
I-4 Evaluation de l'indice de galles de la culture de Melon.....	40
I-5 Evaluation du poids du fruit en Kg.....	42
I-6 Evaluation du nombre de fruit.....	42
I-7 Evaluation du Rendement (q/ha).....	43
II-Discussion.....	44
Conclusion générale.....	46
Références bibliographiques.....	47
Annexes.....	55

Liste des figures

Figure 1 : Morphologie des <i>Meloidogyne</i> spp D'après Eisenback et Triantaphyllou (1991).....	11
Figure 2 : Cycle de développement des nématodes à galles, <i>Meloidogyne</i> spp D'après Agrios (2005)...	13
Figure 3 : Racines infestés de la Tomate Variété TIMGAD.....	30
Figure 4 : Racines infestés de la Tomate Variété TOFANE.....	30
Figure 5 : Racines infestés de la Tomate variété TAVIRA.....	30
Figure 6 : Dispositif expérimental en Blocs aléatoire complet.....	31
Figure 7 : Technique d'extraction des nématodes à partir du sol D'après, Dalmasso (1966).....	34
Figure 8 : Technique d'extraction des nématodes à partir des racines D'après, Coolen et Herde (1972).	35
Figure 9 : Notations de l'Indice de galles (IG).....	36
Figure 10 : Indice de Vigueur (IV).....	37
Figure 11 : Nématode sur les racines de tomate (précédent cultural).....	38
Figure 12 : Variation des moyennes de l'Indice de Vigueur en fonction des traitements.....	40
Figure 13 : Variation des moyennes de l'Indice de Galles en fonction des traitements.....	42
Figure 14 : Variation des moyennes du poids de fruit en fonction des traitements.....	42
Figure 15 : Variation des moyennes du nombre de fruit en fonction des traitements.....	43
Figure 16 : Variation des moyennes du Rendement (q/ha) en fonction des traitements.....	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales caractéristiques du Mocap (fiche technique BAYER).....	28
Tableau 2 : Travaux réalisés pour la culture du Melon.....	32
Tableau 3: Indice de galles du précédent cultural.....	39
Tableau 4: Indice de Vigueur de la culture de Melon.....	39
Tableau 5: indice de galles de la culture de Melon.....	41

Introduction

Les cultures sous abri offrent la possibilité d'une production de légumes de haute valeur ajoutée en jouant sur la précocité. Elles permettent d'étaler les récoltes de fruits et légumes tout le long de l'année.

Néanmoins ces cultures sont sujettes à de nombreux bioagresseurs qui infligent de fortes pertes de rendements en quantité et en qualité. Les nématodes phytoparasites en particulier les nématodes à galles du genre *Meloidogyne* sont considérés comme des ennemis redoutables de ces cultures. (Hammache, 2010).

Les nématodes à galles particulièrement constituent les espèces les plus importantes parmi les nématodes phytoparasites dans le monde (Kiewnick, 2006). En Algérie, Ils représentent une menace assez sérieuse sur cultures maraîchères (Sellami et *al.*, 1999).

Le mode intensif de conduite de ces cultures est accompagné généralement par une pullulation de certains bio agresseurs notamment les nématodes phytoparasites qui causent près de 14% des pertes de rendement dans le monde (Agrios, 2005).

Les méthodes de lutte employées actuellement contre les nématodes se basent en grande partie sur l'utilisation des pesticides de synthèse. Leur efficacité est en effet indéniable, du fait que ces produits ont eu souvent des effets positifs sur l'amélioration des rendements et la qualité des produits agricoles. Cependant, ces composés organiques de synthèse causent de sérieux problèmes à l'Homme et à l'environnement. (Medjahed, 2010).

En effet, l'application de ces produits de synthèse a eu pour conséquence l'accumulation de résidus toxiques dans la nature mais aussi dans les produits agricoles (Matos et Ricardo, 2006 in Medjahed, 2010).

Afin d'assurer une protection efficace de la production agricole d'une part et de contribuer à une gestion durable de l'agro écosystème d'autre part, plusieurs approches se sont focalisées sur le développement de méthodes de lutte biologique. Parmi ces approches, un volet a attiré l'attention des chercheurs ces dernières années : l'utilisation des extraits végétaux ou substances naturelles qui constituent un moyen de lutte respectueux de l'environnement et efficace à l'égard de nombreux ennemis de cultures et demeure un moyen alternatif prometteur (Ngamo, 2004).

Selon Duval (1991), un grand nombre de plantes nématicides ont été identifiées depuis les 30 dernières années. Bertrand (2001) rajoute que plus de deux cents espèces de plantes, appartenant à 80 familles botaniques, sont étudiées pour leurs propriétés nématicides. D'après le même auteur

c'est sur l'activité nématocide de certains végétaux que s'appuient les pratiques empiriques utilisées en Afrique, en Amérique du sud et en Asie pour protéger les cultures contre les nématodes.

Les substances impliquées dans les bénéfiques effet d'*Allium* spp. sur la santé de l'homme sont essentiellement composés de soufre, tels que disulfides (DS) et thiosulfates (Ti) (Agarwal, 1996). Ces produits chimiques sont également responsables des défenses naturelles de ces espèces herbivores contre les parasites et agents pathogènes. Ils sont insecticides, fongicides, acaricide, un effet nématocide sélectif, et bactéricide (Auger et al, 2004).

L'objectif de ce présent travail est d'étudier l'effet nématocide de deux variétés d'Ail : Thermidrome, Rouge local et un produit à base d'Ail « Agroallium Terra » d'une part, et le comportement de l'espèce cultivé Melon sur le développement des *Meloidogynes* d'autre part.

Première partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les nématodes du genre *Meloidogyne*

Les nématodes à galles du genre *Meloidogyne*, endoparasites sédentaires des racines, sont des ennemis redoutables pour les cultures. (Hammache, 2010).

En Algérie, la présence de ce nématode a été signalée pour la première fois par Delassus en 1928 dans les zones maraîchères de la Mitidja (In Scotto la Massèse, 1962). Il est toujours considéré comme le plus redoutable sur ces cultures, il est présent dans la quasi totalité des parcelles des zones maraîchères du pays et constitue une menace redoutable sur ces cultures (Sellami et al., 1999). Dans les années 90, les cultures étaient infestées par ces nématodes à plus de 60 % dans la wilaya de Tipasa à l'Ouest d'Alger (Mokabli, 1988) et à plus de 80 % des serres du littoral algérois (El Kebiri, 1993).

I- Caractéristiques générales des *Meloidogyne*

Les *Meloidogyne* appelés communément « nématodes à galle » sont des endoparasites sédentaires des racines appartenant au phylum des Nematoda et à la famille des *Meloidogynidae* (Agrios, 2005). Ce sont des vers microscopiques telluriques mesurant environ 0,4 mm pour les femelles et 1 mm pour les mâles. Ils sont de forme cylindrique et allongé, possédant un stylet d'une longueur de 16 µm qui permet de perforer les cellules des vaisseaux conducteurs de sève. Ils survivent dans le sol sous forme de larves du 2ème stade. Ce genre est caractérisé par un dimorphisme sexuel très prononcé (Raynal et al., 1989).

I-1- Position systématique

Agrios en 2005 propose la classification suivante des *Meloidogyne* :

Phylum :	<i>Nematoda</i>
Classe :	<i>Secernentea</i>
Ordre :	<i>Tylenchida</i>
Sous ordre :	<i>Tylenchida</i>
Super famille :	<i>Tylenchoidea</i>
Famille :	<i>Heteroderidae</i>
Sous famille :	<i>Meloidogyninae</i>
Genre :	<i>Meloidogyne</i>

Plusieurs espèces de *Meloidogyne* ont été identifiées et décrites, dont quatre présentent une importance particulière dans le bassin Méditerranéen :

- *Meloidogyne hapla* (Chitwood, 1949) :
- *Meloidogyne javanica* (Treub, 1985) Chitwood, 1949.
- *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949.
- *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) Chitwood, 1949.

Meloidogyne incognita est l'espèce la plus répandue responsable à elle seule de plus de 66% des pertes causées par les nématodes à galles dans le monde (Gurr et al., 1992).

I-2- Description des *Meloidogyne*

Les *Meloidogyne* sont des parasites obligatoires du système racinaire des plantes. Ce sont de petits vers microscopiques qui sont caractérisés par un dimorphisme sexuel très prononcé (Figure 1):

- Les femelles sédentaires des *Meloidogyne*, sont piriformes, de couleur blanche, et mesurant environ 0.40 à 1.30 millimètres de long et 0.27 à 0.75 millimètres de large. Chaque femelle pond environ 500 œufs dans une substance gélatineuse (Agrios, 2005).
- Les œufs en forme d'haricot ont des dimensions de longueur allant de 75 à 113µm et de largeur variant de 30 à 60µm (Jones et al., 1997).

Les mâles et les juvéniles du deuxième stade sont actifs et vermiformes et ont des tailles allant de 1 à 1.5 millimètres de longueur et de 300 à 500 micromètres de largeur respectivement. La fécondité des espèces de *Meloidogyne* est différente, ceci est dû à la génétique et à la variance spécifique de ce genre (Ferris et al., 1978). Une femelle de nématode à galles peut pondre entre 500 et 1000 œufs (de Guiran et Ritter, 1979). Parfois, le nombre d'œufs pondus par une femelle est plus élevé, De Guiran (1983) a dénombré 3000 œufs.

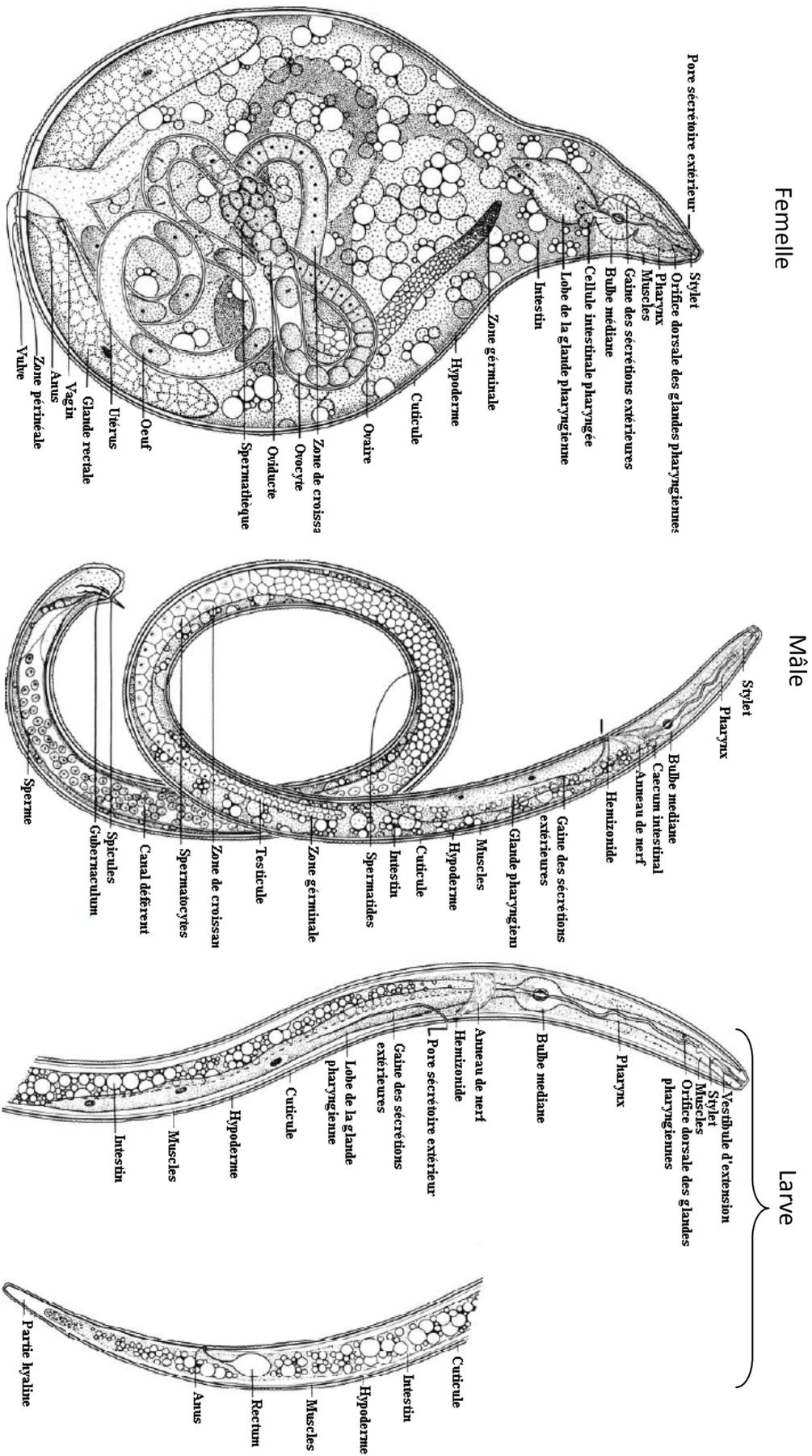


Figure 1 : Morphologie des *Meloidogyne* spp
D'après Eisenback et Triantaphyllou (1991)

I-3- Cycle de développement des *Meloidogyne*

Les nématodes à galles vivent dans le sol sous forme de larves du deuxième stade. Les juvéniles du deuxième stade pénètrent dans les poils des racines grâce à leur stylet et se fixent au voisinage du cylindre central où elles vont subir les différentes mues pour atteindre les stades mâle ou femelle (Figure 2).

Les femelles de *Meloidogyne* en se fixant, causent ainsi des mitoses des cellules végétales, ce qui entraîne la formation des cellules multinuclées. Ces dernières constituent des sites nourriciers du nématode, qui sont localisés autour de la cellule géante et la tête du nématode (Davis et *al.*, 2008).

En réponse aux piqûres du parasite, les cellules corticales de l'hôte s'hypertrophient et donnent des galles d'un diamètre allant de 2 à 4 mm sur de petites racines, lorsqu'elles correspondent à un seul individu, mais peuvent devenir plus grosses dans le cas d'attaques multiples. La taille et la forme des galles dépendent de l'espèce de *Meloidogyne* mais aussi de la plante hôte.

Pour se nourrir, et juste après l'insertion du stylet à travers la paroi de la cellule, le nématode sédentaire secrète le contenu digestif des cellules des glandes de l'œsophage dans le tissu de la plante. Ces sécrétions enzymatiques synthétisées au niveau des glandes œsophagiennes du nématode induisent un changement dans l'expression génétique des cellules (Gaillaud et *al.*, 2008) en intervenant dans les étapes de pénétration et de migration intercellulaire, ainsi elles jouent un rôle dans la différenciation et le maintien du site nourricier et dans l'interaction plante- nématode (Jaubert et *al.*, 2002).

Chez *Meloidogyne incognita* et la plupart des espèces de *Meloidogyne* la reproduction est parthénogénique. Les femelles sédentaires hypertrophiées continuent à grossir et pondent des œufs dans un sac gélatineux « masse d'œufs ».

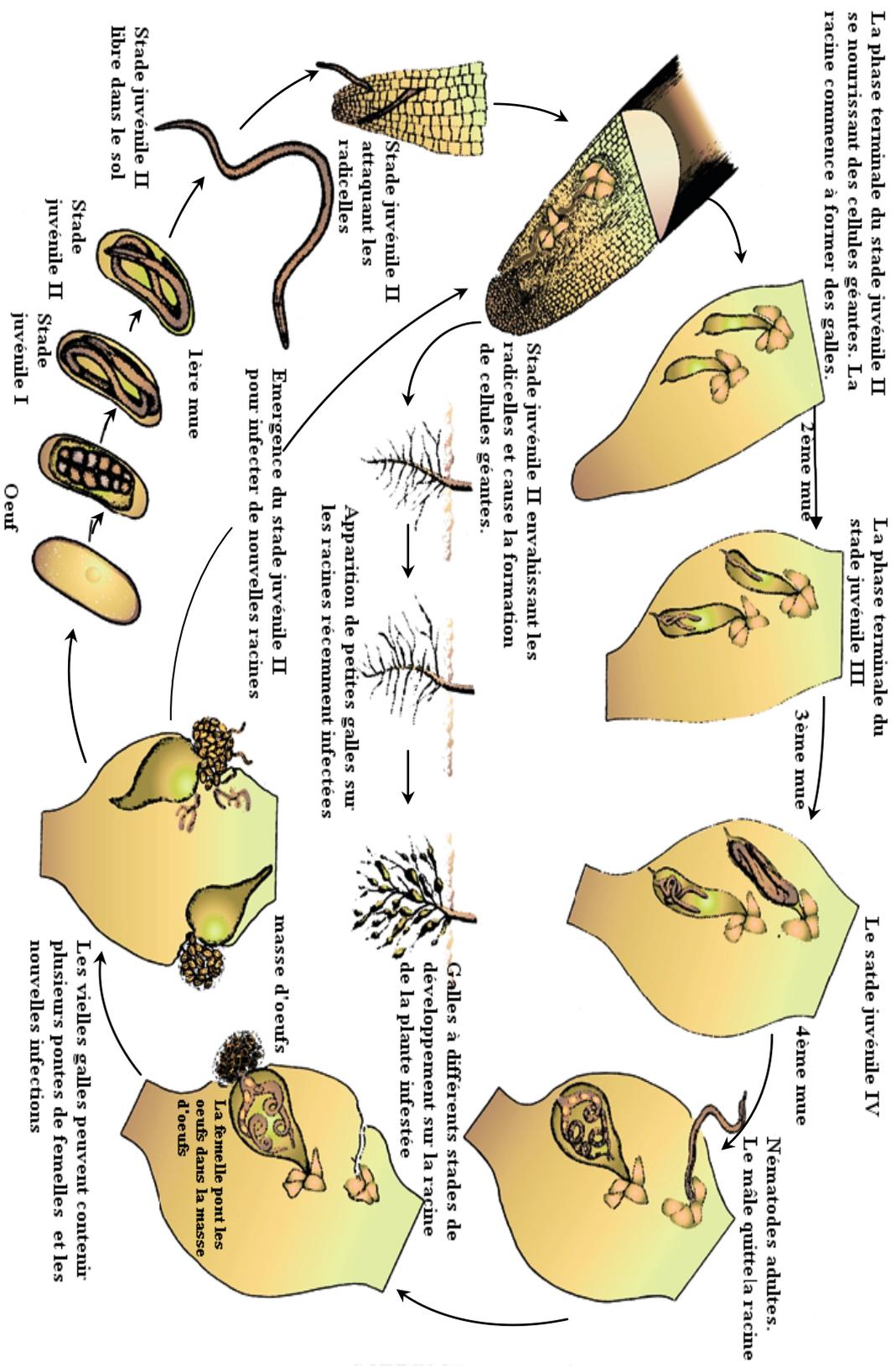


Figure 2 : Cycle de développement des nématodes à galles, *Meloidogyne* spp. D'après Agrios (2005).

I-4- Ecologie des *Meloidogyne*

La distribution des *Meloidogyne* dans le sol suit généralement celle du système racinaire des plantes ; ils sont abondants dans tous les sols arables surtout dans les horizons superficiels, mais certaines espèces peuvent se rencontrer à une profondeur de deux mètres. (Ritter, 1985).

Pour Reddy, (1983), les *Meloidogyne* se trouvent dans toutes les latitudes et longitudes ; cependant les sols sableux semblent les plus favorables à la croissance de ces nématodes.

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

La durée du cycle de vie des espèces des *Meloidogyne* dépend de nombreux facteurs qui peuvent interférer de façon différente selon chaque stade, ainsi des températures supérieures à 28°C augmentent le développement et les basses températures provoquent un retard remarquable. L'activité de ce nématode est régulée par l'humidité ; celle-ci peut limiter la pénétration des larves et inhiber l'éclosion des œufs. Son excès peut entraîner leur asphyxie (Reddy, 1983). Les dégâts sont plus accentués en sols sablonneux facilitant leurs déplacements que les sols lourds riches en argiles ou en matière organique, même si de nombreux autres facteurs peuvent être en cause comme la plante hôte, l'âge ou la nutrition (Bertand, 2001; Wesemael et al ., 2006).

Le pH du sol est également connu comme étant un paramètre important influençant la survie des invertébrés de sol (Van Gestel, Rademaker et Van Straalen 1995 in Doroszuk et al, 2007 in Bellahamou, 2010). Les travaux de Wallace (1966 in Ferris et Van Gungy, 1979) signalent que le pH compris entre 4 et 8 favorise l'éclosion des œufs de *Meloidogyne javanica* alors que ces larves présentent une éclosion maximale à un pH de 6,5 (Ritter, 1976).

La plante est un facteur primordial affectant la durée du cycle de vie des *Meloidogyne* (Bonnemaison, 1961). Elle a un effet positif sur la fécondité des nématodes à galles (Huang, 1986 ; De Guiran et Villemin, 1980). Les exsudats racinaires des plantes hôtes stimulent et intensifient l'éclosion des œufs du genre *Heterodera* (Greco, 1981 ; Caubel et Chaubet, 1985 et Divito, 1986). Cependant, aucun effet similaire n'a été enregistré pour le genre *Meloidogyne* (Ekanayake et Divivo, 1984 ; Rohini et al. 1985 ; Dalmasso et al, 1985). Par ailleurs, d'autres plantes présentent des exsudats très toxiques vis- à- vis des nématodes à galles comme le genre *Tagete* (*Tagete patula*), (Ploeg, 2000).

I-5- Symptômes, dégâts et seuil de nuisibilité des *Meloidogyne*

Les *Meloidogyne* sont largement répandus dans le monde. Les dégâts qu'ils causent se traduisent généralement par l'apparition de galles sur les racines des plantes infectées. Ce type de symptômes est caractéristique des attaques des *Meloidogyne*. Ces galles entravent la circulation de l'eau et des éléments minéraux, endommagent le système racinaire par la réduction et la destruction des racines et radicelles de la plante, entraînent la tubérisation extrême du cortex racinaire et une prolifération anormale de radicelles (Villain et al., 2002). Des ramifications se développent en amont et les racines prennent alors un aspect buissonneux, tandis que le chevelu racinaire disparaît, entraînant la chlorose et le flétrissement de la plante, la floraison et la fructification peuvent être fortement diminuées, les feuilles sont réduites et montrent des symptômes de déficience minérale (Siddiqui et al., 2002).

Au champ, les symptômes se présentent sous forme de «plages». Le seuil de nuisibilité ou limite de tolérance de la plante varie entre 5 à 10 larves par gramme de sol sur tomate pour *Meloidogyne incognita* (Di Vito et al., 1991; Wesemael et al., 2006).

Même en absence de symptômes caractéristiques sur le système aérien, les rendements sont affectés par les attaques de *Meloidogyne*. Les pertes qualitatives et quantitatives de rendement augmentent avec l'intensité d'infestation (Whitehead, 1998 et Coyne et al., 2007).

L'évaluation des dégâts occasionnés par les nématodes reste difficile à établir de manière précise puisque leur incidence sur les rendements dépend de leur polyphagie, des densités initiales et des conditions du sol et du milieu, ainsi que de l'espèce voire même de la variété. (Medjahed, 2010).

D'après B'chir, (1983), les serres fortement infestées correspondent à un indice de galles moyen de 1 à 5, 2 à 5 et 3 à 5 respectivement pour le Piment et Poivron, la Tomate et les Cucurbitacées.

Il est difficile de chiffrer les pertes dues à ces bio-agresseurs, celles-ci peuvent être particulièrement graves dans certaines conditions climatiques et culturales.

II- Méthodes de lutte contre les *Meloidogyne spp*

La lutte contre les nématodes fait appel à un certain nombre de mesures dont le choix dépend des caractéristiques de la culture et du nématode visé.

II-1- Méthodes prophylactiques

II-1-1 Désinfection par la vapeur

Cette méthode se réalise sous bâche ou à l'aide de coffres, elle consiste à stériliser les sols par injection de vapeur d'eau sous pression. Les durées de désinfection préconisées vont de 3 à 8 heures. Son coût freine son adoption. Comme la lutte chimique, elle ne désinfecte pas en profondeur. Il faut donc la réaliser peu après la récolte (les nématodes sont encore dans les horizons superficiels du sol), puis éviter un travail du sol trop profond qui ferait remonter en surface du sol non désinfecté. Il faut également désinfecter le sol après chaque culture de printemps (Djian-Caporalino et *al.*, 2009).

II-1-2 la solarisation

Ce moyen, valorisant l'énergie solaire grâce à un film plastique permettant d'augmenter l'impact du rayonnement sur le sol et générer de la chaleur par effet de serre. Elle est moins coûteuse que la désinfection à la vapeur. Néanmoins, en France, la période la plus favorable à sa mise en place se situe entre le 15 juin et le 31 juillet et la période minimale de solarisation est de 45 jours (créneau étroit). L'efficacité de cette lutte est également très variable selon le type de sol et sa préparation. Il faut une structure fine comme pour un semis et arrosage intensif avant la pose du film plastique pour que l'eau diffuse la chaleur en profondeur (Djian- Caporalino et *al.*, 2009).

Il y a plusieurs mesures contribuant à limiter la dissémination des nématodes et l'ensemble des précautions à prendre afin d'éliminer toute source de contamination :

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

II-2- Méthodes culturales

Il est possible de limiter les dégâts occasionnés par les *Meloidogyne* par des procédés relativement simples et peu onéreux tels que :

- Les labours et les façons superficielles pratiqués pendant les périodes sèches, peuvent détruire les populations de *Meloidogyne*. En effet, le travail du sol influe sur le développement des nématodes en induisant des modifications hydrique et thermique dans la strate superficielle du sol où ils sont majoritairement présents (Messiaen et *al.*, 1991 ; Oesterlin, 2003).

- L'apport d'amendements organiques influe sur le nombre de nématodes phytoparasites :
 - En favorisant le développement des organismes antagonistes aux nématodes et en augmentant la tolérance des plantes aux nématodes (Korayem, 2003).
 - En libérant certains acides organiques et enzymes après décomposition de la matière organique par les microorganismes du sol, qui sont toxiques pour les nématodes tels que l'ammonium (Villenave et al., 1998 ; Korayem, 2003 ; Oka et al., 2006 ; Zasada et Tenuta, 2008).
- Les rotations ont pour but d'introduire dans les systèmes de culture des plantes non hôtes. Cependant, vue la polyphagie des *Meloidogynes*, cette technique reste très difficile à appliquer.

Védie et Perrin, (2009), confirme la différenciation des cultures dans l'essai « gestion des rotations culturales » qui a permis de savoir deux années de cultures moins sensibles ont diminué significativement les populations de nématodes.

II-3- Méthodes chimiques

Selon Regnault-Roger et al. (2005), les *Meloidogyne* principalement l'espèce *Meloidogyne incognita* sont les nématodes les plus traités dans le monde par les nématicides.

Les traitements chimiques peuvent contaminer les nappes phréatiques et être dangereux pour l'applicateur, l'environnement et le consommateur (Oesterlin, 2003). Parmi les nématicides, ce sont les organophosphorés (Ethoprophos, Phenamiphos, Cadusaphos) et les carbamates (Aldicarbe, Carbofuran) qui sont les plus utilisés. Les différents nématicide homologués en Algérie sont représentés dans l'annexe A.

II-4- Méthodes physiques

L'efficacité de cette lutte est très variable selon le type de sol et sa préparation. Il faut une structure fine comme pour un semis et arrosage intensif avant la pose du film plastique pour que l'eau diffuse la chaleur en profondeur (Djian- Caporalino et al., 2009). L'intérêt de cette méthode réside dans le fait qu'elle peut lutter non seulement contre plusieurs genre de nématodes phytophages (Sellami et Lounici, 2000 ; Culman et al., 2006 ; Chellemi et al., 2006) mais également contre les champignons du sol tels que le *Verticillium* spp, *Fusarium* spp et le *Rhizoctonia* spp, de bactéries : *Agrobacterium* spp et les acariens comme le *Rhizoglyphus robini* ainsi que des plantes parasites telles que l'orobanche (Gaur et Perry, 1991 ; Le Poivre, 2003 ; Minuto et al., 2006) et les mauvaises herbes comme *Echinochoa colona* (*Poaceae*) et la Bourse à Pasteur : *Capsella bursapastoris* (*Brassicaceae*) en bloquant leur germination (El-Keblawy et Al-Hamadi, 2009).

La solarisation a des effets physiques, chimiques et microbiologiques qui stimulent la croissance des végétaux et augmentent la productivité des cultures (Scopa et al., 2008).

II-5- La lutte génétique

De nombreuses plantes cultivées ou spontanées ont été sélectionnées pour leur résistance ou immunité vis-à-vis des espèces de *Meloidogyne*. Ces plantes évitent que le nématode achève son cycle dans leurs racines, en piégeant les juvéniles du second stade et en empêchant la formation des cellules nourricières nécessaires à sa survie autour du nématode (Whitehead, 1998).

Le gène de résistance le plus caractérisé est le gène Mi, qui confère la résistance à plusieurs espèces de *Meloidogyne* sur tomate. Il a été transféré de l'espèce sauvage de tomate *Lycopersicum peruvianum* dans diverses variétés (Messiaen et al., 1991).

Les variétés résistantes permettent le maintien des populations de *Meloidogyne* au dessous de leur seuil de nuisibilité économique avec une moindre intervention directe sur les autres constituants de la biocénose.

Ammar, (1986), a montré que les plants de tomate sensible cultivés après les variétés résistantes produisent une récolte nettement supérieure à ceux dont les précédents culturaux sont des variétés sensible.

II-6- La lutte biologique

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

II-6-1 Champignons

Un large nombre de champignons piègent les nématodes. Ils sont constamment associés à la rhizosphère du sol. Les plus importants sont inclus dans les genres *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Hirsutella*, *Nematophthora*, *Arthrobotrys*, *Drechmeria*, *Fusarium* et *Monacrosporium* (Siddiqui et Mahmood, 1996).

Saunkaranarayanan et al. (2000), ont montré que le *Verticillium chlamydosporium* permet de réduire les galles, les masses d'œufs et la population de *Meloidogyne*. Le degré de suppression des nématodes varie selon la dose d'application respectivement *V.chlamydosporium* appliqué à 10g et 15g donne le pourcentage de parasitisme des œufs de 70% et 89,3% et les masses d'œufs sont de 63 et 69% respectivement.

II-6-2 Bactéries

Une seule Bactérie parasite les nématodes, *Pasteuria penetrans*, est étudiée de façon approfondie par les nématologistes. Ses endospores, disséminées dans le sol, se fixent sur la cuticule des L2 et l'hyphe bactérien pénètre dans la cavité générale des nématodes, huit jours après, il se développe des thalles végétatifs dans le corps du nématode. La femelle ne produit plus d'œufs, et devient un "sac" de spores. L'adhésion de ces sporanges sur l'épiderme des nématodes serait due à une interaction du typelectinés-sucres.

Le nombre d'endospores collées sur un nématode peut varier de 2 ou 3 à une cinquantaine, la réduction de population de ces ravageurs peut atteindre 80 % (Sayre et Starr, 1985 ; Brown et Nordmeyer, 1985 ; Cayrol et al., 1992 ; Duponnois et al., 2000 ; Bertrand, 2001).

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

En Algérie, l'emploi des souches de *Bacillus thuringiensis* comme agent de lutte biologique contre les *Meloidogyne* reste encore au stade d'étude. Il semble que le traitement effectué in vitro par certaines souches Algériennes est très efficace sur ce genre en provoquant une mortalité de 96 %, (Zouiouche, 1993).

II-6-3 Nématodes prédateurs

Parmi les nématodes prédateurs des *Meloidogyne*, nous citons : les *Mononchidae*, *Doilaimidae* et *Diplogasteridae* (Taylor et Brown, 1997 ; Khan et Kim, 2007).

Ainsi, L'application au sol du nématode prédateur *Mononchoides fortidens*, avant la mise en place de la culture de tomate réduit significativement les populations de *Meloidogyne arenaria* et augmente la croissance végétative des plants de tomate (Khan et Kim, 2005).

II-7- La lutte intégrée

La lutte intégrée peut être définie ainsi : emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes dont on dispose, contre les différents ennemis des cultures de façon à maintenir leur population à un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables. (Anonyme, 1990).

La stratégie d'utilisation des différentes méthodes de protection obéit à une double démarche :

- L'objectif initial de l'agriculteur est de conduire des cultures de façon telles qu'elles soient les moins favorables possibles aux ennemis, qu'elles présentent le meilleur état de résistance ou de tolérance à leur égard. Pour cela, il dispose de tout l'arsenal des méthodes culturales qui, en fait, utilisent les techniques habituelles de la pratique agricole ; il est les adapte sans bouleverser son système de production, sans s'imposer de contraintes excessives. L'agriculteur essaye de créer un système de culture conforme à ses impératifs de production, présentant un « équilibre biologique » aussi satisfaisant que possible.
- En dépit de cela, il peut se faire que les ennemis des cultures soient épisodiquement nuisibles. L'agriculteur met alors en œuvre des techniques spécifiques de protection.
 - Seulement si cela est effectivement nécessaire, si les seuils de nuisibilité sont atteints ;
 - Seulement avec des moyens aussi dénués d'inconvénient que possible : lutte biologique, lutte culturale et, le plus souvent, lutte chimique. Celle-ci est réalisée à des dates, avec des produits et des techniques d'application choisis avec soin pour ne pas perturber l'équilibre biologique. On parle alors de « lutte chimique dirigée » ou « raisonnée ».

II-8- Substances naturelles ou Extraits végétaux

Les plantes ont la capacité de synthétiser une multitude de substances chimiques, qui sont des métabolites secondaires, ces derniers sont considérés comme étant les moyens de défense de la plante qu'elle produit contre divers agents phytopathogènes et certains ravageurs. Ces produits peuvent être exploités par les laboratoires de biopesticides (Kokalis-Burelle et Rodriguez-Kabana, 2006). Plusieurs plantes appartenant à différentes familles botaniques ont fait l'objet d'études. Elles sont utilisées sous formes:

- D'extraits de plantes ou de parties de plantes incorporés dans le sol, tels que *Peganum harmala* (*Zygophyllaceae*), *Acacia gummifera* (*Fabaceae*) et *Tagetes patula* (*Asteraceae*) riches en alcaloïdes et flavonoïdes réduisent les populations des *Meloidogyne* (El-Allagui et al., 2006). De même que les extraits de bulbes d'ail (*Allium sativa*) et d'oignon (*Allium alia*) (*Liliaceae*) se sont révélés efficaces contre *Meloidogyne incognita* (De Waele et Davide, 1998).

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

Les travaux de Chellemi (2006) ont montré que même l'application des déchets végétaux urbains dans le sol dix jours avant la plantation d'une solanacée réduit sensiblement la densité des *Meloidogyne* spp dans le sol. D'autre part, une biofumigation utilisant les résidus de culture de poivron, réduit sensiblement les populations de *Meloidogyne incognita* et l'indice de galle sur tomate (Piedra Buena et al., 2007). L'efficacité des déchets végétaux urbains et des résidus de culture de poivron s'accroît lorsque ces derniers sont combinés avec des engrais animaux.

Plusieurs travaux ont défini le rôle du tourteau de quelques plantes dans la lutte contre les nématodes. Ainsi le tourteau du Margousier : *Azadirachta indica* (*Meliaceae*) réduit sensiblement l'intensité de l'invasion des nématodes à galle sur tomate (Kalaiarasan, 2007 ; Javed et al., 2008). L'utilisation d'amendements des tourteaux de Sésame : *Sesamum indicum* (*Pedaliaceae*) et de l'Olivier : *Olea* spp (*Oleaceae*) réduit le nombre de juvéniles dans le sol et de galles de *Meloidogyne incognita* sur tomate (Radwan et al., 2009).

Chapitre II : les plantes nématicides

Généralités

La production de substances nématicides par les végétaux supérieures est connue depuis très longtemps. 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 phytoparasites. Plus de deux cents espèces de plantes appartenant à 80 familles différentes, sont étudiées pour leurs propriétés nématicides (Panchaud, 1990). Nombreuses espèces peuvent être utilisées tel que (*Tagetes spp*, *Crotalaria spectabilis*, *Allium sativum*, *Cinnamomum verum* «Cannelle» et *Azardiracta indica* «Neem») (Duke.1999 ; Kong et al., 2007; Lee et al,2001 ;Park et al,2005 ; Satti et Naser ,2006 ; Satti et al ,2003).

Beaucoup de ces plantes sont introduites en précédent cultural comme le Crotalaire, le Radis fourrager. Pour certaines plantes notamment (les *Fabaceae*) sont enfouies comme engrais vert. Par contre d'autres sont utilisées sans enfouissement tels que le *Panicum sp*, *Eragrostis sp*, la *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). Le Crotalaire constitue un engrais vert nématicide intéressant (comme c'est une légumineuse, son enfouissement constitue une fumure azotée non négligeable). Il faut impérativement l'enfouir 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*).

I-Réactions des plantes aux nématodes

Les plantes réagissent de diverses façons à la présence d'une espèce donnée de nématode. Bergé (1971) classe les plantes selon leurs réactions en cinq grands groupes:

- Plantes nématicides: qui produisent des substances nématicides;
- Plantes immunes: qui ne permettent pas aux nématodes de s'alimenter aux dépens de leurs tissus (plantes non-hôtes);
- Plantes résistantes: qui sont peu attaquées et à l'intérieur desquelles le parasite ne peut pas achever son développement;
- Plantes tolérantes: qui ne souffrent pas notablement du parasitisme même si elles permettent la multiplication du nématode;
- Plantes sensibles: qui permettent le développement du parasitisme et souffrent du parasitisme.

Une plante peut être nématicide envers une ou plusieurs espèces de nématode mais rarement toutes. De plus, certaines espèces dans un genre ou certaines variétés dans une espèce ont des effets nématicides plus prononcés que d'autres. C'est pourquoi il est important de tenir compte de l'espèce de nématode visé et de la plante concernée plutôt que de s'appuyer sur des généralisations qui pourraient s'avérer décevantes dans la pratique. (Vélie et Perrin, 2009).

II-Mécanismes d'action contre les nématodes

D'après Vélie et Perrin (2009), les plantes peuvent se défendre des nématodes parasitant leurs racines de plusieurs façons.

Un premier mécanisme se nomme l'hypersensibilité. Dans ce cas, les cellules de la plante se nécrosent plus vite que l'avancée du ravageur qui meurt privé de nourriture. C'est le principe en action chez les variétés résistantes d'une espèce normalement susceptible aux nématodes.

Une seconde classe de mécanismes consiste en la production de substances inhibitrices aux nématodes. La plante produit des substances inhibitrices soit à l'intérieur ou à l'extérieur des tissus racinaires ou même dans les feuilles et les tiges. Ces substances peuvent inhiber l'éclosion des larves, la pénétration des larves dans les racines, le développement ou la reproduction du nématode ou simplement empoisonner le nématode pour entraîner sa mort.

Un troisième mécanisme d'action observé est celui de plantes sur lesquelles les nématodes ne peuvent pas former de cystes mais dont les racines exudent une substance stimulant l'éclosion des œufs. Les nématodes se retrouvent ainsi nombreux mais incapables de se reproduire.

Un dernier mécanisme d'action ne vient pas des plantes directement mais plutôt de la décomposition de ces dernières. Ainsi, lors de l'incorporation d'un engrais vert ou d'une matière organique, il y a une stimulation de la vie du sol. La décomposition de ces matières résulte en un accroissement des fungi, nématodes, acariens et autres organismes qui agissent comme parasites ou prédateurs des nématodes parasitant les plantes (Johnson, 1959). La décomposition peut aussi engendrer des substances qui agiront contre les nématodes parasites.

III-Méthodes d'utilisation

En pratique, on utilise les plantes nématicides de plusieurs façons:

- Comme culture intercalaire en même temps qu'une culture susceptible après quoi la plante nématicide est habituellement arrachée;
- Comme culture dérobée ou en rotation en tant qu'autre culture;
- Comme engrais vert à être enfoui avant une culture susceptible;
- Comme amendements de sol en utilisant une ou plusieurs parties de la plante nématicide ou les résidus de la plante;
- Comme mulch;
- Comme produit de traitement: on extrait les substances nématicides de la plante et on les applique aux racines de la plante susceptible.

VI- Efficacité des extraits aqueux des plantes contre les nématodes

L'application de l'extrait aqueux de *Tagete erecta* sur culture de tomate supprime significativement les populations des L2 de *M.incognita* et la formation des galles sur des racines de *L. esculentum* (Natarajan et al., 2006).

En Algérie Sellami et Cheifa (1997) montrent 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* (Nabih Hadj-Sadok et al, 2006).

L'étude réalisée par El Badri et al. (2008) sur 27 extraits de plantes nématicides représenté par 21 espèces telle que *Dinbera retroflexa*, *Cucumis melo* var. *agrestis* (fruits), *Eucalyptus microtheca*, *Acacia nilotica*, et *Chenopodium album* ont montrés un effet toxique sur les juvéniles de *M. incognita*. L'activité nématicide des extraits aqueux de 20 espèces de plantes médicinales jordanienne a été évaluée *in vitro* contre deux espèces de *Meloidogyne* par Al-Banna et al. (2003).

De même les extraits d'*Origanum syriacum* testé par Oka et al. (2000) ont causé une forte mortalité des L2 de *M. javanica*.

Selon Al-Banna et al. (2003), les huiles volatiles sont connues pour être des composants principaux de certaines des plantes testées telles que *Pimpinella anisum*, *Hypericum androsaemum*, *Origanum syriacum*, *Artemisia herba alba* et *Euphorbia macroclada*. Ces huiles volatiles sont connues par leur activité vis-à-vis des bioagresseurs. Divers investigations rapportent que l'effet nématicide des plantes est du aux huiles volatiles qu'elles contiennent (Sangwan et al., 1985; Malik et al., 1987; Saxena et al., 1987). Divers molécules (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 molécules 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 et qui peuvent croître dans nos régions, 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).

Les essais des huiles de *Haplophyllum tuberculatum* et *Plectranthus cylindraceus* dans le contrôle de *M. javanica* ont été entrepris *in vitro* et *in vivo* (sous abris serres). *In vitro* le mélange des huiles de *Haplophyllum* et *Plectranthus* s'est montré très toxique pour les larves (L2) de *M. javanica* et elles ont entraîné une inhibition des œufs de cette espèce après 24 h d'exposition. Les traitements du sol avec le mélange des huiles des mêmes espèces ont révélé la formation de quelques galles sur les racines de tomate (Anthony et al., 2008). Selon les mêmes auteurs l'activité nématicide des huiles de ces plantes est du probablement à la présence d'un des composés C10 dienes, C10 trienes, et C10 phénol.

D'après l'essai mené par Medjahed (2010), révèle que le comportement des cultures des Brassicacées : *Raphanus sativus*, *Brassica napus* et *Brassica oleracea* à l'égard de *Meloidogyne incognita*, perturbent le développement et la reproduction du nématode. L'utilisation du radis et du chou comme plantes pièges dans les rotations de cultures offre une bonne opportunité de lutte dans le sol car elles sont faciles à mettre en œuvre d'une part et peu coûteuses d'autre part. En revanche, leur évaluation dans les conditions naturelles est primordiale pour déterminer leur potentiel nématicide, car le sol joue un rôle important par ses facteurs biotique et abiotique.

Tous les extraits des Brassicacées testés manifestent une activité nématicide assez importante sur le potentiel d'éclosion des œufs même à de faibles concentrations. Ces résultats intéressants et prometteurs méritent dans un premier temps d'être confirmés en renouvelant les mêmes expériences. (Triki, 2012).

A la lumière des résultats obtenus, les espèces *L. inermis*, *A. hypogaeae* et *P. granatum* peuvent être considérées comme plantes à vertus nématicides du fait qu'elles ont permis un taux de mortalité et d'inhibition de l'éclosion très appréciable de *Meloidogyne sp.* (Originaire de Ouargla). Néanmoins, nous ne pouvons confirmer ceci que par des travaux plus approfondis qui doivent être menés sur terrain, en incorporant ces plantes: soit comme engrais verts soit en solution incorporée au sol cultivé; et encore développer des études visant la recherche de la (ou des) molécule(s) toxique(s) aux nématodes contenue(s) dans la plante. (Djerroudi-Zidane Ouiza, Eddoud Amar et Kellili Mohamed, 2011).

V- Extrait d'Ail

V-1 Origine

L'ail provient à l'origine d'Asie centrale. Il y a environ 10000 ans, il s'est répandu progressivement en Extrême-Orient, en Arabie, en Égypte et dans le Bassin méditerranéen, transporté par les marchands au gré des routes commerciales. Ce bulbe est sans doute l'un des légumes les plus anciennement cultivés par l'homme qui l'utilisait autant pour son alimentation que pour sa santé.

L'ail cultivé, *Allium sativum*, ne dérive pas directement des espèces sauvages, mais plutôt d'une très lente évolution génétique issue d'un travail de sélection par l'homme. Son nom viendrait du mot celtique « all » qui signifie chaud, brûlant.

V-2 Aspect botanique

Nom latin : *Allium sativum* L.

Sous-espèce ophioscorodon

Nom français : Ail à tige dure, ail commun, ail cultivé,

Thériaque des pauvres

Nom anglais : Garlic, common garlic

Famille : *Liliacées* ou *Alliacées*

V-3 Classification de Cronquist (1981)

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Liliopsida</i>
Sous-classe	<i>Liliidae</i>
Ordre	<i>Liliales</i>
Famille	<i>Liliaceae</i>
Genre	<i>Allium</i>

L'ail est une plante herbacée à bulbe formé de 3 à 15 gousses appelées aussi caïeux, et qui sont en fait des bourgeons tubérisés par lesquels se fait la multiplication de la plante. L'ail cultivé se divise en deux sous-espèces connues sous le nom d'ail à tige dure (ophioscorodon) et ail à tige molle (sativum).

V-4 Principaux constituants

D'après Anonyme, 2009 les principaux constituants sont :

- Huile essentielle (disulfures de diallyle, allicine (antibiotique), alliine, alliinase, inuline)
- Glucides
- Sélénium
- Vitamines A, B, C et E
- Composés soufrés

La plante donne en moyenne par distillation 0,25 % d'huile essentielle.

V-5 Composition

- 64 % d'eau
- 27,5 % de glucides
- 6 % de protéines
- 3 % de fibres
- Divers : prostaglandine, acide phénols, phytostéroïdes, polyphénols, flavonoïdes...
- Vitamines (mg par 100 g) : B1 (0,2), B2 (0,08), B3 (0,65), B5 (0,6), B6 (1,2), C (30), E (0,1), A...
- Minéraux (mg par 100 g) : Potassium (446), Soufre (200), Phosphore (144), Calcium (38), Magnésium (21), Sodium (10), Chlore (30)...
- Oligo éléments : Fer (1,4), Zinc (1), Manganèse (0,46), Bore (0,4), Cuivre (0,15), Nickel (0,01), Molybdène (0,07), Iode (0,003), Sélénium (7 à 20 ppm). (Anonyme, 2009).

V-6 Utilisation

L'ail est utilisé comme fongicide, insecticide et répulsif général. Il peut être associé au chou, à l'aubergine et à la tomate. Par contre, il ne doit pas être planté près de légumineuses comme les pois et les haricots. (Anonyme, 2009).

V-7 Potentialités des alliacées dans la lutte contre les nématodes

Quelques résultats sur le nématode *Meloidogyne incognita* ont cependant été publiés. Ainsi, les propriétés biocides des Alliées sont attribuées aux composés soufrés volatils produits par la dégradation des tissus. Ces molécules sont essentiellement des disulfures : le disulfure de diallyle (DADS), le disulfure de diméthyle (DMDS) et le disulfure de dipropyle (DPDS) (Arnault I. et al, 2005).

Si les propriétés insecticides des Alliées (famille de l'ail, de l'oignon, du poireau...) sont déjà bien connues, leur potentiel fongicide, acaricide ou encore nématocide reste à prouver. De même il serait intéressant d'étudier l'impact de l'insertion de cultures d'alliacées dans la rotation sur les populations de *Meloidogyne* car quelques résultats montrent un fort impact de cette pratique sur la culture suivante (Védie, 2007).

Deuxième partie : Etude expérimentale

Objectif

Le but de notre essai est de montrer l'efficacité de l'utilisation de l'extrait pur de deux variétés d'Ail (Thermidrome, Rouge local) appartenant à la famille des alliacées en vue de leur emploi comme bionémicide. L'objectif de notre étude consiste à :

- Tester l'efficacité des extraits purs de ces deux variétés d'Ail contre *Meloidogyne incognita* sur le comportement de la culture de Melon.
- Etudier l'efficacité du produit à base d'Ail « Agroallium Terra » commercialisé et homologué de Biodurcal Agricultura de l'Espagne (certificat en Annexe C), en comparaison avec les extraits purs des deux variétés sur le développement de *Meloidogyne incognita* sur la culture de Melon (Annexe B).

I-Matériels et méthodes

I-1-Matériel biologique

- Le matériel biologique identifié à l'Institut National de Protection des Végétaux (I.N.P.V) d'El Harrach est *Meloidogyne incognita* prélevé à partir des échantillons de tomate infestés issus de la région de Staouéli (Station de l'Institut Techniques des Cultures Maraichères et Industrielles I.T.C.M.I de Staouéli).
- Le produit à base d'Ail « Agroallium Terra » dont la matière active est un extrait de végétaux commercialisé en Espagne par Biodurcal Agricultura (fiche technique en Annexe D), il est destiné à éviter les dommages aux cultures, provoqués par les maladies et fléaux du sol : champignon, bactéries, nématodes et insectes. La composition de ce produit est la suivante :
 - 28 % d'extrait végétal;
 - 69,9 % de Glycérine végétal ;
 - 2,1 % de coadjuvants technologiques.

1-2-Matériel végétal

L'extrait de plante testée au cours de l'expérimentation appartiennent à la famille des Alliées :

- L'Ail (*Allium sativum*) variété Rouge Local: issue d'une exploitation à Touggourt récolté en fin de Décembre 2012 ;
- L'Ail (*Allium sativum*) variété Thermidrome: issue d'une exploitation à Skikda récolté en fin de Décembre 2012 ;
- Le Melon : variété Jaune Canari

1-3- Préparation de l'infusé à partir des végétaux

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'extraction des végétaux, soit à partir de l'eau, soit à partir de l'alcool. Nous avons utilisé l'extraction à partir de l'eau. Elle est préconisée par Sasanelli et Di-Vito (1991).

La technique consiste à broyer dans de l'eau distillée après séchage à l'air libre des bulbes d'ail, les solutions obtenues sont centrifugées à 3000 tours pendant quelques minutes, puis filtrées (filtre

« Watman » 0,22µm). Les filtrats constituent les solutions mères, Standards « S » ou solutions biologiques qui sont utilisées dans notre essai.

I-4 Le produit chimique

Le produit chimique retenu au cours de notre expérimentation est le Mocap (Ethoprophos). Le choix de ce produit est dû à son utilisation fréquente par les agriculteurs et sa disponibilité sur le marché, les caractéristiques du Mocap sont résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Principales caractéristiques du Mocap (fiche technique BAYER)

Spécialité	Mocap 10 % granule nématocide, insecticide
Matière active	Ethoprophos
Origine	Allemande (Bayer)
Fabriquant	Bayer Crop Science Australie
Formule brute	C ₈ H ₁₉ O ₂ PS ₂
Famille chimique	Organophosphate
Apparence	Gris
Concentration de la matière active	10 %
Formulation	Granulé
Mode d'action	Systémique
Mode d'application	Épandage et incorporation à une profondeur de 10 à 15cm, attendre 3 jours pour la plantation.
Utilisation et doses d'emploi	En fonction de la date de semis ou de plantation : 30 kg/ha

I-5- Efficacité des deux variétés d'Ail en comparaison avec « Agroallium Terra » contre le développement des *Meloidogyne incognita*.

Objectif

L'objectif principal de cet essai est de tester l'efficacité des extraits purs de ces deux variétés d'Ail en comparaison avec le produit à base d'Ail «Agroallium Terra » contre *Meloidogyne incognita* sur le comportement de la culture de Melon.

I-5-1 Mode opératoire

L'essai a été conduit dans une parcelle à l'ITCMI de Staouéli sur une superficie de 400 m², l'essai à 05 variables et 04 répétitions en blocs aléatoire complet.

Parcelle élémentaire de 12 m² : (4 m x 3m)

Prospection de la parcelle :

- Observation du système racinaire de 20 plants de Tomate par variété comme échantillon pour les analyses nématologique pour diagnostiquer le type de nématode ;
- Analyses nématologique :
 - ✓ Echantillonnage des racines
 - ✓ Echantillonnage du sol
- Notation de l'indice de galles.

○ **Précédent cultural**

03 Variétés de Tomate (TIMGAD, TOFANE, TAVIRA) infestée de *Meloidogyne* (photos de racines en figure 03, 04, 05)

○ **Dose d'incorporation de produit MOCAP et extraits d'ail**

La dose d'apport est de 30 kg/ha 03 jours avant la plantation, ensuite on a procédé à un recouvrement de chaque parcelle traitée avec un plastique transparent, et une délimitation toujours avec un film plastique enfoncé en profondeur entre les parcelles traitées pour éviter un mélange entre les traitements.

L'extrait à base d'ail « Agroallium Terra » et les deux extraits purs ont été appliqués en trempage des plants du Melon 3-4 feuilles juste avant le repiquage.

I-5-2 Semis

Le semis a été effectué 15 /03/2013 en pépinière.

I-5-3 Repiquage

Le repiquage a été effectué le 06/05/2013 dans une serre de 400 m² où le débâchage de la serre a été effectué au mois d'Avril.



Figure 3 : Racines infestés de la Tomate Variété Timgad



Figure 4 : Racines infestés de la Tomate Variété Tofane



Figure 5 : Racines infestés de la Tomate variété Tavira

Source : Abdessemed, 2013

I-5-5 Calendrier cultural

Tableau 2 : Travaux réalisés pour la culture du Melon

Période	Travaux réalisés	Doses
15/03/2013	Désinfection des pots, stérilisation du terreau	
15/04/2013	Labour de la parcelle	
28/04/2013	Délimitation des parcelles Planage	
29/04/2013	Application du produit MOCAP	30 kg/ha
06/05/2013	Trempage des plants avec des produits à base d'ail Plantation	1,5 l/ha
21/05/2013	Désherbage manuel	
27/05/2013	Traitement Bayfidon	200 ml/500 l d'eau
29/05/2013	Fertilisation 1 ^{er} apport Traitement Vertimec	3,4 kg d'urée, 4 kg de potasse 450 ml/800 l d'eau
03/06/2013	Fertilisation 2 ^{ème} apport	3,4 kg d'urée, 4 kg de potasse
05/06/2013	Traitement Memory	160 ml/ 800 l d'eau
09/06/2013	Traitement Bayfidon	200 ml/500 l d'eau
10/06/2013	Désherbage manuel	
12/06/2013	Taille du Melon	
16/06/2013	Evaluation de l'indice de vigueur, formation des fruits	
18/06/2013	Traitement Bayfidon Traitement Proclain	200 ml/500 l d'eau 360 ml/400 l d'eau
23/06/2013	Fertilisation 3 ^{ème} apport	3,4 kg d'urée, 4 kg de potasse
29/06/2013	Apparition des pucerons et oïdium	
01/07/2013	Traitement Trigarde Traitement Bayfidon	20 g/100 l d'eau 20 ml/100 l d'eau
04/07/2013	Fertilisation 4 ^{ème} apport Désherbage manuel Traitement Topaze Traitement Memory	3,4 kg d'urée, 4 kg de potasse 250 g/500 l d'eau 160 ml/ 800 l d'eau
21 /07/2013	Récolte	

I-6-Analyse nématologique

- **Extraction des nématodes à partir du sol**

La technique d'extraction utilisée pour extraire les nématodes du sol est celle de Baerman modifiée par Dalmasso (1966).

Chaque échantillon des différents traitements est prélevé est mis dans une passoire de 2 mm pour éliminer les petits cailloux, le sable grossier et les débris végétaux. La terre entraînée à travers la passoire par le jet d'eau est récupérée dans un seau.

Le contenu du seau est remis en suspension avec un agitateur manuel, puis laissé en décantation pendant quelques minutes.

Le surnageant est versé sur un tamis de 40 μ qui retient presque tous les nématodes et permet d'éliminer la plus grande partie d'eau. Le refus est recueilli dans un verre à pied.

L'opération est répétée 3 à 5 fois et la solution finale est versée dans l'entonnoir de Baerman sur lequel est placé le tamis à 250 μ . Les nématodes vivants passent à travers le tamis. 24 heures après, on ouvre la pince de Mohr et on récupère 10 à 20ml d'eau dans un bécher placé sous l'entonnoir (Figure 7).

- **Extraction des nématodes à partir des racines**

La méthode utilisée pour extraire les nématodes à partir des racines est la méthode du mixeur suivi de la centrifugation (Coolen et Herde, 1972).

Les racines soigneusement rincées à l'eau découpées en petits fragments sont mis dans un mixeur afin de libérer les nématodes des tissus végétaux.

Le broyage des tissus végétaux se fait en deux temps :

- Dans le premier, les femelles et les stades gonflés du nématode sont libérés par un mixage de quelques secondes (15 secondes) à une vitesse réduite.
- Dans le second, le temps du mixage dure une minute à grande vitesse et ce sont les œufs et les larves qui sont extraits des tissus végétaux.

Les suspensions obtenues à la suite des deux broyages sont recueillies sur un tamis de 40 μ et le filtrat est versé dans un godet de centrifugation auquel on ajoute du Kaolin.

La centrifugation est effectuée à une vitesse de 3000 tours/minute durant quatre minutes. Les nématodes sont retenus ainsi au fond des godets grâce au kaolin.

Après élimination du surnageant, on ajoute sur le culot une solution sucrée de 1,18 de densité qui permet de séparer les nématodes du culot et on reprend la centrifugation pendant une minute à une vitesse de 1800 tours/ minute.

Le surnageant est versé sur un tamis de 5 μ qui retient les différentes formes de nématodes (Figure 8).

I-7-Evaluation de l'indice de galles

C'est une échelle établie par Taylor et Sasser (1978) comprise entre 0 et 5 correspondant à l'apparition de galles au niveau des racines des plantes testées (figure 9):

- Indice 0 : absence de galles (plant sain).
- Indice 1 : présence de 1 à 2 galles.
- Indice 2 : Présence de 3 à 10 galles.
- Indice 3 : Présence de 11 à 30 galles.
- Indice 4 : présence de 31 à 100 galles.
- Indice 5 : Présence de plus de 100 galles.

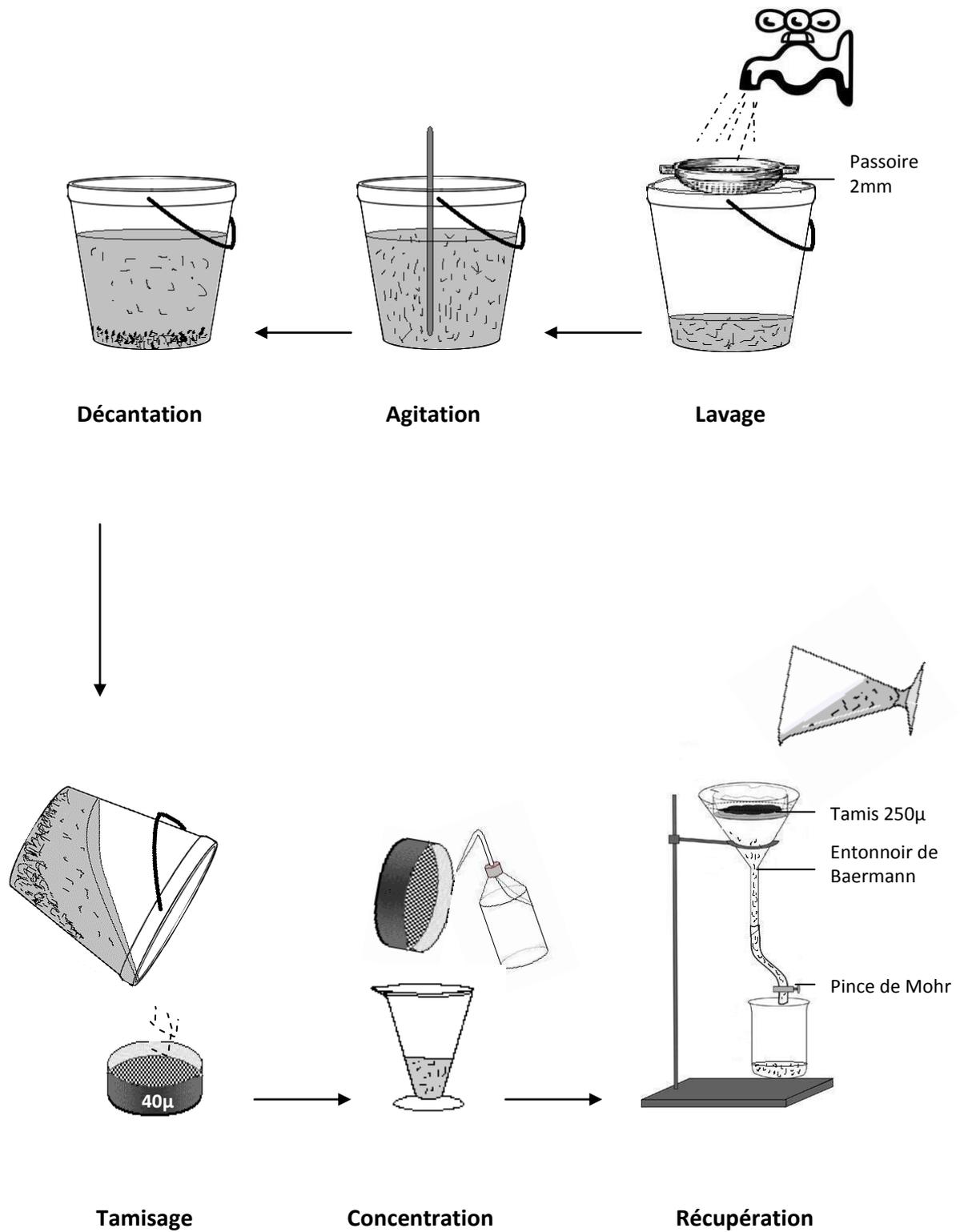


Figure 7 : Technique d'extraction des nématodes à partir du sol
D'après, Dalmasso (1966)

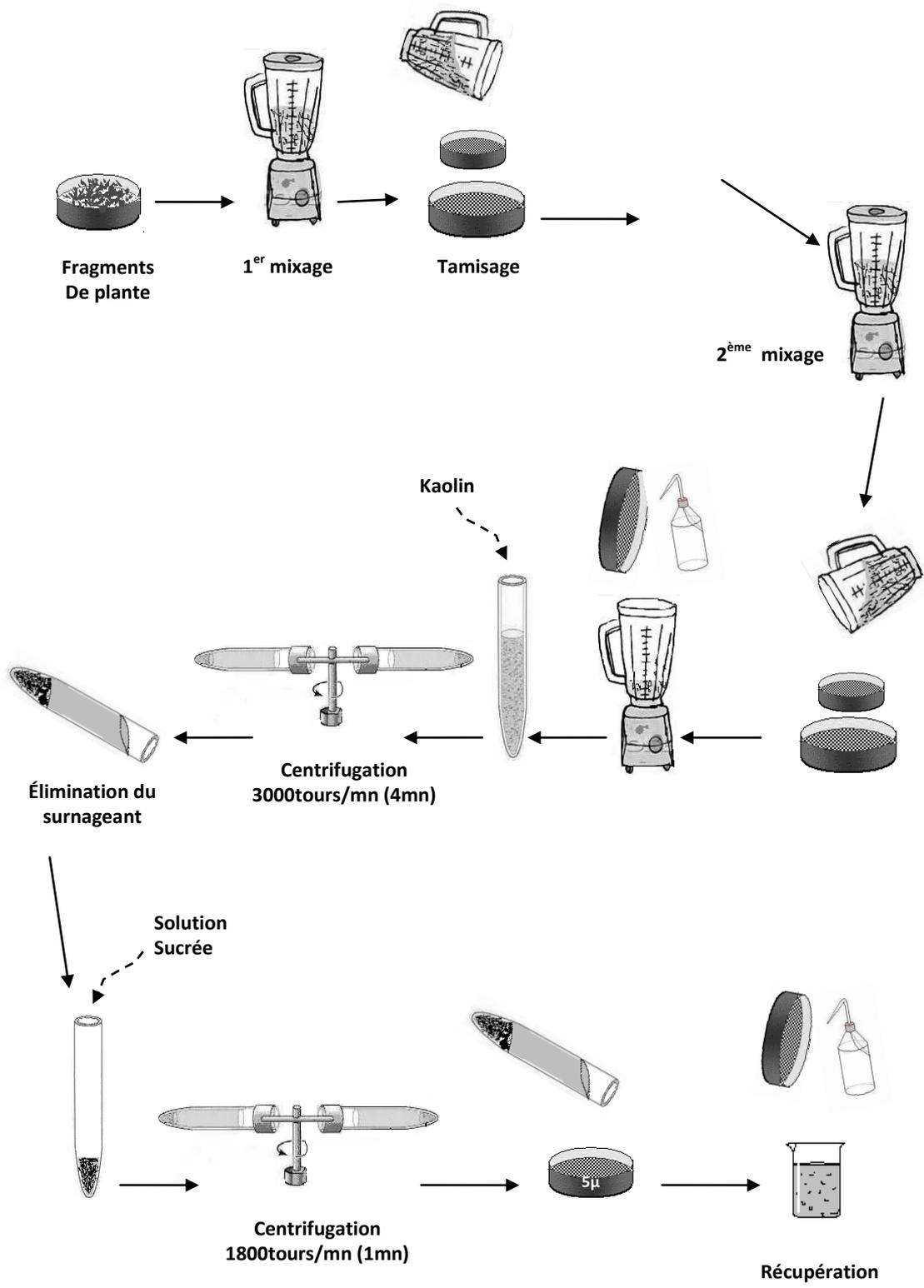


Figure 8: Technique d'extraction des nématodes à partir des racines

D'après, Coolen et Herde (1972)

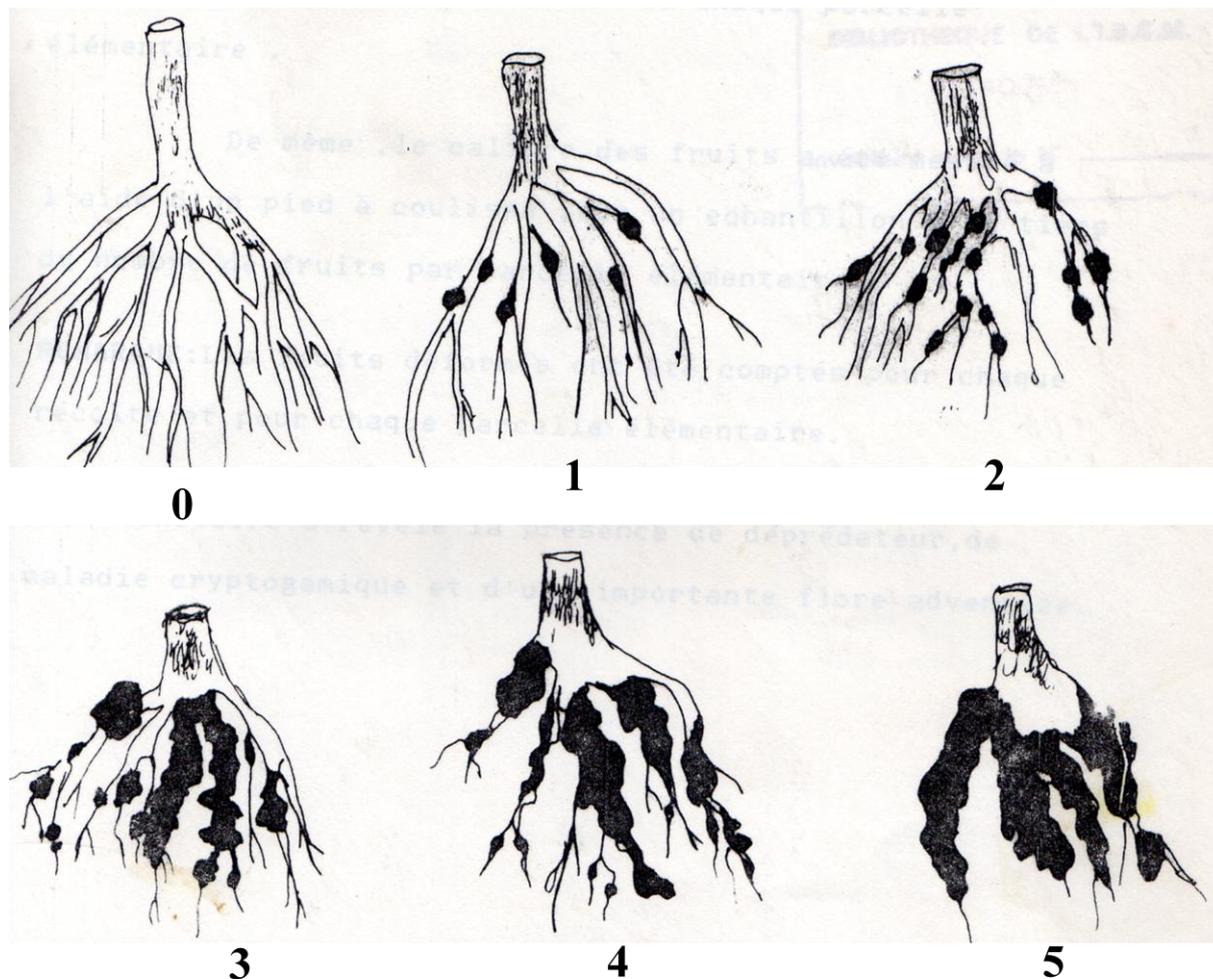


Figure 9 : Notations de l'Indice de galles (IG) par Taylor et Sasser (1978)

I-8 Evaluation du comportement de la culture de Melon vis-à-vis des *Meloidogyne*

Dans notre essai, nous avons procédé à une évaluation de l'efficacité de ces produits à base d'Ail vis-à-vis des *Meloidogyne* sur le comportement, l'Indice de vigueur qui est une notation visuelle sur le port des plants allant de 0 pour les plants dépérissants à 4 pour les plants les plus vigoureux (figure 10), le poids, le Nombre de fruit et le rendement pour chaque traitement. Ainsi, une évaluation de l'Indice de Galles a été effectuée sur les racines des plants de Melon en fin de culture.

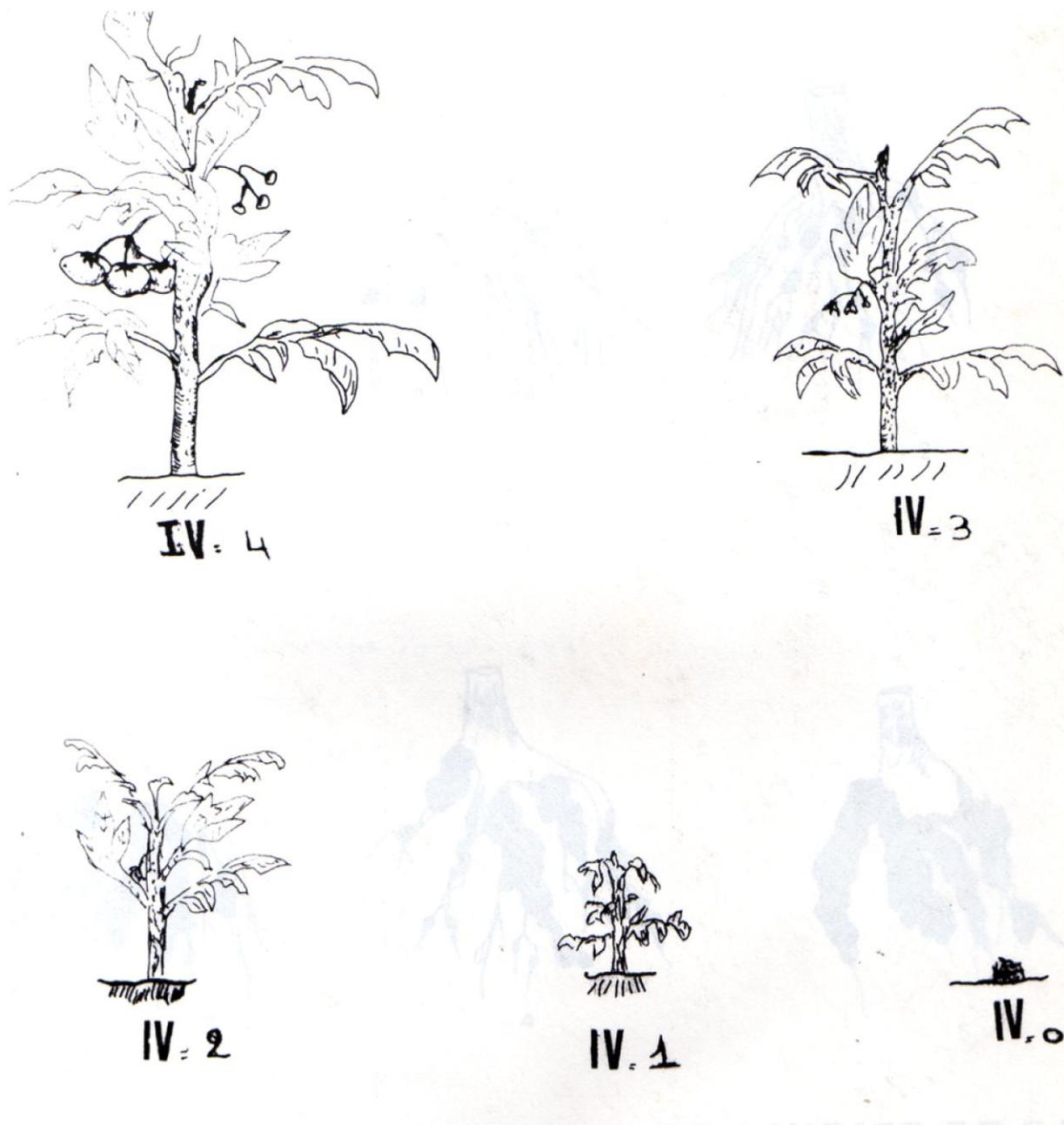


Figure 10 : Indice de Vigueur (IV)

Troisième partie : Résultats et discussion

I-Résultats

I-1 identification des nématodes sur le précédent cultural (03 variétés)

Les trois figures représentent les résultats des analyses nématologique sur les racines de tomate infestées.

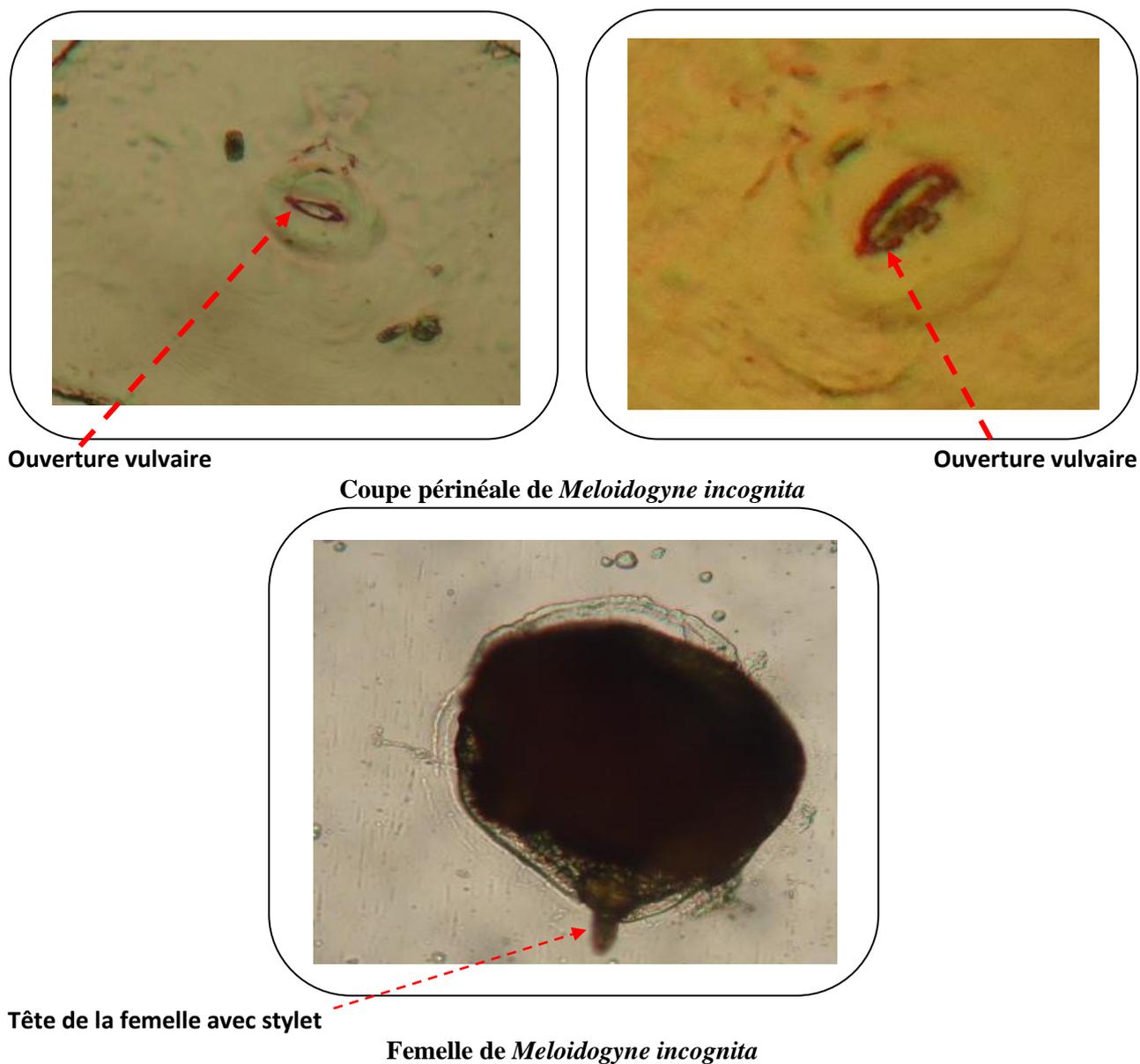


Figure 11: Nématode sur les racines de tomate (précédent cultural)

I-2 Evaluation de l'Indice de Galles du précédent cultural Tomate (03 variétés)

Le tableau 3 représente l'indice de galles du précédent cultural sur 03 variétés de tomate.

Tableau 3: Indice de galles du précédent cultural

Variétés	Indice de galles (IG)
Timgade	3
Tofane	2
Tavira	2

I-3 Evaluation de l'indice de vigueur de la culture de Melon

D'après les moyennes des IV, les résultats obtenus lors de notre essai ne révèlent aucune différence significative entre les traitements (annexe E), la vigueur est approximativement identique (tableau 4, figure 12).

Tableau 4: Indice de Vigueur de la culture de Melon

Traitements	IV	Figure
Témoin	4	
Extrait Thermidrome	3	
Extrait Rouge Local	4	
Agroallium terra	3	
Mocap	4	

Source : Abdessemed, 2013.

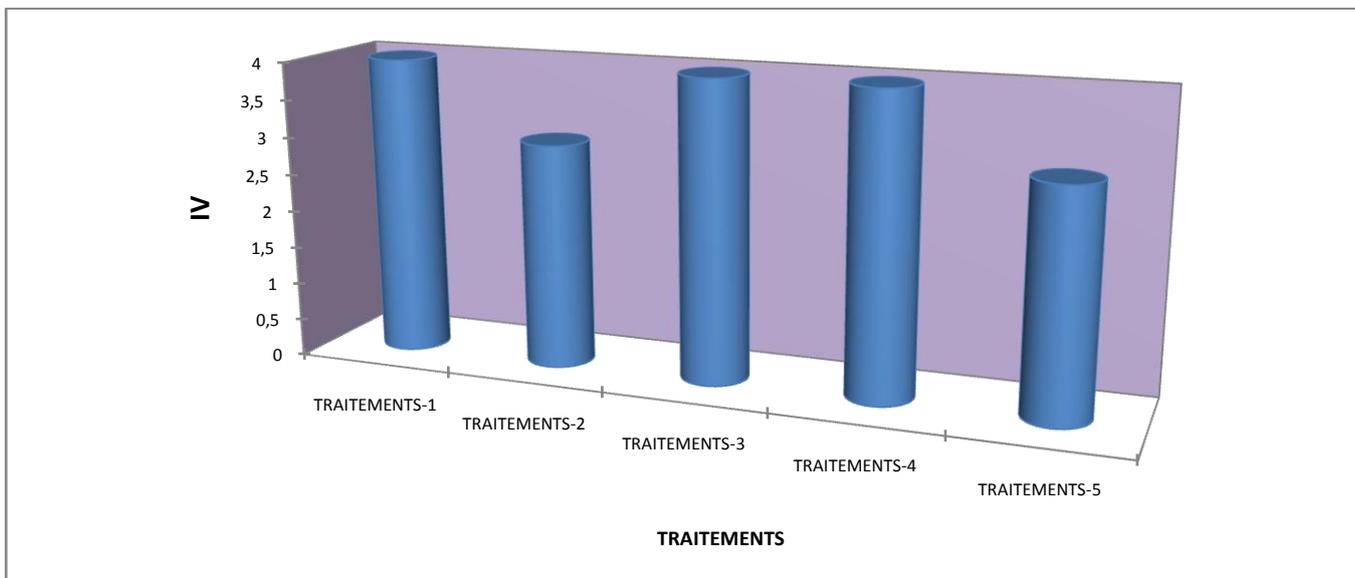


Figure 12 : Variation des moyennes de l'Indice de Vigueur en fonction des traitements

I-4 Evaluation de l'indice de galles de la culture de Melon

D'après les résultats de l'analyse de la variance (annexe E), l'indice de galles révèle une différence significative entre les différents traitements, le traitement Agroallium Terra a enregistré le plus faible indice de galles (3), tandis que l'extrait pur des deux variétés d'Ail et le produit chimique Mocap ont présentés la valeur la plus élevée (4) (tableau 4, figure 13).

Tableau 5: Indice de Galles de la culture de Melon

Traitements		Indice de Galles (IG)
Témoin	5	
Extrait Thermidrome	4	
Extrait Rouge Local	4	
Agroallium terra	3	
Mocap	4	

Source : Abdessemed, 2013

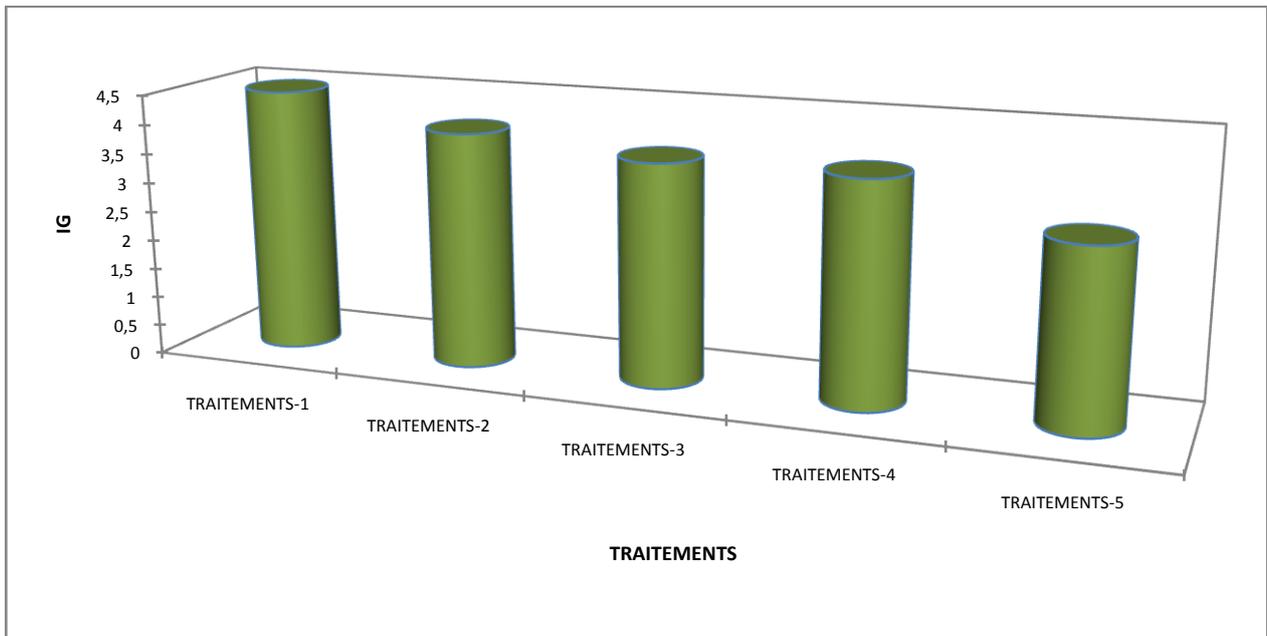


Figure 13 : Variation des moyennes de l'Indice de Galles en fonction des traitements

I-5 Evaluation du poids du fruit en Kg

Les résultats de l'analyse de la variance (Annexe E), révèlent une différence significative entre les différents traitements concernant le poids du fruit. En effet le traitement Mocap a enregistré le poids le plus élevé (27 kg) par rapport aux autres traitements (figure 14).

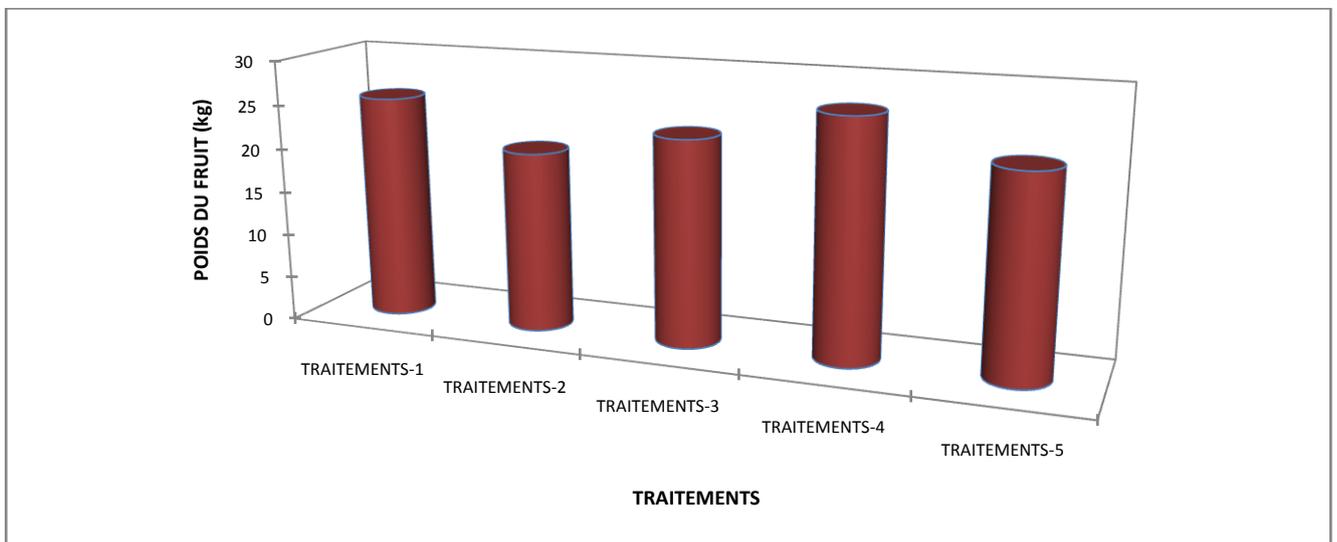


Figure 14 : variation des moyennes du poids de fruit en fonction des traitements

I-6 Evaluation du nombre de fruit

D'après les résultats de l'analyse de la variance (Annexe E), révèlent une différence significative entre les traitements concernant le nombre de fruit. Le témoin et le rouge local ont enregistré la valeur la plus élevée (16) (figure 15).

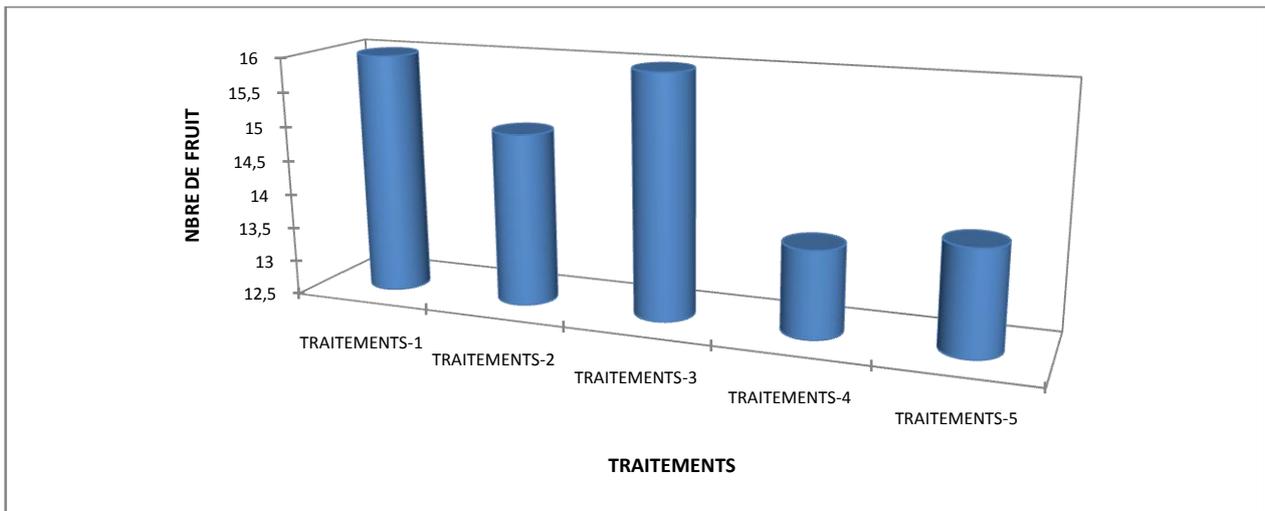


Figure 15 : Variation des moyennes du nombre de fruit en fonction des traitements

I-7 Evaluation du Rendement (q/ha)

D'après les résultats de l'analyse de la variance, il existe une différence significative entre les différents traitements (Annexe E). Nous avons noté la valeur la plus élevée rendement pour le Mocap avec 225 q/ha contrairement au traitement Thermidrome qui a enregistré la valeur la plus faible (170 q/ha) (figure 16).

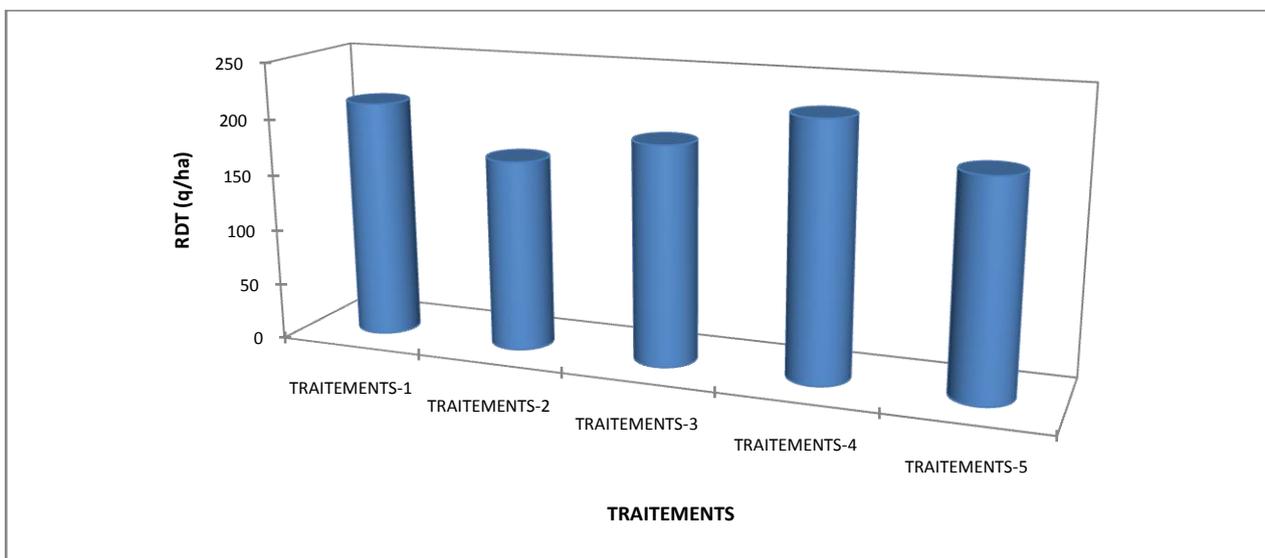


Figure 16 : Variation des moyennes du Rendement (q/ha) en fonction des traitements

II-Discussion

Dans cette étude, nous avons évalué l'efficacité nématicide des extraits purs des deux variétés d'Ail contre le *Meloidogyne incognita* sur le comportement de la culture de Melon, en comparaison avec un produit à base d'Ail «Agroallium Terra».

Les résultats obtenus lors de notre essai pour l'Indice de Vigueur, ne révèlent aucune différence significative entre les traitements, la vigueur des plants est approximativement identique (3-4), ce qui nous emmène à dire que probablement les différents traitements n'ont pas un effet sur le paramètre vigueur.

Pour l'Indice de Galles, les résultats enregistrés lors de cette étude nous a révélé une différence significative entre les traitements, Agroallium Terra a enregistré un faible taux de galles car le mode d'action de ce traitement n'est pas par effet biocide, mais par la formation d'un halo d'inhibition qui empêche l'entrée des pathogènes, ce halo n'est pas dû à une ou deux substances actives dans la formulation, mais à un mélange de composés naturels de l'ail à effet rebutant. Ce mélange est très complexe, et il est formé par des organo-sulphures, des polyphénols, des amino-acides, etc... (Biodurcal, 2008). Selon Van Deer Beek et Mugniéry (2008), plusieurs mécanismes peuvent agir dans l'interaction hôte-parasite, les mécanismes mis en jeu aux nématodes peuvent se manifester à plusieurs niveaux, par la limitation de la pénétration, du développement des juvéniles aux stades adultes et de la production d'œufs.

Cependant, l'extrait pur des deux variétés d'Ail et le produit chimique Mocap ont donné des Indices de Galles similaires, on peut dire que probablement l'aspect variétal n'influence pas sur l'effet nématicide. Ainsi, selon Védie H (2007), l'effet nématicide d'un extrait d'ail mené sur le melon assez infestée par les nématodes (IG moyen de 6,1 sur l'essai), n'a pas permis d'obtenir des résultats statistiquement significatifs.

De même l'étude réalisé par Cetintas, R. et Masum Yarba, M., (2010), sur l'effet nématicide de cinq huiles essentielles de plantes contre le *Meloidogyne incognita*, confirme nos résultats avec une réduction d'infestation par les nématodes pour les huiles essentiels de l'ail ($5,53 \pm 1,68\%$).

Pour le paramètre rendement, nous avons noté la valeur la plus élevée pour le Mocap (225 q/ha) contrairement au traitement Thermidrome et le rouge local a enregistré le plus grand nombre de fruit (16). L'évaluation des dégâts occasionnés par les nématodes reste difficile à établir de manière précise puisque leur incidence sur les rendements dépend de leur polyphagie, des densités initiales et des conditions du sol et du milieu, ainsi que de l'espèce voire même de la variété. (Medjahed, M., 2010).

Ainsi, d'après Siddiqui et al., (2002) la floraison et la fructification peuvent être fortement diminuées à cause des galles qui endommagent le système racinaire et provoquent un développement des ramifications en amont et les racines prennent alors un aspect buissonneux. D'autre part, Whitehead, 1998 et Coyne et al., 2007, confirme que même en absence de symptômes caractéristiques sur le système aérien, les rendements sont affectés par les attaques de *Meloidogyne*. Les pertes qualitatives et quantitatives de rendement augmentent avec l'intensité d'infestation. En

comparant le rendement obtenu à la moyenne (500q/ha), on retrouve qu'il est faible, ce qui nous emmène à dire que les traitements avec l'extrait d'ail n'ont pas influencés sur le rendement

Additionnellement des corrélations moyennes ont été enregistrés entre les paramètres indice de vigueur et poids du fruit ($R^2= 0,516$) ainsi l'indice de vigueur et rendement ($R^2= 0,517$) alors que le poids du fruit et rendement sont fortement corrélées ($R^2= 1$).

Le mode d'action de l'extrait d'ail sont évalués par les essais menés in vitro du GRAB (2008), qui ont données des résultats encourageant, l'aillicine et ses produits de dégradation, diméthyl disulfure de l'ail, ont des propriétés larvicides et ovicides sur les nématodes, un essai au champ a été conduit pendant 03 ans avec un extrait d'ail enrobé (à la dose de 120 kg/ha) n'a pas montré aucune efficacité. L'utilisation de diméthyl disulfure DMDS produit de dégradation de l'aillicine dont son efficacité paraît plus efficace. L'utilisation de ces produits se heurte à différent problème, (i) très volatils et se dégradent rapidement dans le sol; (ii) la production de la DMDS est envisagée par synthèse chimique; (iii) l'utilisation de résidus de cultures ou de plantes de la famille des alliées nécessitent de trop grande quantités de produit pour être efficace.

Les produits de dégradation de l'ail l'aillicine et ses produits de dégradation, diméthyl disulfure pour l'ail, ont des propriétés larvicides et ovicides sur les nématodes. L'essai avait donc pour but de vérifier cette efficacité en conditions de culture, en testant un extrait d'ail obtenu à partir de jus d'Ail. Il existe peu de travaux sur l'effet nématocide des extraits d'Ail et surtout au champ, notre étude a permis d'enregistré l'efficacité du produit «Agroallium Terra » par rapport aux extraits purs des deux variétés d'ail sur le paramètre Indice de Galles. Ces résultats intéressants montrent que l'ail peut offrir une opportunité intéressante pour leur emploi comme « plante piège » contre *Meloidogyne incognita* ou encore son utilisation dans les rotations.

Il est nécessaire d'approfondir les études concernant l'extrait d'ail sur plusieurs aspects à savoir, l'évaluation des métabolites, l'utilisation de molécules à effet biopesticide et leurs dose, l'effet sur l'éclosion des œufs et effet sur les larves et les adultes des *Meloidogynes*, l'étude de l'efficacité de l'aillicine au champ car les symptômes d'infestation des nématodes se présentent sous forme de «plages». (Di Vito et al., 1991; Wesemael et al., 2006).

Conclusion générale

Les nématodes du genre *Meloidogyne* sont des bioagresseurs très redoutables qui sont difficiles à combattre et leur lutte demeure le souci majeur pour les scientifiques et les agriculteurs. De ce fait, le présent travail a été mené dans le but est de rechercher une méthode alternative aux nématicides qui reste le moyen le plus utilisé.

L'étude menée porte sur l'effet des extraits purs des deux variétés d'ail et un produit à base d'ail « Agroallium Terra » au champ sur les paramètres physiologiques de la culture du Melon contre le *Meloidogyne incognita*.

L'effet du produit à base d'ail « Agroallium Terra », a montré son efficacité sur l'indice de galles le plus faible par rapport aux autres traitements. De même, l'effet de l'extrait pur de la variété rouge local a enregistré la plus grande valeur du nombre de fruit. Aussi, nous avons noté une plus grande valeur du rendement pour le Mocap contrairement au traitement Thermidrome qui a donné le plus faible rendement.

Cette étude mérite d'être poursuivie et complétée par d'autres travaux portant sur l'identification des molécules actives en particulier la DMDS impliqués dans cette toxicité ainsi que du mode d'action des extraits et de leurs composés, les modes et les doses d'application .

Aussi, il serait aussi d'intérêt de rechercher et de caractériser d'autres substances actives existantes dans la plante afin d'identifier ceux actives vis-à-vis des bio-agresseurs et de les formuler comme des produit dans un objectif de commercialisation.

Enfin, une vulgarisation auprès des agriculteurs de l'importance de l'introduction de ces espèces dans les rotations est nécessaire pour la gestion durable de ces nématodes.

Références bibliographiques

- 1) **AGARWAL, 1996.** in **ARNAULT I. 1, FACTION F. 2, FLEURANCE C. 3, NABIL H. 4, VIS DE VIDANGE J., 2008.** Fumigation des sols avec *allium* soufre volatiles et *allium* par produits. 1, 16E IFOAM mondiale organiques Congrès, Modène, Italie, juin 16-20.
- 2) **AGRIOS G.N., 2005.** *Plant pathology. Fifth edition.* Ed. Elsevier Academic Press. 922pp.
- 3) **AL-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.
- 4) **ALEXANDER et WALDENMAIER, 2002** in **TRIKI M., 2012.** Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloidogyne* (*Nematoda-Meloidogynidae*). Thès.Mag. Agro.Blida. 56 p.
- 5) **AMMAR E., 1986.** Incidence de la succession de tomate sensible et résistante sur l'évolution des caractères bioécologiques des populations de *Meloidogyne ssp* (*nematoda-heteroderidae*).
- 6) **ANONYME, 1990.** Guide pratique de défense des cultures. A.C.T.A., Paris, 419 p.
- 7) **ANNONYME, 2009.** Guide production sous régie biologique, édition 2009.
- 8) **ANTHONY K. ONIFADE. MAJEKODUNMI O. FATOPE. MICHAEL L. DEADMAN. SALAM M.Z. AL-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.xxx(2008)1-5.
- 9) **ARNAULT I. et al, 2005** in **CHOVELON M., 2006.** Contrôle de *Xiphinema index*, nématode vecteur du court-noué de la vigne, Revue VITICULTURE, GRAB-Avignon.
- 10) **AUGER et al, 2004.** in **ARNAULT I. 1, FACTION F. 2, FLEURANCE C. 3, NABIL H. 4, VIS DE VIDANGE J., 2008.** Fumigation des sols avec *allium* soufre volatiles et *allium* par produits par. 1, 16E IFOAM mondiale organiques Congrès, Modène, Italie, juin 16-20.
- 11) **BERTRAND C., 2001.** Les nématodes à galles en Agriculture Biologique. Fiche technique, 4p.
- 12) **BERTRAND, C., 2001.** Lutter contre les nématodes à galles en agriculture biologique GRAB ; France : 4.
- 13) **BERGE 1971** in **VELIE H. et PERRIN B., 2009.** Protection contre nématodes a galles : intérêt de la gestion des rotations culturales. Revue GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique).
- 14) **B'CHIR M.M., 1983,** Préparation d'un programme national de lutte contre les nématodes sous abris serres en Tunisie. Lab. De némat. I.N.A.T., Tunisie, 5 p.

- 15) **BONNEMAISON L., 1961.** Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Ed. Sep., T.1, Paris, 605 p.
- 16) **CAYUELA et al., 2008** in **TRIKI M., 2012.** Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloidogyne* (*Nematoda-Meloidogynidae*). Thès.Mag. Agro.Blida. 56 p.
- 17) **DALMASSO A., 1966.** Méthode simple d'extraction des nématodes du sol. Rev d'école.3, 474 - 476.
- 18) **DAVIS E.L., HUSSEY R.S., MITCHUM M.G. et BAUM T.J., 2008.** *Parasitism proteins in nematode plant interactions. Current Opinion in Plant Biology* 11, 360-366.
- 19) **DE GUIRAN G. ET RITTER M., 1979.** *Life cycle of Meloidogyne species and factors influencing their development in Root-knot-nematodes (Meloidogyne species) systematics. biological and control. Academic Press,* pp: 173-191.
- 20) **DEWAELE D. et DAVIDE R.G., 1998.** Nématodes à galles des bananiers et plantains, *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. Parasites et Ravageurs des Musa : Fiche Technique n°3. Ed. INIBAP. 4pp.
- 21) **DI VITO M., CIANCIOTTA V., ZACHEO G., 1991.** *The effect of population densities of Meloidogyne incognita on yield of susceptible and resistant tomato.* *Nematol. Medit.* 19: 265-268.
- 22) **DJERROUDI-ZIDANE O., EDDOUD A., KELLILI M., 2011.** Effet des extraits aqueux de végétaux sur les nématodes phytoparasites du genre *Meloidogyne spp*, 49-54 Revue des Bio Ressources, Vol 1 N 2.
- 23) **DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE.H., ARRUFAT.A., 2009.** PHYTOMA. Gestion des nématodes a galles : lutte conventionnelle et luttés alternatives. L'atout des plantes pièges. INRA UMR Interactions Biotiques et Santé Végétale(IBSV) INRA/ UNRS/ CNRS 400, Route des Chapes, Les Templiers, BP 167, F-06903 Sophia Cedex. 18p.
- 24) **DUKE.1999 ; KONG et al., 2007; LEE et al,2001 ;PARK et al,2005 ; SATTI et NASER ,2006 ; SATTI et al ,2003 : in BERTRAND, C. et al, 2001.** Lutter contre les nématodes à galles en agriculture biologique GRAB ; France : 4.
- 25) **DUVAL J., 1991.** Les nématodes de la Tomate., AGRO.BIO, pp.320.322.
- 26) **DUVAL J., 1993.** Les plantes nématocides, Revue *ecological agriculture projects* AGRO-BIO 360-04, agr., M.Sc.
- 27) **EKANAYAKE H.M.R.K., et DIVITO M., 1984; ROHINI et al. 1985; DALMASSO et al, 1985.** *Effect of population densities of M.incognita on growth of susceptible and resistant Tomato plant. Nematol.Medit.* 12p.

- 28) **EL-ALLAGUI N., BOURIJATE M., TAHROUCH S. et HATIMI A., 2006.** Effet de cinq extraits végétaux sur *Meloidogyne* spp. de la tomate. Biochimie. Substances Naturelles et Environnement. Congrès International de Biochimie. Agadir, 09-12 Mai, 357-360.
- 29) **EL BADRI G.A., LEE D.W., PARK J.C., YU H.B. et CHOO H.Y., 2008.** *Evaluation of various plant extracts for their nematicidal efficacies against juveniles of Meloidogyne incognita.* Journal of Asia Pacific Entomology 11, 99-102.
- 30) **EL KEBIRI, L. 1993.** Contribution à l'étude de l'état d'infestation des cultures maraîchères sous serre par les *Meloidogyne* dans quelques régions du littoral algérois. Etude de la répartition géographique des *Meloidogyne* sp. Mém. Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. De Blida, 51 p.
- 31) **EL-KEBLAWY A. et AL-HAMADI F. 2009.** *Assessment of the differential response of weeds to soil solarization by two methods.* Weed Biology and Management 9, 72-78.
- 32) **FERRIS H., VERNERY H.S. ET SMALL R.F., 1978.** *Developpement of a soil- temperature data base on Meloidogyne arenaria for a simulation Model.* Loum.of Nematology, 10 pp: 39-42.
- 33) **FERRIS ET VAN GUNGY, 1979** in **TRIKI M., 2012.** Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloidogyne* (*Nematoda-Meloidogynidae*). Thès.Mag..Agro.Blida. 56 p.
- 34) **GAILLAUD M.C., DUBREUIL G., QUENTIN M., PERFUS-BARBEOCH L., LECOMTE L., ENGLER J.A., ABAD P., ROSSO M.N. et FAVERY B., 2008.** *Root-knot nematodes manipulate plant cell functions during a compatible interaction.* Journal of Plant Physiology 165, 104-113.
- 35) **GAUR H.S. et PERRY R.N. 1991.** *The use of soil solarization for control of plant parasitic nematodes.* Nematological Abstracts. Vol. 60(4), 153-166.
- 36) **GRAING M. et AHMED S., 1988.** *Handbook of plants with pest-control properties.* Ed. John Wiley and sons, New York, 622p.
- 37) **GRECO N., 1981 ; CAUBEL et CHAUBET, 1985 et DIVITO, 1986.** *Heatching of Heterodera carotae and Heterodero avenae Nematologyca,* 2P, pp; 366-371.
- 38) **GUIRAN G., 1983.** Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés. Ed. Littoral, S.A. Béziers, France, 42p.
- 39) **GURR S.J., MC PHRSON M.J. et BROWLES D.J., 1992.** *Molecular plant pathology. Apractical approach.* Volume I. Ed. *The practical approach series; Series editors:* Ricknood D. et Hames B. D. 216pp.

- 40) **HAMMACHE, M., 2010.** Influence de quelques types de sols algériens sur le développement des nématodes a galles ; *Meloidogyne incognita*, *m. javanica* et *m. arenaria* (tylenchida, *meloidogynidae*), in *Lebanese Science Journal*, Vol. 11, No. 2, 2010).
- 41) **HUANG S.P., DE GUIRAN ET VILLEMIN, 1986.** Penetration, development, reproduction and sex ration of *Meloidogyne javanica* in three carrot cultivars. *Journal of nematology*, 18(3), pp: 408- 412.
- 42) **I.D.C.M, 1979.** Les cultures maraîchère en Algérie : les cucurbitacées, les composées, les légumineuses. Tome VI. 355 P.
- 43) **JAUBERT S. LAFFAIRE J.B., ABAD P. et ROSSO M.N. 2002.** Cell wall degrading enzymes in the root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. Journée Jean Chevaugéon IVème rencontre de Phytopathologie/Mycologie. Aussois, Savoie, France. 13-17 Mars.
- 44) **JOHNSON 1959** in **VELIE H. et PERRIN B., 2009.** Protection contre nématodes a galles : intérêt de la gestion des rotations culturales. Revue GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique).
- 45) **JONES J.B., JONE J.P., STALL R.E. et ZITTER T.A., 1997.** *Compendium of tomato diseases*. Ed. APS Press, The American Phytopathological Society. 73 pp.
- 46) **KALAIARASAN P., SENTHAMARAI M., RAMESH D. et SUDHEER M. J., 2007.** *Jatropha: An efficient organic amendment for the management of root-knot nematode, Meloidogyne incognita in tomato*. *Indian Journal of Nematology*. Vol. 37(2).
- 47) **KIENWNICK S. et SIKORA R.A. (2006) a.** Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* by *Paecilomyces lilacinus* strain 251. *Biological Control*. Vol. 38(2), 179-187.
- 48) **KHAN Z. et KIM Y.H. (2005).** The predatory nematode *Monochoides foridens* (Nematoda: Diplogasterida), suppresses the root-knot nematode *Meloidogyne arenaria* in potted field soil. *Biological Control* 35, 78-82.
- 49) **KHAN Z. et KIM Y.H. (2007).** A review on the role of predatory soil nematodes in the biological control of parasitic nematode. *Applied Soil Ecology* 35, 370-379.
- 50) **KHEDDAM, B. 2012.** Enquête sur la gestion des pesticides en Algérie et recherche d'une méthode de lutte alternative contre *Meloidogyne incognita* (Nematoda : *Meloidogynidae*).
- 51) **KOKALIS-BURELLA N. et RODRIGUEZ-KABANA R., 2006.** Allelochemicals as biopesticides for management of plant parasitic nematodes. *Allelochemicals: Biological Control of Plant Pathogens and Diseases*. Ed. INDERJIT et MUKERJI, pp. 15-29.
- 52) **KORAYEM A.M., 2003.** Effect of some organic wastes on *Meloidogyne incognita* development and tomato tolerance to the nematode. *Egyptian Journal of Phytopathology*. Vol. 31(1-2), 119-127.

- 53) **LAUMONNIER R., 1979.** Culture légumières et maraîchères. Tome III, 273 p.
- 54) **MOKABLI, A. 1988.** Les principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des *Meloidogyne* sous abris serre en Algérie. Thèse mag., Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 69 p.
- 55) **MEDJAHED, S. 2010.** Evaluation de l'activité nématocide de quelques extraits de plantes contre *Meloidogyne incognita* (White et Kofoid, 1919) Chitwood 1949 (*Nematoda : Meloidogynidae*). Thèse mag., Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 126 p.
- 56) **MATOS ET RICARDO, 2006.** in **MEDJAHED, S. 2010.** Evaluation de l'activité nématocide de quelques extraits de plantes contre *Meloidogyne incognita* (White et Kofoid, 1919) Chitwood 1949 (*Nematoda : Meloidogynidae*). Thèse mag., Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 126 p).
- 57) **MESSIAEN C.M., BLACARS D., ROUXEL F. et LAFON R., 1991.** Les maladies des plantes maraichères. Ed. INRA Paris. 568p.
- 58) **NATARAJAN N. , A. CORK, N. BOOMATHI, R. PANDI, S. VELAVAN AND G. DHAKSHAMOORTHY, 2006.** *Cold aqueous extracts of African marigold, Tagetes erecta for control tomato root knot nematode, Meloidogyne incognita, Crop.*
- 59) **NEBIH HADJ-SADOK D., AOUNI N., 2006.** Effet des protéines (cytoplasmique et pariétale) des *Tagetes minuta* sur les larves infestantes (12) de *Meloidogyne* spp. dans les conditions de laboratoire. 6ème j.
- 60) **NGAMO L.S.T., 2004.** A la recherche d'une alternative aux polluants naturels persistants. Bull. Info. Phytosanitaire, n° 43.
- 61) **OESTERLIN H., 2003.** Les nématodes phytoparasites du sol menacent nos cultures. Biologie, dégâts provoqués et lutte. 13p.
- 62) **OKA Y, BEN-DANIEL B-H and COHEN Y., 2001.** *Control of Meloidogyne javanica by formulations of Inula viscosa leaf extracts, J. Nematol. 38, pp. 46–51.* View Record in Scopus / Cited By in Scopus (0).
- 63) **PANCHAUD, 1990** in **TRIKI M., 2012.** Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloidogyne* (*Nematoda-Meloidogynidae*). Thès.Mag..Agro.Blida. 56 p.
- 64) **PIEDRA BUENA A., GARCIA-ALVAREZ A., DIEZ-ROJO M.A., ROS C., FERNANDEZ P., LACASA A. et BELLO A., 2007.** *Use of pepper crop residues for the control of root-knot nematodes. Bioresource Technology 98, 2846-2851.*
- 65) **PLOEG A.T., 2000.** *Effect of amending soil with Tagète patula cv. Single Gold on Meloidogyne incognita infestation of tomato. Nematology, Vol 2(5), pp: 489-493.*

- 66) **RADWAN M. A., EL-MAADAWY E.K., KASSEM S.I. et ABU-ELMAYEM M.M., 2009.** *Oil cakes soil amendment effects on Meloidogyne incognita, root-knot nematode infecting tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection.* Vol. 42(1), 58-64.
- 67) **RAYNAL G., GONDRAN J., BOURNOVILLE R., et COURTILOT M., 1989.** Ennemis et maladies des prairies, Paris, 249p.
- 68) **REDDY P., 1983.** Plant Nematology. Ed. Agri. Publ. Acad. India, 287pp.
- 69) **REGNAULT- ROGER C., PHILOGENE B.J.R. et VINCENT C., 2005.** *Biopesticides of plant origin. Ed. Lavoisier Publishind.* Intercept LTD. 313p.
- 70) **RITTER, 1976** in **TRIKI M., 2012.** Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloidogyne* (Nematoda-Meloidogynidae). Thès.Mag..Agro.Blida. 56 p.
- 71) **RITTER M., 1985,** Connaissances nouvelles sur la biologie des nématodes. Conséquences pratiques. C.R. Acad. Agr. France, Vol. 71 N 7, pp 691-704.
- 72) **SANGWAN N.K., K.K. VERMA, B.S. VERMA, M.S. MALIK AND K.S. DHINDSA, 1985; MALIK et al., 1987; SAXENA et al., 1987.** *Nematicidal activity of essential oils of Cymbopogon grasses. Nematologica* 31, pp93-99.
- 73) **SASANELLI N. et DI-VITO M., 1991.** *The effect of Tagets spp extracts on hatching of an Italian populations of Globodera rostochiensis. Nematology Mediterranean.* 19, 135-137.
- 74) **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 chlamydosporium goddard cultured on different substrates. Nemato. Abst., Vol.70, n° 2, pp. 70- 99.*
- 75) **SAYER R.M., & STARR M. P., 1985.** *Penetrans (es Thome, 1940), amycelia and endospore bacterium parasitic in plant –pasmstic nematodes; Rev. Némat., Vol.52,pp.149-165.*
- 76) **SELLAMI S.M. et MOUFFARRAH A., 1994; SELLAMI et ZEMMOURI, 2001.** Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité et l'éclosion des larves de *Meloidogyne incognita*. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, University Gent* 59, pp: 813-816.
- 77) **SELLAMI S. et CHEIFA H., 1997.** Effet de *Tagètes erecta* contre les *Meloidogyne* sous abris plastique. Symposium International de phytopharmacie et phytiairie, Sect.6, pp : 72-73.
- 78) **SELLAMI S., LOUNICI M., EDDOUD A. et BENSEGHIR H., 1999.** Distribution et plantes hôtes associées aux *Meloidogyne* sous abri plastique en Algérie. *Nematol. Medit* 27, 295-301.
- 79) **SELLAMI S., LOUNICI M., 2000.** *Control of root knot nematode by solar heat on tomato. Seven Arab congress of plant production.* Oct.22-26.

- 80) SCOTTO La MASSÈSE J.C., 1962. Aperçu sur les problèmes posés par les nématodes phytoparasites en Algérie. ASS. Coord. Travaux. Agri. F.N.H.P.C. Versailles, 83-105.
- 81) SCOPA A., CANDIDO V., DUMONTET S. et MICCOLIS V., 2008. *Greenhouse solarization: effects on soil microbiological parameters and agronomics aspects. Scientia Horticulturae* 116, 98-103.
- 82) SIDDIQUI Z.A. et MAHMOOD I., 1999. *Role of bacteria in the management of plant parasitic nematodes* A review. *Bioresource Technology* 69, pp 167-179.
- 83) SIDDIQUI I. A., SHAUKAT S.S., et HAMID M., 2002. *Role of Zinc in Rhizobacteria mediated suppression of root infecting fungi and root-knot nematode. Phytopathology* 150, 569-575.
- 84) SHAUKAT S.S. et SIDDIQUI A., 2001. *Nematicidal activity of some weed extracts against Meloidogyne javanica (Treub) Chitwood. Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol. 4(10), 1251-1252.*
- 85) SMAHA D., 1991. Essai de mise au point d'une méthode de lutte intégrée contre les *Meloidogynes* (NEMATODA, MELOIDOGYNIDAE) sous serres dans l'Algérois. Thèse Ing., Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 65 p.
- 86) TAYLOR C.E. et BROWN D.J.F., 1997. *Nematode vectors of plant viruses. Ed. CAB International. 286p.*
- 87) TRIKI M., 2012. Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloidogyne* (*Nematoda-Meloidogynidae*). Thès.Mag..Agro.Blida. 56 p.
- 88) VAGELAS I.K., PEMBROKE B., GOWEN S.R. et DAVIES K.G., 2007. *The control of root-knot nematodes (Meloidogyne spp.) by Pseudomonas oryzihabitans and its immunological detection on tomato roots. Nematology. Vol. 9(3), 363-370.*
- 89) VAN G., RADEMAKER et VAN S., 1995 in DOROSZUK et al, 2007 in BELLAHAMMOU S., 2010. Contribution à l'étude de la diversité de la nématofaune associés aux cultures maraichères dans la vallée d'oued Righ, Wilaya d'Ouargla. Thès.Ing.Agro.Blida.78p.
- 90) VEDIE H., AISSA MADANI C., 2006-2008. Evaluation de l'effet du DMDS sur les nématodes a galles (*Meloidogyne spp.*) en maraichage sous abri, MARAICHAGE L08/ PACA 01, en partenariat CRITT INNOPHYT/Région Centre.
- 91) VELIE H. et PERRIN B., 2009. Protection contre nématodes a galles : intérêt de la gestion des rotations culturales. Revue GRAB (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique).

- 92) **VILLAIN L., BAUJARD P., ANZUETO F., HERNANDEZ A., et SARAH J. L., 2002.** Protection intégrée des caféières d'Amérique centrale contre les nématodes. Plantation, Recherche, Développement. 17p.
- 93) **VILLENAVE C., ET FERNANDES P., NIANE-BADIANE A., SENE M., REPEA P., GANRY F. et OLIVER R., 1998.** Influence du travail du sol et de l'apport de compost sur les peuplements de nématodes phytoparasites. Congrès Mondial de la Science du Sol. Actes : Montpellier. ORSTOM, 20-26 Août 98. 7p.
- 94) **WHITEHEAD A.G., 1998.** *Plant nematode control. Ed. CAB International.* 384 pp.
- 95) **ZASADA I.A., KLASSEN W., MEYER S.L.F., CODALLO M. et ABDUL-BAKI A.A., 2006.** *Velvet bean (Mucuna pruriens) extracts: impact on Meloidogyne incognita survival and Lycopersicum esculentum and Lactuca sativa germination and growth. Pest management science* 62, 1122-1127.
- 96) **ZOUIOUECH Z., 1993.** Essai de lutte biologique contre les *Meloidogyne* (Nematoda, *Meloidogynidae*) sous serre dans la région de Blida. Thèse. Ing., Inst. Agro., El Harrach, 95 p.

Annexe A : Nématicides homologués en Algérie.

Nom Commercial	Matière Active	Concentration	Formulation	Cultures	Dose d'Utilisation	Firme
DD Fumigant	1,3 Dichloropropene	92%	EC	CM	170L/ha	Phyto-plus
				Tabac		
				PO		
Pheonix	Lambdacyhalothrine	5%	EC	Tabac	250ml/ha	Vapco/SNC Doudah
				AF	170ml/ha	
Nemathophorine	Fosthiasate	10%	GR	CL	12-30kg/ha	Syngenta
				P de T		
Vidate 10G	Oxamyl	100g/kg	GR	Ail –oignon	30-50kg/ha 20-40kg/ha	Du point de Nemours
				Agrumes – bananes	50kg/ha	
Basamid	Dazomet	98%	GR	Toutes cultures	500kg/ha	Safapro/ BASF
Dacron				Toutes cultures	30 à 40 g/m ²	Vapco
Elmocap	Ethoprophos	10%	GR	Tomate-CL- P de T	30kg/ha	Phyto-plus
Fumical	Metam-sodium	510g/l	SL	Terreau	1L/m ³	Calliope
Hexonate	Hexaxonzole	5%	SC	Toutes cultures	1000L/ha	
Mocap	Ethoprophos	10%	GR	Tomate-CL- P de T	30kg/ha	Phyto-plus
				CM	3x50kg/ha	
				CM extra primeur	2x50kg/ha	
Nemaceur	Phenamiphos	10%	GR	CM sous serre	30-50 g/pied	Bayer
				primeur	30-50 g/pied	
				Bananier	30-50 g/pied	
				Betterave Sucrière	30-40kg/ha	
				Carotte	30kg/ha	
				Concombre P de T	30 g/m ²	
Nemaceur 240CS	Phenamiphos	240g/l	CS	PO	20 à 40L/ha	Bayer
				Tabac-Tomate		
Nemasol 510	Metam-sodium	510g/l	SL	Cultures sous serre	1000-1200l/ha	UCB
				Tomate- Melon- Concombre plein champs		
Nimaphos 10G	Ethoprophos	10%	GR	Terreau	1l/m ³	ACI/ Rivale
				Toutes cultures	1000-1200l/ha	
				AF	15-30kg/ha	
				CL	15-30kg/ha	
				Grandes cultures	15-30kg/ha	
	Agrumes	4-8L/ha				
	Bananes	7-5ml/ha				

Nom Commercial	Matière Active	Concentration	Formulation	Cultures	Dose d'Utilisation	Firme
Sincocin	Acides Gras, palmique, Oleique, Linoleique, Nu cleique ADN et ARN+Oligoéléments	ppm 0,56%+ 99,44%	SL	CM- Vigne	1L/ha	Agriculture Science/Agritec /Zerouki AGSCI- Dallas
				AF	2L/ha	
				Palmiers dattier		
Telone II	Dichloropropene	1108g/l	SL	AF	170L/ha	DOW Agro Science
				CM	170L/ha	
				Horticulture	170L/ha	
				Pépinière	500L/ha	
				Vigne		
Vydatel	Oxamyl	240g/l	SC	CM	6 L/ha en goutte à goutte 2-4L/ha traitement foliaire	Du point de Nemours

Source : INDEX des produits phytosanitaires à usage agricole. (DPVCT, 2007)

Abréviations :

CM : Cultures maraichères

PO : Plantes ornementales

AF : Arbres fruitiers

CL : Cultures légumières

P de T : Pomme de terre

SL : Solution liquide

CS : Concentré soluble

SC : Solution concentrée

GR : Granulée

Annexe B : Caractéristiques botaniques et culturelles du Melon.

Généralités :

On peut dire que l'origine du Melon n'est pas jusqu'à présent pleinement et exactement déterminée. Dans tous les cas son origine doit être recherchée en Asie centrale et en Asie mineure, où on peut trouver même de nos jours la plus grande diversité des formes de cette espèce (IDCM Staouéli, 1979).

Les fruits du Melon sont de formes et de couleurs extrêmement variables. Leur épiderme est côtelé ou lisse, brodé ou encore recouvert de sortes de galles. (Laumonnier, 1979).

Classification :

D'après Laumonnier, (1979), les variétés de Melons sont extrêmement nombreuses car il s'agit d'une espèce très polymorphe. On les classe généralement en quatre groupes :

- I. Les Melons cantaloup (*Cucumis melo* var. *cantalupensis*, N)- les cantaloups présentent des fruits globuleux ou déprimés, fortement côtelés, à épiderme dur souvent marqué de verrues.
- II. Les Melons brodés (*Cucumis melo* var. *reticulatus*, N)- La catégorie des Melons Brodés comprend des variétés de formes diverses dont les côtes sont peu visibles, mais dont l'épiderme est recouvert de lignes sinueuses en relief rappelant une broderie.
- III. Les Melons sucrins (*Cucumis melo* var. *saccharinus*, N)- Rustiques, parfumés, d'excellente qualité. Fruit moyens, oviforme, vert foncé passant à l'orange au stade de la maturité.
- IV. Les Melons d'hiver (*Cucumis melo* var. *inodorus*, N)- fruit à maturité tardive épiderme lisse ou encore rugueux, se conservant trente jours peu ou moyennement parfumés.

Climat :

Plante originaire des pays chauds, le Melon demande une grande quantité de chaleur pour assurer la maturité de ses fruits. Dans les régions à climat chaud, cette espèce réussit parfaitement et y acquiert un parfum extrêmement délicat. Il s'agit là d'une espèce redoutant la gelée la plus faible et demandant des températures ambiantes importantes qui sont les suivantes :

- Au semis : + 15 à + 20° C ;
- En végétation : + 17 à + 22° C ;
- A la floraison : +17 à +20° C ;
- A la maturité : + 22 à + 28° C.

Notons que le système racinaire du Melon ne fonctionne à plein qu'à partir de +17°C (Laumonnier, 1979).

Sol :

Exigeant en regard de la chaleur, le Melon l'est beaucoup moins sur la qualité du sol qui présente cependant une influence certaine. Il est donc convenable de lui réserver des terres meubles, mais d'une certaine consistance, même caillouteuse. Il redoute un peu les terrains trop légers et trop perméables, s'ils ne sont pas irrigués (Laumonnier, 1979).

Les fumures :

Les Melons est une plante vorace, très épuisante pour le sol, les fumures se révèlent indispensables pour cette culture. Surtout en Algérie, où les sols ne sont pas très riches en matière nutritives et en humus qu'on doit porter une très grande attention sur l'apport convenable des fumures.

Des éléments nutritifs principaux (azote, phosphore, potasse) on ne doit pas sous estimer le phosphore et la potasse, qui jouent un très grand rôle sur la qualité et la maturation des fruits.

Sur des terres moyennes, il convient d'apporter les fumures de base suivantes :

- Fumier bien décomposé : 30-40 t/ha
- Azote : 50 kg/ha
- Phosphore : 110 kg/ha
- Potasse : 120 kg/ha.

Soins culturaux :

- **Binage :**

Le binage doit s'effectuer régulièrement et pas trop profondément, après chaque arrosage jusqu'à ce que les plantes couvrent complètement la surface du sol.

- **Irrigation :**

L'irrigation se fait selon les besoins. Pour obtenir des fruits plus savoureux, il est nécessaire, de réduire les irrigations à l'époque de la maturité ; mais sans les cesser complètement ce qui dans le climat de l'Algérie peut donner des conséquences défavorables.

- **La taille :**

La taille du melon doit avoir pour but de favoriser la mise à fruit. Celle-ci est variable selon l'orientation de la production et d'après la région.

- **Engrais supplémentaires :**

Les engrais supplémentaires, pendant la végétation, peuvent augmenter considérablement les rendements et améliorer la qualité des fruits. Beaucoup de recherches et la pratique dans certains pays ont démontré que 2 apports d'engrais minéraux (N 30 kg/ha, P 60 kg/ha, K 30 kg/ha).

- **Lutte contre les parasites :**

A la lutte contre les parasites, doit être portée une très grande attention. Le melon est attaqué très souvent par les maladies très importantes qui peuvent diminuer gravement la récolte (ex. l'oïdium, l'antracnose, la fusariose...).en ce qui concerne les insectes, certains d'entre eux très dangereux, comme par exemple l'araignée rouge, dont la dissémination est facilitée accélérée par l'air sec.

La récolte :

La récolte du Melon est un moment de la culture qui exige une grande attention, les fruits mûrs sont à reconnaître par le changement de la couleur, par l'apparition d'une odeur aromatique et par un détachement relativement facile du fruit de son pédoncule. Chez certaines variétés, de peau relativement dure et qui en même temps, ne se détache pas facilement du pédoncule, on peut reconnaître la maturité par un amollissement autour du pédoncule (IDCM Staouéli, 1979).

Annexe C : Document de protection du produit AGROALLIUM TERRA



**DOCUMENT DE PROTECTION DU PRODUIT
AGROALLIUM® TERRA**

Francisco Maroto Caba, Conseiller Exécutif de la société BIODURCAL, S.L., sise
Puente de Dúrcal, s/n, 1865 Dúrcal (Granada), Espagne,

C E R T I F I E:

que le produit AGROALLIUM® TERRA a été développé et enregistré par cette société.

Sa formulation est brevetée et la marque est protégée en Europe.

Fait à Alhendín (Granada), Espagne, le 13 avril 2009.

BIODÚRCAL, S.L.
Signé: Francisco Maroto Caba
Conseiller Exécutif

Puente de Dúrcal, s/n • 18650 DURCAL (Granada) ESPAÑA
Tel.: +34 958 576 160 • Fax +34 958 576 160 •
E-mail: biodurcal@biodurcal.com • Web: www.biodurcal.com

Annexe D : Fiche de données



AGROALLIUM TERRA®

Moyen de défense phytosanitaire

1/7

FICHE DE DONNEES DE SECURITE

Date de révision: 16.02.2009
Version 0/FRA

1. IDENTIFICATION DE LA SUBSTANCE, PREPARATION, ET DE LA SOCIETE

Information du produit

Nom	AGROALLIUM Terra
Code générique	120022
Usage	Produit formulé à base d'extrait d'alliacées qui agit comme bio fumigant naturel, destiné à réduire ou éviter l'attaque de nématodes et autres maladies des cultures par traitement du terrain.
Société	Biodúrcal, S.L. Puente de Dúrcal S/N 18650 Dúrcal (Granada) – Espagne B18251348 T: (0034) 958 576 486 F: (0034) 958 576 389 E: informacion@biodurcal.com W: www.biodurcal.com

2. COMPOSITION / INFORMATION DES COMPOSANTS

Nature chimique

Concentré émulsionnable constitué par des extraits végétaux (dérivés d'alliacées), du monopropylèneglycol et du polysorbate.

Extraits végétaux	28,0 %
Glycérine végétale	69,9 %
Coadjuvants technologiques	2,1 %

3. IDENTIFICATION DES DANGERS

Conseils pour l'être humain et l'environnement

Irritant pour les yeux.

Annexe E : Résultats des paramètres étudiés

Tableau 1 : Résultats de l'Indice de vigueur (IV) sur la culture de Melon

	ST				T				RL				M				A			
	B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2	
	R1	R2																		
IV	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
Moyenne	4				3				4				4				3			

Tableau 2: Résultats de l'Indice de galle (IG) sur la culture de Melon

Traitements	ST				T				RL				M				A			
	B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2	
	R1	R2																		
Blocs																				
Réptitions	R1	R2																		
IG	5	3	5	5	3	5	5	3	5	3	3	4	5	3	3	4	3	2	4	3
Moyenne	5				4				4				4				3			

Tableau 3: Résultats de l'Indice du poids du fruit sur la culture de Melon

Traitements	ST				T				RL				M				A			
	B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Blocs																				
Réptitions	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
Poids du fruit en kg	26	21	26	28,8	21,8	27,8	17	15	22,6	18,8	32,8	19	33,6	23,6	25,8	25	30	19	24,8	17
Moyenne	25,45				20,4				23,3				27				22,7			

Tableau 4: Résultats du nombre de fruit sur la culture de Melon

Traitements	ST				T				RL				M				A			
	B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2	
	R1	R2																		
Blocs																				
Réptitions	R1	R2																		
Nombre de fruit	13	19	14	18	20	19	11	10	17	12	20	15	12	9	17	17	20	11	14	11
Moyenne	16				15				16				14				14			

Tableau 5: Résultats du rendement sur la culture de Melon

Traitements	ST				T				RL				M				A			
	B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2		B1		B2	
	R1	R2																		
Blocs																				
Réptitions	R1	R2																		
RDT (q/ha)	216	175	216	240	181	231	141	125	188	156	273	158	280	196	215	208	250	158	206	141
Moyenne	212				170				194				225				189			

Tableau 6: la Matrice de corrélation (Pearson)

Variables	IV	IG	Poids du fruit (kg)	Nbre de fruit	Rdt (q/ha)
IV	1	0,408	0,516	0,130	0,517
IG	0,408	1	0,099	-0,050	0,097
Poids du fruit (kg)	0,516	0,099	1	0,392	1,000
Nbre de fruit	0,130	-0,050	0,392	1	0,391
Rdt (q/ha)	0,517	0,097	1,000	0,391	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

Tableau 7: Analyse de la variance de la variable Indice de Galles

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	146,750	29,350	117,400	< 0,0001
Erreur	5	1,250	0,250		
Total corrigé	10	148,000			

Test de Newman-Keuls / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95 % :

Tableau 8 : Analyse de la variance de la variable Poids du fruit (Kg)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	5702,085	1140,417	79,811	< 0,0001
Erreur	5	71,445	14,289		
Total corrigé	10	5773,530			

Test de Newman-Keuls / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95 % :

Tableau 9 : Analyse de la variance de la variable Nombre des fruits

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	2244,125	448,825	31,775	0,001
Erreur	5	70,625	14,125		
Total corrigé	10	2314,750			

Test de Newman-Keuls / Analyse des différences entre les groupes avec un intervalle de confiance à 95 % :

Tableau 10 : Analyse de la variance de la variable Rendement (q/ha)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	5	394493,000	78898,600	79,615	< 0,0001
Erreur	5	4955,000	991,000		
Total Corrigé	10	399448,000			