

REPUBLIQUE ALGERIENNES DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Thème

**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)*.**

**Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master II en science
de la nature et de la vie**

Spécialité : phytopharmacie appliquée

PRESENTE PAR : TRIKI Moussa

Mme ALLAL.L	M.C.A	USDB	Présidente
Mme TAIL.G	M.C.A	USDB	Promotrice
Mme NEBIH D.	M.A.A	USDB	Co promotrice
Mme BRAHIMI.L	M.A.B	USDB	Examinatrice
Mr MAHDJOUBI .D	M.A.B	UNIV-Guelma	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011/2012

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie الله de nous avoir donné la santé, la patience et les moyens, à fin que nous puissions accomplir ce travail.

Mes vifs remerciements à Mme TAIL.G et Mme NEBI.H.D pour avoir dirigé ce travail et pour leur aide tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements et gratitudes s'adressent à Mme ALLAL.L, d'avoir faite l'honneur de présider la séance de ma soutenance.

Nous tenons à remercier l'examineur M^r MAHDJOUBI. D, et M^{ne} BRAHIMI, qui ont aimablement acceptés de faire partie de notre jury de thèse. Sincères remerciements.

Nous exprimons également nos remerciements à tous les enseignants de département de l'agronomie, et toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous mes camarades de la promotion

Merci

DEDI CACES

Je dédie ce travail, à mes très chers parents en témoignage de l'amour, du respect et de ma profonde et éternelle gratitude que je leur porte et ma reconnaissance pour leur soutien.

A mes frères et sœurs

A toute ma promo de zoophytatrie.

A tous mes amis surtout:

Djihad, lotfi, Samir, farid, Karima, Amina, Ahlem, samira,

Sommaire

Résumé
Summary
ملخص

Remerciements
Dédicaces

Sommaire
Liste des symboles et abréviations
Liste des illustrations et graphiques
Liste Des Tableaux

Introduction.....1

Partie bibliographique

Chapitre I : synthèse bibliographique sur les *Meloïdogyne spp*.....3
I.1.Généralités.....3
I.2. systématique des *Meloïdogyne spp*.....3
I.3.Biologie.....4
I. 4.Morphologie.....6
I.5.Influence de quelques facteurs écologiques sur les *Meloïdogyne*.....7
I.6.Importance économique des nématodes à galles (*Meloïdogyne*)8

Chapitre II : Données bibliographiques sur la moutarde des champs *Sinapis arvensis*, L'*Inule visqueuse*, *Inula viscosa* (L). Ait, et L'Armoise *Artemisia herba-alba*).

II.1. la moutarde des champs *Sinapis arvensis*10
II.2. *Inula viscosa* (L). Ai.13
II.3. L'armoises « *Artemisia herba-alba* ».16

Chapitre III : luttés contre les nématodes à galles

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

Introduction.....26
I.1. Objectifs.....26
I.2. Evaluation de la toxicité des traitements des plantes « *I. viscosa* », « *A.herba alba* » et « *S. arvensis* » sur les larves (L2) de *Meloïdogyne spp in vitro*27

I.2.1.4. Les essais in vitro des différents traitements sur les larves (L2).....	29
I.3. Analyse statistique des données.....	30

Chapitre II : Résultats et interprétations

I. Efficacité des extraits des deux mélanges des trois plantes « <i>Sinapis arvensis</i> », « <i>Inula viscosa</i> » et « <i>Artemisia herba-alba</i> » sur les nématodes à galles (<i>Meloidogyne</i>).....	31
Discussion générale.....	37
Conclusion générale.....	40

Références bibliographiques

Annexes

Table des matières

Liste des Symboles et Abréviations

Fig: figure

g: gramme

G.L.M.: general linear model

M : Meloidogyne

P : Extrait pur

P/2 : Extrait dilué à 1/2

P/4 : Extrait dilué à 1/4

PA : partie aérienne

pH1 : 4.50

pH2 : 4.93

Te : témoin

Liste des illustrations et graphiques

Fig.1. Cycle biologique de <i>Meloïdogyne spp.</i>	5
Fig.2. Morphologie du Male de <i>Meloïdogyne spp.</i>	6
Fig.3. Morphologie du Femelle de <i>Meloïdogyne spp.</i>	6
Fig.4. Morphologie du Larve (L ₂) de <i>Meloïdogyne spp.</i>	6
Fig.5. Galles sur les racines de tomates	9
Fig.6. La morphologie de la <i>Sinapis arvensis</i>	11
Fig.7. La plante d' <i>Inula viscosa (Dittrichia viscosa)</i>	13
Fig.8. <i>Artemisia herba alba</i>	18
Fig.9. Agitation des extraits aqueux.....	27
Fig.10. Filtration des extraits aqueux	27
Fig .11. Préparation de la gamme des solutions	28
Fig .12. Les essais in vitro des différents traitements sur les larves (I ₂).....	29
Fig.13. Evaluation de la toxicité de mélange des l'extraits aqueux des racines et du l'oxamyle sur les larves (L ₂) de <i>Meloïdogyne</i>	31
Fig .14. Variation de la toxicité de mélange testé sur les larves de <i>Meloïdogyne</i>	32
Fig.15. Evaluation de la toxicité de mélange des l'extraits aqueux et du l'oxamyle sur les larves (L ₂) de <i>Meloïdogyne</i>	32
Fig.16. Variation de la toxicité de mélange testé sur les larves de <i>Meloïdogyne</i>	33
Fig.17. Taux de revitalisation des larves (L ₂) de <i>Meloïdogyne</i>	34
Fig.18. des traitements sur la revitalisation des larves de <i>Meloïdogyne</i>	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide du mélange des plantes entières utilisé en fonction du temps d'exposition et des dilutions utilisées	31
Tableau 2 : Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir nématocide du mélange des racines utilisé en fonction du temps d'exposition et des dilutions utilisées	33
Tableau 3 : Modèle G.L.M. appliqué sur le taux de revitalisation de <i>Meloidogyne</i> après traitement en fonction des dilutions utilisées.....	34
Tableau 1 annexe : Effet des différents traitements sur le taux moyen de la mortalité des larves (L ₂) de <i>Meloidogyne spp.</i>	(annexe)
Tableau 2 annexe : Effet des différents traitements sur le taux moyen de la revitalisation.....	(annexe)

Contribution à l'étude de la toxicité de deux types de mélange d'extrait aqueux de trois plantes vis-à-vis de larves de *Meloïdogyne* (*Nematoda-Meloidogynidae*).

Résumé

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

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'activité nématocide (in vitro) du mélange des extraits aqueux de trois espèces végétales « *Inula viscosa* », « *Artemisia herba alba* » et « *Sinapis arvensis* » vis-à-vis des larves de *Meloïdogyne*.

Pour cela, trois doses différentes ont été préparées pour chaque extrait (Dose pure, demi-dose et quart-dose).

Les résultats ont été comparés avec ceux d'un mélange des racines des trois espèces et aussi avec ceux de produit chimique (oxamyle).

Les résultats des tests nématocides ont montré que le mélange des extraits provoque des mortalités très importantes des juvéniles (J2) allant jusqu'à 98% pour l'extrait pur avec une faible revitalisation (8.5%), alors que pour l'extrait (mélange d'extraits des racines) et le produit chimique (oxamyl) le taux de mortalité peut atteindre le 100% mais avec une forte revitalisation.

Mots clés : *Meloïdogyne* spp, activité nématocide, *Sinapis arvensis*, *Inula viscosa* (L).
Ait, *Artemisia herba-alba*

Contribution to the study of the toxicity of two types of mixture of aqueous extract of three plants with respect to larvae of *Meloïdogyne* (Nematoda - *Meloïdogynidae*).

Summary

The nematodes in Wales constitute one of the kinds of parasitic nematodes most economically prejudicial to the cultures. The plant health problems posed by the phytophagous nematodes have a very significant economic incidence more especially as they are attacked has all the cultures under latitudes and climates very diverse. These phytoparasites causing of the falls of production from where the importance to develop effective and biological methods of fight because the modern techniques currently available prove completely insufficient.

The objective of this work is to evaluate the nématicide activity (in vitro) mixture of the aqueous extracts of three vegetable species "*Inula viscosa* ", "*Artemisia bleached on grass alba* " and "*Sinapis arvensis*" with respect to the larvae of *Meloïdogyne*.

For that, three different amounts were prepared for each extract (pure Amount, half-amount and quarter-amount).

The results were compared with those of a mixture of the roots of the three species and also has those of chemical (oxamyle).

The results of the tests nématicides showed that the mixture of the extracts causes very significant mortalities of youthful (J2) going up to 98% for the pure extract with a weak revitalization (8.5%), whereas for the extract (mixture of extracts of the roots) and the chemical (oxamyl) the death rate can reach the 100% but with a strong revitalization.

Key words: *Meloïdogyne* spp, nématicide activity, *Sinapis arvensis*, *Inula viscosa* (L).Has, *Artemisia bleached on grass-alba*

دراسة تأثير نوعين من المستخلصات لثلاث نباتات مختلفة

على تطور مجموعة الميلودوجينات

(*Nématoda- Meloidogynidae*) *Meloidogyne*

الملخص:

تتسبب الديدان الخيطية آكلات النباتات في خسائر اقتصادية فادحة على الصعيد العالمي، ويرجع ذلك إلى تواجدها في مختلف الظروف المناخية أين تلحق أضرار على عدة محاصيل، مما يؤدي إلى خفض الإنتاج الزراعي، وهذا ما استوجب اللجوء إلى طرق بيولوجية فعالة بسبب الوسائل العلاجية العصرية الأخرى التي تبقى غير كافية.

يهدف هذا العمل الباحث إلى دراسة تقييمية لتأثير مستخلص « *Inula viscosa* »، « *Sinapis arvensis* » « *Artemisia herba alba* » على تطور الميلودوجينات.

لهذا، تم إعداد ثلاث جرعات مختلفة لكل مستخلص (جرعة نقية، نصف جرعة و جرعة وربع).

وتمت مقارنة النتائج مع خليط من جذور النباتات الثلاث وكذا المادة الكيميائية (oxamyl).

أظهرت نتائج الاختبار أن مستخلص النباتات له تأثير كبير جدا على الميلودوجين (J2) بنسبة وفيات تصل إلى 98% للمستخلص النقي مع عودة منخفضة للنشاط (8.5%)، في حين أن (مستخلص الجذور) والمادة الكيميائية (oxamyl) يمكن أن يصل معدل وفيات في كل منهما إلى 100% ولكن مع عودة كبيرة للنشاط بعد إزالة المستخلصين.

الكلمات المفتاح:

Meloidogyne spp, activité nématocide, *Sinapis arvensis*, *Inula viscosa* (L). Ait, *Artemisia herba-alba*

Introduction :

Les nématodes sont des animaux vermiformes, les plus souvent microscopiques. On les retrouve pratiquement dans tous les milieux, à la fois sous forme de parasites ou d'organismes libres. Ils sont généralement très petits, mais certains peuvent atteindre plusieurs mètres de longueur. Parmi ces nématodes, ils existent le genre le plus dangereux (*Meloïdogyne*). Ce genre regroupe environ 70 espèces adaptées à toutes les régions et à tous les climats. Soulignons cependant qu'il existe trois espèces particulièrement fréquentes dans les zones tropicales et subtropicales, *Meloïdogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica* (Netscherc, 1970. ; Protj.C., 1984). Ces trois espèces sont fréquentes dans les sols algériens qui offrent des caractéristiques propices à leurs développement (texture, pH et la matière organique (Hammachem, 2010).

L'importance des dégâts provoqués par les *Meloïdogyne* sur les cultures, rend indispensable la mise en œuvre d'un ensemble de procédés de lutte adaptés en particulier sous abris serres. Pour lutter contre ce genre de nématode, plusieurs méthodes de lutte culturale, physique, chimique, génétique et biologique sont préconisées.

En agriculture biologique, la lutte contre les ravageurs des cultures se fait avant tout de manière préventive plutôt que curative (Brust , Egel et Maynard, 2003]. Il s'agit donc de gérer le système agricole pour que les bioagresseurs nuisibles aient de la difficulté à trouver leurs hôtes et que les ennemis naturels soit suffisants pour maintenir la pression phytosanitaire en dessous d'un seuil économique critique (Boisclairj et Estevezb, 2006).

La lutte chimique reste la méthode la plus employée et la plus appréciée par les agriculteurs, mais la plus coûteuse, elle consiste, soit à désinfecter le sol avant plantation avec des produits fumigants (ou précurseurs fumigants), soit à traiter la culture en place par les produits systémiques véhiculés par la sève (Djian, 1992 ; in Belkacem, 1997).

L'action des produits chimiques utilisés contre les nématodes est indéniable. Cependant, ces produits sont très onéreux et ne sont rentables que sur les cultures à haut revenu (Dalmasso et Missonnier, 1986).

Ces traitements chimiques doivent respecter la dose utilisé pour éviter les risques de phytotoxicité (B'chir, 1988). Selon Missonnier (1985), les possibilités d'emploi de ces nématicides sont assez limitées et risquent de le devenir plus pour des raisons de pollution et de toxicité. D'autre part la plupart des nématicides sont potentiellement dangereux pour l'environnement et toxique pour les plantes et la santé humaine (Grundler, 1996). Vu ces inconvénients, l'interdiction des nématicides est définitivement prononcée dans certains pays tels que la Suisse, l'Allemagne et les Etats-Unis.

La lutte biologique est une méthode alternative à la lutte chimique qui se base sur l'utilisation de microorganismes bénéfique ou biopesticides de diverse origine permettant d'attaquer et de contrôler les agents phytopathogènes (Fravel., 2005).

Stirling (1991), affirme qu'un grand nombre de microorganismes, telles que des mycètes, bactéries, virus, nématodes prédateurs, insectes et acariens se sont avérées des parasites ou prédateurs des nématodes. Selon Siddiqui et Mahmoud (1996), Kfihn en 1877 était le premier à observer le parasitisme des femelles de *Heterodera schachtii* par un mycète. Plus tard, en 1881, il nomma ce dernier *Tarichum auxiliare* (Ktihn., 1881).

Cayrol (1991), a dénombré environ plus de 100 espèces de champignons endoparasites et piégeurs des nématodes.

En raison de la conjoncture actuelle, les biopesticides d'origine botanique sont appelés à un avenir meilleur. La demande en produits phytosanitaires sans danger, de faible rémanence et qualifiés de produits verts est présentement en hausse (Philogene et al., 2005).

Plusieurs plantes possèdent des propriétés nématicides ont été identifiées. Ces plantes peuvent protéger les cultures sensibles aux nématodes phytoparasites, notamment aux nématodes à galles. 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 nématicide 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.

L'objectif de notre étude est d'évaluer les potentialités nématicides *in vitro* de trois plantes spontanées (*Sinapis arvensis*, *Inula viscosa* (L.), et *Artemisia herba-alba*), vis-à-vis des larves (L2) *Meloïdogyne*.

Pour atteindre les objectifs visés, nous avons adopté une méthodologie de recherche visant :

- Une recherche bibliographique sur les nématodes ainsi que sur les plantes testées
- Méthodologie adopté
- Résultat et discussion
- Et on terminera par une conclusion et des perspectives

Chapitre I : Généralités sur les *Meloïdogyne spp.*

I.1. Généralités

Le genre *Meloïdogyne* est connu depuis longtemps à cause des déformations qu'il provoque sur les racines des cultures. En effet, des plantes parasitées présentent des renflements caractéristiques « galles », très facilement reconnaissables qui peuvent envahir tout le système racinaire en cas de forte attaque (Diop, 1998). Ils sont de plus extrêmement répandus, on les rencontre dans toute la zone intertropicale et dans les régions tempérées chaudes (méditerranéens ou sahéliennes). En Afrique le genre *Meloïdogyne* est très connu, mais c'est dans deux pays sahéliens le Sénégal et le Burkina Faso, que la nématofaune parasite des cultures maraîchères a été la plus étudiée (Sawadogo, 1990). Parmi la cinquantaine espèces que renferme ce genre, quatre sont les plus fréquents et qui sont responsables de pertes assez considérables à savoir : *Meloïdogyne arenaria*, *M. incognita*, *M. javanica*, *M. hapla* (Cadet et Mateille, 1998).

I.2. systématique des *Meloïdogyne spp*

Les nématodes du genre *Meloïdogyne* étaient considérés comme appartenant à une seule espèce *Heterodera marioni* Cornu, (De Guiran et Netscher, 1970). En 1949, Chitwood a pu distinguer entre le genre *Heterodera*, nématode formant des kystes et le genre *Meloïdogyne* provoquant des galles par l'utilisation de nouveaux caractères morphologiques. Pour distinguer les espèces de ces genres, les spécialistes utilisent plusieurs critères. Parmi eux nous citons les caractères morphologiques des larves, des mâles et des femelles (Whitehead, 1968 in ; de Guiran et Netscher, 1970). Selon Eisenback (1985), le caractère le plus utilisé dans la systématique des *Meloïdogyne* est la morphologie de la région périnéale des femelles, localisé dans la partie postérieure du corps de ces dernières.

Vu l'intérêt accordé à ce genre, la systématique de *Meloïdogyne* a été plusieurs fois revue. Nous proposons ici la classification de LUC et al 1988:

Phylum: *Nemata* Cobb, 1919

Classe: *Secernentea* von Listow, 1863

Sous-classe: *Diplogasteria* Maggenti, 1983

Ordre: *Tylenchida* Thome, 1949

Sous-ordre: *Tylenchina* Thome, 1949

Super-famille: *Tylenchoidea* Orley, 1880

Famille: *Heteroderidae* Filip' ev & Schuunnans Stekhoven, 1941

Sous-famille: *Meloidogyninae* Skarbilovich, 1959

Genre: *Meloïdogyne* Goeldi, 1892.

1.3. Biologie

Les *Meloïdogyne* sont des endoparasites stricts (de Guiran et Villemin, 1980 b). Leur reproduction se fait par parthénogenèse méiotique (de Guiran et Villemin, 1980 a). Dès que les périodes de plantation arrivent (chaleur et humidité) ; les œufs éclosent et donnent naissance à des minuscules larves filiformes (Cayrol , 1991).

Les petites larves guidées par les sécrétions des racines, nagent et convergent toutes vers le système racinaire. A l'aide de leur stylet buccal, elles pénètrent dans les tissus et percent les cellules pour se nourrir du cytoplasme. Les sucs salivaires qu'elles injectent dans l'hôte provoquent une réaction qui se traduit par une hypertrophie des cellules (Cayrol, 1991). Ces modifications anatomiques aboutissent à la formation des galles caractéristiques (de Guiran et Netscher, 1970).

Les larves subissent quatre mues dans la première s'effectue dans l'œuf (Sasser, 1989). A l'éclosion on obtient le stade infestant (L2), (Orton Williams, 1974). Ce stade envahit les racines de l'hôte le plus souvent dans la zone d'élongation derrière la coiffe de la racine (Franklin, 1973). Une fois dans la racine les juvéniles des espèces de *Meloïdogyne* s'immobilisent, l'extrémité antérieure en contact du cylindre central (de Guiran et Ritter, 1979). Les larves subissent encore trois mues perdent leur apparence vermiforme et deviennent globuleuses (Orton - Williams ,1974). La troisième et la quatrième mue se suivent dans la cuticule du deuxième stade larvaire (Orton-Williams, 1972 et 1973). Le stylet buccal est absent chez les larves du troisième et quatrième stade (Manchon et Hunt, 1989) et se forme après la quatrième mue chez l'adulte (Orton-Williams, 1973). Seul le deuxième stade larvaire s'alimente (Papadopoulou et Triantaphyllou, 1982). La dernière mue est une véritable métamorphose pour le mâle qui devient long et filiforme. La femelle mature à un aspect pyriforme reste fixe se nourrit et commence à pondre (de Guiran et Ritter, 1979) (Fig.1).

La fécondité des espèces de *Meloïdogyne* 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.

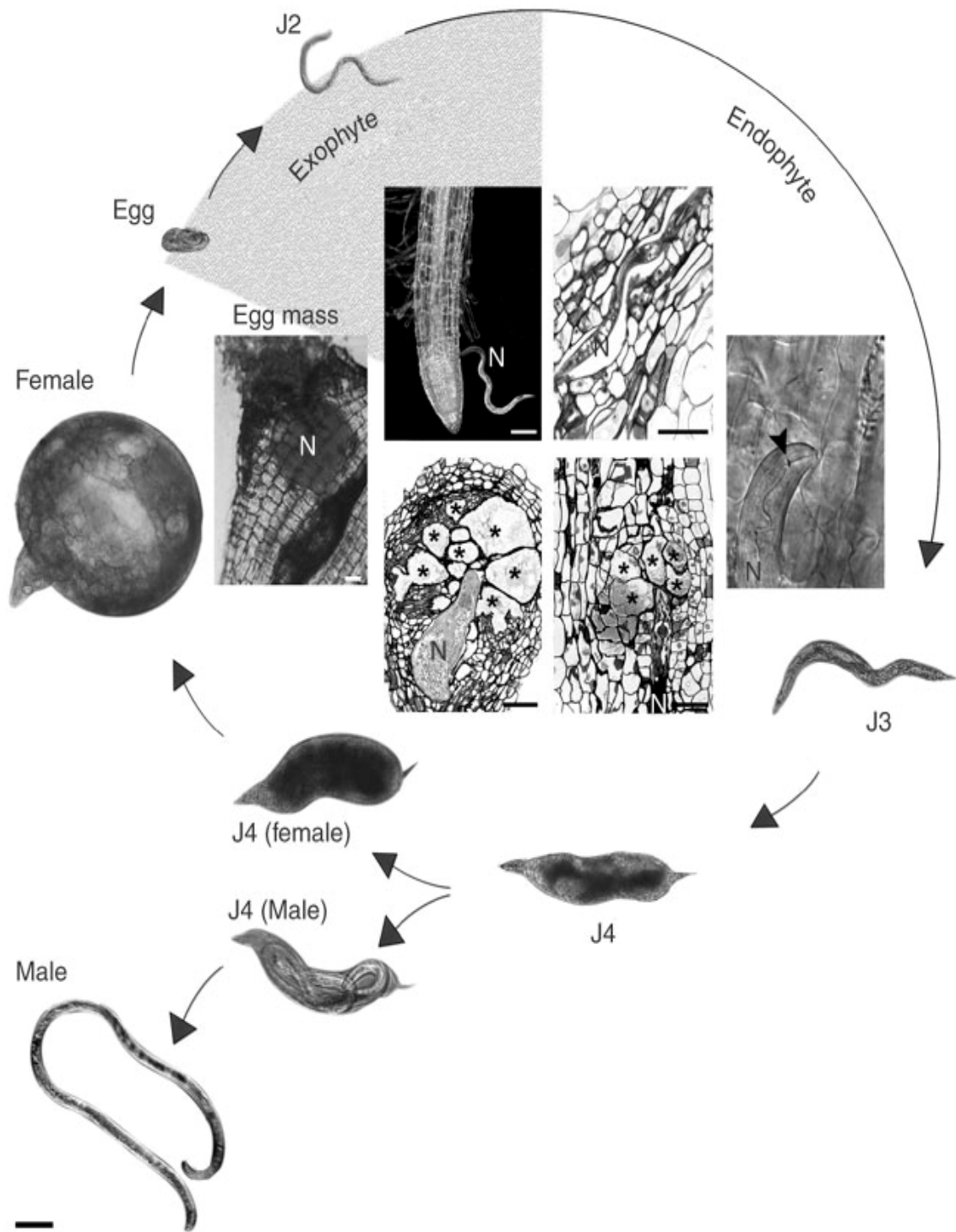


Figure.1. Cycle biologique de *Meloidogyne* spp. (Anonyme, 2000)

I. 4.Morphologie :

Le genre *Meloïdogyne* est caractérisé par un dimorphisme sexuel très remarquable. Le mâle est filiforme sa longueur varie de 0,8 à 0,2 mm (fig.2). L'extrémité antérieure est pourvue d'un stylet de 2 fois la largeur des lèvres, mince avec des boutons basaux (Jacob et *al.*, 1988). C'est grâce à ce stylet que le nématode se nourrit. Il possède 1 ou 2 testicules débouchant, avec l'intestin, dans un cloaque ou se trouvent 2 spicules copulateurs qui font saillie à l'extérieur (Mateille.1996).

La femelle est globuleuse et mesure 0,44 à 1,3mm (Fig.3). Elle présente 2 ovaires débouchant dans le vagin et occupent la majeure partie du corps. Dans la partie postérieure se trouvent 6 glandes s'ouvrant dans le rectum. Ces glandes rectales produisent une substance gélatineuse dans laquelle les œufs sont englobés (Mateille, 1996). Tyler (1938), affirme que le nombre d'œufs pondus par une femelle environ deux mois après l'inoculation pouvait varier de 1400 à près de 3000 selon l'hôte.

Les larves de 2^{ème} stade sont vermiformes, pointus à l'extrémité postérieure. Elles ont une longueur variant de 0,3 à 0,5 mm et un diamètre d'environ 10 µ (fig.4). Leur cavité générale est occupée par le système digestif qui comprend la bouche s'ouvrant à l'extrémité antérieure et qui contient un stylet creux et protractile, l'œsophage, puis l'intestin qui débouche dans le rectum (de Guiran et *al.*, 1970).

Les *Meloïdogyne* sont pourvus aussi d'un système musculaire formé de quatre champs musculaires, d'un système nerveux composé d'un anneau et des cordons nerveux, d'organes sensoriels tactiles et de chimiorécepteurs (Mateille,1996).



Figure.2. Morphologie du Mâle de *Meloïdogyne* spp. (Dun et William, 2002)

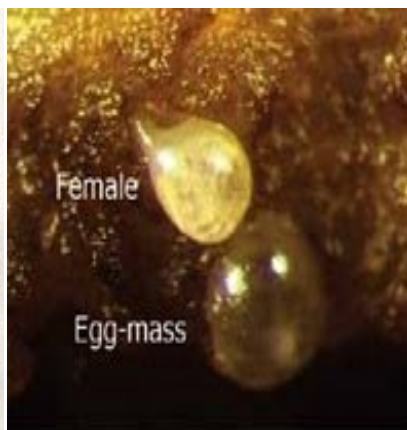


Figure.3 Morphologie du Femelle de *Meloïdogyne* spp.(Sardanelli et *al.*, 1999)



Figure.4. Morphologie du Larve (L2) de *Meloïdogyne* spp.(Original)

I.5. Influence de quelques facteurs écologiques sur les *Meloïdogyne*

Tout organisme est soumis, dans le milieu où il vit, à des actions simultanées de différents agents très variés d'ordre abiotique et biotique.

Les traits de vie des nématodes notamment, le genre *Meloïdogyne*, sont sous la dépendance de ces divers facteurs.

En effet, la durée du cycle de vie est affectée par la température et l'humidité. Plus il fait chaud et humide, plus le cycle est rapide (Cayrol, 1991). À titre d'exemple, le cycle complet dure 87 jours à une température de 16,5°C et seulement 25 jours à 27°C, (de Guiran, 1979). Les travaux de recherche réalisés par Nebih-Hadj Sadok (2000), ont révélé que l'étude de l'effet de la température et de la plante hôte sur l'éclosion des œufs des espèces de *M. incognita*, *M. arenaria* et *M. javanica* a montré que l'émergence des larves est favorisée par une gamme de températures comprise entre 20 et 35°C au-dessous et au-dessus desquelles la fertilité est inhibée. Ces températures favorisent le développement embryonnaire des espèces étudiées. Selon de Guiran (1983), à 28°C l'infestation des sols peut atteindre des niveaux considérables de 100 à 200 000 larves par litre de sol.

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

D'autres facteurs influent l'activité des *Meloïdogyne* comme la nature des sols. Les plus légers, bien aérés et pauvres en matières organiques sont très favorables au développement et à la pullulation de genre *Meloïdogyne* (de Guiran, 1971).

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 *Meloïdogyne 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 *Meloïdogyne* (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 *Meloïdogyne* (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.6. Importance économique des nématodes à galles (*Meloïdogyne*)

Les nématodes à galles se caractérisent par la formation de nodosités sur les racines. Elles ont la forme d'une boule ou de fuseau irrégulier qui peuvent prendre des dimensions importantes (Fig. 5), dépassant parfois la grosseur d'une noix (Dirk de Waele et al., 1998).

Les attaques de ces nématodes provoquent une inhibition générale de la croissance des racines et affaiblissent les plants. Les blessures causées par l'activité trophique de ces parasites permettent également l'infiltration des agents pathogènes comme les bactéries et les champignons, (Bakker., 1986 ; Tremblay et Hollis., 1991 ; Gheyson et Fenoll., 2002).

Les *Meloïdogyne* parasitent plus de 5500 espèces de plantes (Blok et al. 2008) et sont largement répandus sur le globe. Il s'attaque aussi bien aux grandes cultures (céréales, pomme de terre, betterave...), qu'aux cultures maraîchères, florales et fruitières (Djian-Caporalino et al., 2009).

Au niveau mondial, les pertes sont estimées à 100 milliards de dollars par an (Sasser et al., 1987). En Europe, ils sont responsables de dégâts atteignant 10% de la production céréalière et entraînant des diminutions de récoltes de 20 à 30% dans les verges d'agrumes méditerranéennes (Feldmesser., 1971).

En cultures maraîchères, le problème est déjà très important dans certaines exploitations menées en agriculture biologique. Du fait des restrictions d'emploi des nématicides chimiques. Le problème se révèle de plus en plus préoccupant même dans les exploitations menées en conventionnel et peut devenir dramatique dans les années à venir (Djian-Caporalino et al., 2009)

En Algérie ces phytoparasites se distinguent comme étant de redoutables ennemis et constituent un facteur limitant des productions maraîchères aussi bien sous abri plastique qu'en plein champ (Sellami, 1999). Ighili (1986) signale une infestation de 100 % des serres prospectées dans une palmeraie à Ouargla. Mokabli (1988) affirme que sur 1976 serres, 65% sont attaquées dans différentes wilayas du pays. Dans les zones littorales centre comme Staouali et Bordj-EL-Bahri toutes les cultures maraîchères examinées sont infestées (100%) par les nématodes à galles (Smaha., 1991). La fréquence et la gravité de l'infestation des serres varient d'une année à une autre, en effet l'étude de Nebih Hadj-Sadok (2000) a montré que le pourcentage

de serre infestées durant l'année 1993 est plus élevé (82.59%) que durant l'année 1994 (53.13%).



Figure .5. Galles sur les racines de tomates (Ritter. INRA Antibes)

Chapitre II : Données bibliographiques sur la moutarde des champs *Sinapis arvensis*, *L'Inule visqueuse*, *Inula viscosa* (L). Ait, et *L'Armoise Artemisia herba-alba*).

II.1. la moutarde des champs *Sinapis arvensis*

La moutarde des champs ou moutarde sauvage *Sinapis arvensis* est une mauvaise herbe envahissante, indigène à la plupart des régions tempérées de l'Europe, de l'Asie Mineure, de l'Asie du Sud-ouest et de l'Afrique du Nord. Elle a été introduite en Amérique du Nord. On la retrouve maintenant dans toutes les provinces canadiennes de même que dans le district de Mackenzie, dans les Territoires du Nord-Ouest. En Ontario, la moutarde des champs est commune dans les champs cultivés, les jardins, les pâturages, les rives des cours d'eau, les bords de route et les friches. Les populations de moutarde des champs qui ne sont pas tenues en échec durant la saison de croissance peuvent occasionner une baisse du rendement de la culture et de la qualité des grains récoltés (Robinson et al, 2003)

II.1.1. Taxonomie

Cette classification présentée est celle donnée par Robinson et al, (2003)

Règne : *Plantae* Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Ordre : *Brassicales*

Famille : *Brassicaceae*

Genre : *Sinapis*

Espèce : *Sinapis arvensis* (L., 1753)

Nom commun : moutarde des champs

Synonyme(s) du nom commun : sanve, sénevé, raveluche, sangle

II.1.2. Description :

La moutarde des champs est une plante annuelle à port dressé. La plantule présente des cotylédons larges, en forme de haricot sec et à la pointe renfoncée. Les plantes plus âgées ont des feuilles alternes, légèrement velues, surtout sur les nervures de la face inférieure (Buchanan, 2003).

Les feuilles du bas ont généralement un pédoncule, des lobes échancrés avec un grand segment terminal et quelques lobes latéraux plus petits. Les feuilles du haut sont sessiles (sans pédoncule); elles ne sont généralement pas découpées, mais plutôt grossièrement dentées. La hauteur de la plante varie de 30 à 100 cm.

Les fleurs apparaissent en petits groupes aux extrémités des ramifications, s'allongent à mesure que les cosses se développent (Buchanan et *al.*, 2003). Elles sont jaune vives et mesurent environ 1,5 cm de diamètre. Elles comportent 4 petits sépales, 4 pétales disposés en croix, 4 grandes étamines et 2 petites (6 au total) et un pistil mince. Les tiges florales (ou pédoncules) sont minces et courtes (3-5 mm); elles épaississent quand les cosses se développent, mais ne s'allongent pas (Buchanan, et *al.*, 2003).

Les cosses, qu'on appelle siliques, font 3–5 cm de long; elles sont en général glabres et montrent souvent des côtes très prononcées sur la longueur. Elles sont dressées et serrées contre la tige, ou encore divergentes. Chacune des cosses a un bec terminal aplati représentant un tiers de la longueur totale de la cosse. Ce bec contient 1 ou 2 graines à la base, tandis que la section principale de la cosse en renferme plusieurs qui se trouvent libérées quand les deux sections de la cosse se séparent à partir de la base et tombent complètement (Swanton, 2008).



Figure 6. La morphologie de la *Sinapis arvensis* (originale)

II.1.3. Importance économique :

La moutarde est une mauvaise herbe préoccupante sur les terres cultivées. Elle entraîne des chutes de rendement et de qualité et requiert une lutte chimique et culturale très coûteuse. Selon Swanton *et al.* (2008), Le colza de printemps peut subir une baisse de rendement de 20 % à cause de la moutarde des champs. La présence de graines de moutarde des champs dans une récolte de canola provoque une perte de qualité de l'huile et du tourteau de canola. Comme la graine de moutarde a la même forme et la même taille que la graine de canola, il est impossible de les séparer par des méthodes traditionnelles. Les récoltes contaminées risquent d'être fortement dévalorisées.

La moutarde sert d'hôte intermédiaire pour de nombreux insectes, nématodes, champignons, virus et bactéries qui attaquent les plantes cultivées, notamment celles de la famille des Crucifères, dont les membres les plus importants sont le brocoli, le chou-fleur, le chou de Bruxelles et le chou ordinaire (Buchanan *et al.*, 2003).

La moutarde a aussi de bons côtés. Ses fleurs sont une source importante de pollen et de nectar, ce qui les rend utiles à tous les insectes pollinisateurs. En Europe, elle est parfois employée comme légume en feuilles et l'huile extraite de sa graine est utilisée dans la fabrication du savon, pour la cuisson et comme lubrifiant. Elle est également utilisée en engrais vert comme un nématicide d'après Warwick, *et al.* (2010).

II.1.4. Métabolites secondaires des *Brassicaceae*

Les composés secondaires des plantes sont réputés depuis l'antiquité pour leurs propriétés pharmacologiques. Depuis quelques décades, la recherche s'intéresse également à leurs autres activités biologiques (Auger *et al.*, 2002). Ces composés produits par la plante sont considérés comme un moyen de défense contre divers organismes pathogènes et ravageurs (Fraenkel, 1959 in ; Auger *et al.*, 2002). Ces composés sont très nombreux, certains sont largement distribués dans la plante, comme les alcaloïdes, les terpènes et les tanins (Auger *et al.*, 2002) les phénols, les flavonoïdes, et les stéroïdes (Benayad, 2008). Tandis que d'autres ont une répartition plus restreinte comme les composés soufrés (Auger *et al.*, 2002).

Les glycosinolates sont des métabolites secondaires des plantes de l'ordre des Capparales, notamment, les *Brassicaceae* (*Brassica napus* var. *oleifera*, *B. rapa*, *B. juncea*, *B. carinata*, *Raphanus sativus* var. *Sinapis alba* et *Crambe abyssinica*) (Avato, P. *et al.*, 2008 ; Bellostas *et al.*, 2008). Selon Kirkegaard *et al.*, (1993) les Isothiocyanates produit dérivé des glucosinolates sont des composés toxiques volatils et sont utilisés en biofumigation dans la protection des cultures contre les maladies telluriques. Les Isothiocyanates sont connus par leur large

spectre d'activité pesticide contre des mauvaises herbes, bactéries et les nématodes (Matthiessen et Kirkegaard, 2006).

II.2. *Inula viscosa* (L). Ait.

II.2.1. Description de la plante

Inula viscosa (L) ou *Dittrichia viscosa* (L.), communément appelée l'inule visqueuse, est une plante annuelle, herbacée, visqueuse et glanduleuse, à odeur forte qui appartient à la famille des Astéracées (Composées). Elle peut atteindre de 50 cm à 1m de hauteur. La floraison commence à partir du mois de Septembre, les inflorescences sont de longues grappes fournies de capitules à fleurs jaunes très nombreux au sommet de la tige. Les fruits sont des akènes velus à aigrette grisâtre. Les feuilles sont entières ou dentées, aiguës, sinuées ; les caulinaires amplexicaules, plus largement lancéolées, les capitules assez gros en longues grappes pyramidales (Quezel et Santa, 1963).

Elle est indigène aux pays de l'Europe du sud (France, Espagne, Grèce, Italie, Bulgarie), à la Turquie, au Moyen-Orient (Jordanie et Syrie), ainsi qu'en Afrique du nord (Algérie, Egypte, Libye) (Anonyme, 2008b). C'est une plante largement répandue dans le nord de l'Algérie et dans tout le pourtour méditerranéen, les rocailles, garrigues, terrains argileux un peu humide et les bords des routes (Benayache et al., 1991). Son histoire thérapeutique est très diversifiée et connu depuis longtemps dans les médications traditionnelles (Susplugas et al., 1980). Elle est utilisée pour ses activités : anti-inflammatoires (Barbetti et al., 1985), antidiabétiques (Yaniv et al., 1987), antipyrétiques, antiseptiques (Lauro et Rolih, 1990), pour traiter les troubles gastroduodénaux (Lastra et al., 1993).



Figure7: La plante d'*Inula viscosa* (*Dittrichia viscosa*)
(Anonyme, 2008)

II.2.2. Classification

Le genre *Inula* L. appartient à la famille des Astéracées (Composées). Il regroupe quatre espèces: *Inula viscosa* (L) Ait, *Inula graveolens* (L) Desf, *Inula crithmoides* (L) et *Inula varcalcina*. (Pottier-alapetite, 1981 in Harzallah-Skhir et al., 2005). Selon (Blamey et al., 2000), l'inule visqueuse appartient au :

Règne	<i>Plantae.</i>
Embranchement	Phanérogames.
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe:	Dicotylédones.
Famille:	<i>Compositae (Marguerites).</i>
Genre:	<i>Inula</i> ou <i>Dittrichia</i>
Espèce :	<i>I. viscosa</i> L Ait <i>D. viscosa</i> L
Nom commun :	Inule visqueuse, Aunée visqueuse
Noms vernaculaires	Magramane ou Amagramane (En Afrique du Nord)

II.2.3. Composition chimique de l'inule visqueuse

Divers travaux de recherches se sont intéressés à la composition chimique des extraits ou des huiles essentielles d'*I. viscosa*. Le screening phytochimique a décelé la présence des Flavonoïdes (Grande et al., 1985), des Triterpinoïdes (Simoës et al., 1990 ; Grande et al., 1992) et des sesquiterpènes lactones et acides (Grande et Bellido, 1992 ; Camacho et al., 2000). La composition chimique des extraits d'*I. viscosa* ont été analysés par les techniques HPLC-DAD, LC-MS (ESI) et LC-Q-TOF ont détectés la présence de deux sesquiterpène lactones (inuvicolide, tomentosin) et trois sesquiterpènes acides (acide costique, acide hydroxycostique et acide ilicique) (Mamoci et al. 2011)

Les huiles essentielles extraites des différents organes de la plante fraîche récoltée en Tunisie ont été analysées. Selon Ayari-Zaglaoui et al. (2008), 43 constituants chimiques ont été reportés, dont 2 non identifiés (NI). Leurs pourcentages diffèrent d'un organe à un autre. Les constituants majeurs présents sont

Au niveau des feuilles: Germacrène-D (9,6%), Terpinène-4 ol (9,3%), β -Elémène (9,0%), 6-Cadinène (6,2%) et Nu (5,9%).

- Au niveau des tiges: l' α - Gurgunène (14,5%), NI1 (15,0%), le δ - Cadinène (6,3%), la β -Elémène (5,1%), le \square - Muurolène (5,8%), et N12 (5,4%).

- Au niveau des fleurs : NI1 (35,0%), la 6, 10,14- Triméthylpentadéc-2- one (M250) (12,86%), l'Gurgunène (11,9%) et NI2 (5,2%).
- La partie souterraine est riche en : Cadina-1-4-diène (29,7%) et en Germacrène B(25,5%).

D'autres composants chimiques ont été isolés de *I. viscosa* par Wong et al. (1995) à savoir le tomentosin, l'inuviscolide, l'acide costique et l'acide isocostique.

Les composés majeurs de l'inule visqueuse inhibant *Plasmopara viticola* selon Cohen et al. (2006) sont le tomentosin et l'acide costique. Oka et al. (2001) affirment que l'acide costique représente l'élément nématocide principale de *D.viscosa* agissant contre les *Meloidogyne*.

II.2.4. Aspects pharmacologiques

L'inule est une plante très anciennement connue, elle a été utilisée au moyen âge jusqu'à nos jours pour ses vertus médicinales variées (Fournier, 1947). Au Maroc les populations l'utilise pour traiter les bronchites, le diabète, les blessures, les troubles gastriques et intestinaux (Bellakhdar, 1997). Selon Benayache – Dendougui – Jay (1991), *I. viscosa* agit comme un sédatif pour la toux et des spasmes bronchiques c'est un bon antiseptique l'appareil respiratoire. *Dittrichia viscosa*, est aussi communément utilisée dans tous les pays de la région méditerranéenne, où elle est connue par ses propriétés anti-inflammatoires (Al-Dissi et al. in Barbeti et al., 2001), antiseptiques et antipyrétiques (Al-Dissi et al in Lauro et Rolih, 1990). L'inule visqueuse est également connue pour ses propriétés anthelminthiques donc vermifuge et occupe une place appréciable dans les médications traditionnelles (Benayache et al. 1991). Il a été rapporté aussi que la poudre d'*Inula viscosa* est utilisée dans le traitement des mycoses cutanées (Ulubelen, 1987 ; Taillade et al., 1980).

En Italie l'*Inula viscosa* est utilisée en médecine traditionnelle. Lauro et Rolih (1990), signalent qu'elle présente des propriétés balsamiques, antipyrétiques, antiphlogistiques et antiseptiques.

Les travaux de Chari et HAMDJ PACHA en (1999) attribuent à l'inule un pouvoir cicatrisant. En effet l'application de la préparation galénique contenant 45 % d'huile d'amande douce, 45 % de glycérine et 10 % d'extrait alcoolique d'*Inula viscosa* sur des brûlures expérimentales réalisées sur des lapins a montré une accélération nette du processus de cicatrisation. Il semblerait que l'inule serait responsable de la synthèse de collagène et en créant un foyer aseptique favorisant ainsi la réparation tissulaire (Chari et Hamdi Pacha, 1999).

D'après HERNANDEZ et al., (2005) ; Manez et al. (1999) La plante est aussi dotée de propriétés antioxydantes

II.3. L'armoises « *Artemisia herba-alba* ».

II.3.1. Introduction

En Algérie, plus d'une dizaine d'armoises sont répertoriées. Certaines sont très rares dans les hautes montagnes. En revanche, d'autres sont très répandues et abondantes dans les régions steppiques et sahariennes. Sa détermination est très connue des populations, car elle est vivace et d'une odeur aromatique très caractéristique (Temani, 2005).

Selon ce même auteur, quatre espèces principales d'armoise caractérisent l'Algérie :

1. L'armoise blanche « *Artemisia herba alba* » : appelé couramment « Chih » ; C'est l'armoise la plus connue en Algérie, utilisé pour calmer les douleurs abdominales et du foie, vermifuge (élimine le vers, oxyures et ascaris), facilite la digestion et sédative. Ces racines sont aussi indiquées contre les troubles nerveux.

2. L'armoise commune, « *Artemisia comunis* » : appelé communément « Echiba ». C'est une espèce peu répandue dans l'Atlas tellien, elle calme les douleurs abdominales pendant la période menstruelle. Par contre, son utilisation est à éviter pendant les périodes de grossesse. Egalement, elle est contre-indiquée en cure prolongée.

3. L'armoise rouge « *Artemisia campestris* » : nommé « Dgouft », très connue dans le Nord, dans les Hauts-Plateaux et dans l'Atlas saharien.

4. L'absinthe « *Artemisia absinthium* » : appelé « Chadjet Meriem », C'est une espèce eurasiatique, relativement commune dans le Tell et en montagne, où elle est cultivée.

II.3.2. Historique et origine de « *Artemisia herba-alba* ».

Connue depuis des millénaires, l'armoise herbe blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début du IV^e siècle, dans les steppes de la Mésopotamie (Francis, 2001). Elle a été répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Jordán Claudio de Asso y del Rio (Ipni, 2001).

C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver. Elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (Nabli, 1989). Plusieurs noms sont attribués à l'armoise herbe blanche; thym dessteppes, absinthe du désert. En Afrique du Nord et au Moyen-Orient, on l'appelle communément (*shih* ou *shih horasāni*) selon les régions. Au Maroc occidental, elle porte aussi le nom de (ⵏⵉⵢⵔⵉⵎ). En tamazight (berbère), l'armoise se dénomme "izerg". L'armoise herbe blanche est bien connue depuis l'Antiquité, fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail (Francis, 2001).

II.3.3. Classification

Régne : *Plantae*
Sous règne : *Tracheobionta*
Division : *Magnoliophyta*
Classe : *Magnoliopsida*
Sous classe : *Asteridae*
Ordre : *Asterales*
Famille : *Asteraceae*
Genre : *Artemisia*
Espèce : *Artemisia herba-alba* (Claudio 1779, Francis 2001).

II.3.4. Caractéristiques botanique et écologique

L'Armoise herbe blanche « *Artemisia herba-alba* » est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50 cm, très feuillées avec une touche épaisse. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, à capitules très petites (3/1,5mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (Pottier, 1981). Ses caractéristiques morphologiques et physiologiques font d'elle une espèce bien adaptée aux conditions climatiques arides. Le dimorphisme saisonnier de son feuillage lui permet de réduire la surface transpirante et d'éviter ainsi les pertes d'eau (Ourcival, 1992). Grâce à son système racinaire très dense à la surface, l'armoise herbe blanche est capable de valoriser toute humidité superficielle occasionnée par des petites pluies (Le Floc'h, 1989). Cette espèce est également capable d'exploiter l'humidité du sol jusqu'à 50 cm de profondeur (Floret, et Pontonnier, 1982) et peut profiter des fractures de la croûte, pour atteindre les poches d'humidité, notamment dans les sols à encroûtement calcaire (Ourcival, 1992). Evenari et al. (1976), ont rapporté que chez les plantes âgées d'*Artemisia herba-alba*, la tige principale se divise en « branches » physiologiquement indépendantes les unes des autres et susceptibles de mourir sans entraîner la mort de la plante entière (Evenari et al., 1980).

La floraison de cette espèce débute le plus souvent en juin mais les fleurs se développent essentiellement à la fin de l'été. Lors des années pluvieuses et dans les sols qui lui conviennent, l'armoise herbe blanche présente une forte production de graines et un pouvoir de régénération élevée (Nabli, 1989).

L'Armoise herbe blanche existe dans des bioclimats allant du semi-aride jusqu'au saharien (entre les isohyètes de 150 à 500 mm). Elle semble indifférente aux altitudes et peut vivre dans des régions d'hiver chaud à frais (Nabli, 1989). Par ailleurs, cette espèce est abondante sur des sols, à texture fine, assez bien drainés (marnes, marno-calcaires en pente). Dans le sud, elle pousse sur des sols bruns

steppiques de texture moyenne et en extrême sud sur des sols sableux (Nabli, 1989). L'armoise résiste à la sécheresse, supporte le gypse et des niveaux de salinité modérément élevés. Dans un biotope type steppique, les groupements d'*Artemisia herba-alba* sont marqués par deux strates : une strate de ligneux bas (environ 40cm du sol) et une autre constituée d'herbacées annuelles (hauteur moyenne de 20cm) (Nabli, 1989).



Figure 8: *Artemisia herba alba* (Asso, 1979)

Chapitre III : lutttes contre les nématodes à galles :

Un certain nombre de méthodes pour la gestion des nématodes à galles sont préconisées tel que, la lutte chimique, les amendements organiques, les variétés résistantes, la solarisation et la lutte biologique. Ils ont été essayé avec différents niveaux de succès pour la protection des plants de tomate (Randhawa et *al.*, 2001; Sakhuja et Jain, 2001). Malgré, ces programmes de lutte mis en œuvre contre les nématodes à galles, ces derniers causent des dégâts importants aux cultures, avec des répercussions économiques notoires (Bertrand, 2001). Le principe de base commun aux différentes formes de lutte contre les nématodes serait donc de réduire leur population initiale à un taux suffisamment bas pour qu'ils restent inoffensifs vis-à-vis des cultures pratiquées (Bertrand, 2001).

III.1.Lutte Préventive :

III.1.1.Méthodes prophylactiques

Elles se résument en deux procédés la désinfection du sol à la vapeur sous pression et la solarisation.

III.1.2. 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)

III.1.3. 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)

III.1.2. Méthodes culturales

Selon Sarah (1981), la jachère a souvent été conseillée comme moyen de réduire les populations de nématodes. Elle doit avoir une durée supérieure à six mois pour être vraiment efficace. L'emploi de longues jachères réduit le développement du ravageur (Appert et Deuse, 1982). La jachère totale avec élimination complète de toute végétation y compris les plantes adventices et les mauvaises herbes diminuent le degré d'infestation (Taylor, 1968).

D'autres méthodes culturales telles que le labour pendant la saison sèche Taylor (1968) affirme qu'un simple labour de terre élimine une grande partie de *Meloïdogyne* en exposant les larves à la dessiccation. De même, la rotation des cultures de tomate avec des céréales s'avère efficace pour réduire les nématodes (Anonyme, 1985)

Les apports en amendements organiques d'origine animale ou végétale s'avèrent favorables pour les cultures. Singh et al. (1966) ont observé que le fumier de vache, le terreau de feuilles et les tourteaux de ricin, de moutarde diminuent les populations de *Meloïdogyne* tout en augmentant la croissance des plants et en diminuant les problèmes de champignons parasites. Par ailleurs, un ajout de cendre de charbon a pu réduire les populations de *M. incognita* (Hap et al. 1985).

Par ailleurs, l'emploi des variétés résistantes contrôle efficacement les *Meloïdogyne*, (Missonnier, 1985). Les variétés résistantes apportent une protection très efficace à l'égard des *Meloïdogyne spp.* (Blancard, 1988). Elles s'opposent au développement des nématodes par suite des réactions d'hypersensibilité et diminuent efficacement les niveaux d'infestations des sols cultivés. (Missonnier, 1985). D'après Cayrol (1991), les variétés résistantes entraînent une réduction spectaculaire des populations des *Meloïdogyne*.

Cependant, l'utilisation répétée de ces variétés sur une même parcelle peut à la longue créer des races plus agressives, (Dalmasso et al, 1985). Une autre difficulté est liée au fait que la résistance s'estompe souvent lorsque la température dépasse 28°C, (Cayrol, 1991).

III.1.3. Les plantes résistantes

L'utilisation de variétés résistantes est une alternative à la lutte chimique. CASTAGNONE (2002) affirme que les variétés résistantes réduisent les populations de nématodes à galles sous le seuil de nuisibilité. A l'heure actuelle d'après CASTAGNONE (1999); NEVEU et al. (2001), ce moyen de lutte est le plus satisfaisant contre les nématodes du genre *Meloïdogyne*, que ce soit en termes d'efficacité économique ou respect de l'environnement.

Les variétés de tomate résistantes aux nématodes à galles actuellement disponibles au plan commercial sont toutes porteuses du gène dénommé « Mi » qui contrôle les

trois espèces majeures *M arenaria*; *M incognita*; *M javanica*. (CASTAGNONE. 1999, BERKALOFF, 2003)

III.2. Lutte Curative

III. 2.1. Lutte Chimique

De nombreux essais au champ ont montré l'efficacité de plusieurs nématocides contre les nématodes à galle des racines (Dirk De Waele et al,1998) Le trempage de la souche de bananier pendant 10 minutes dans un nématocide avant plantation peut protéger le plant contre l'infection des nématodes pendant quelques mois (Dirk De Waele et *a.l*,1998).

Les nématocides les plus efficaces sont : le DiBromoChloroPropane (DBCP) ou Nemagon, aujourd'hui interdits dans de nombreux pays, les organophosphorés : ethoprophos et fenamiphos, et les carbamates: aldicarbe et carbofuran (Dirk De Waele et *al*,1998).

L'immersion des souches de bananier parées (nettoyées) dans 1% d'hypochlorite de sodium (NaOCl) pendant 5 ou 10 minutes peut aussi détruire *Meloidogyne spp.*, ce prétraitements est efficace, peu onéreux et non toxique. (Dirk De Waele et *al*, 1998).

De même, on a montré que la fumigation avant plantation avec du dibromure d'éthylène (EDB, aujourd'hui interdit dans de nombreux pays), du dichloropropane dichloropropène (D-D) ou du bromure de méthyle, ainsi qu'un traitement après plantation avec la plupart des organophosphorés (ethoprophos, cadusaphos, fenamiphos, isazofos, terbufos) et des carbamates (aldicarbe, carbofuran, oxamyl) appliqués plusieurs fois par an, pouvait constituer un traitement très efficace contre les nématodes à galle des racines dans les plantations bananières déjà établies, et améliorer la croissance des plants et les rendements (Dirk De Waele et *al*,1998) .

En étudiant les fluctuations saisonnières des nématodes, un programme de lutte raisonné peut être mis en place par application de nématocides seulement quand les populations atteignent un niveau critique, généralement au début de la saison des pluies (Dirk De Waele et *al*, 1998). A Porto Rico, l'application d'oxamyl sur les pétioles des feuilles de bananiers Cavendish géant, quatre fois à 30 jours d'intervalle pendant le cycle de croissance, a permis de lutter efficacement contre *M. incognita*. (Dirk de Waele et *al*. 1998).

Vu le danger que présente la lutte chimique, l'homme voit son intérêt s'accroître pour d'autres moyens de luttés respectueuses de l'environnement et de la santé humaine comme les Moyens biologiques.

III.2.1. Lutte biologique

III.2.1.1. L'utilisation des 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).

Jacob (1997), étudie le comportement et la rapidité de piégeage de plusieurs espèces de champignons: *Arthrobotrys superba*, *A.dactyloides*, *Dactylaria candida*, *Hohenbuehelia peralodes* et *Paecilomyces lilacinus* envers les espèces de *Meloidogyne sp* sur culture de tomate. Les résultats révèlent que *A.superba* est le plus rapide à piéger les larves des *Meloidogyne sp*. Cependant, *P. lilacinus* infeste seulement les œufs de *Meloidogyne sp*. Il rajoute que seul *A. superba* in vivo réduit le nombre de galles sur les racines de tomate sans endommager la plante.

De même, les essais réalisés par Amin (2000) révèlent que les champignons testés (*Arthrobotrys oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Paecilomyces lilacinus* et *Pasteuria penetrans* réduisent significativement le nombre de galles, des femelles et des masses d'œufs pondus par *M. incognita* sur tomate. Toutefois, *A.oligospora* s'avère le plus efficace contre cette espèce. Les pourcentages de la réduction des galles et le nombre de femelles sont de 66,6 et 72,0 p. cent respectivement après 10 semaines d'application comparé aux autres traitements.

Des travaux de recherches sur les champignons ovicides se sont révélés efficaces sur les nématodes à galles. KHAN et GOSWAMI (2000), ont essayé différentes doses de *Paecilomyces lilacinus* contre *M. incognita* sur tomate (var. Pusa Ruby) sous serres. Les résultats montrent que la biomasse des parties aériennes et racinaires (hauteur des plants et la longueur des racines) s'accroissent avec l'augmentation de la dose de *P. lilacinus*. Le pourcentage d'œufs infestés est de 30,4% à 2 g / kg de sol de *P. lilacinus* ; il croît avec l'augmentation des doses, comparés aux plants témoins. Les auteurs préconisent que la dose optimale pour le contrôle des *M. incognita* est à 8 g/kg de sol *P. lilacinus*.

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.

III.2.1.2.Utilisation de bactéries parasites

La microflore de la plupart des sols est très dense et variée. Certains microorganismes qui la constituent, sont utilisés pour le contrôle des *Meloidogyne*. La bactérie *Streptomyces avermitilis* produit l'ivermectine qui est une toxine très efficace contre toute sorte de nématodes, elle est utilisée avec les nématicides chimiques contre *M. incognita* en appliquant l'ivermectine à travers un système d'irrigation goutte-à-goutte, (Garabedian et Van Gundy, 1983 ; in Duval, 1991).

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 type lectinés-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).

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 %, (Zouiouèche, 1993).

III.2.1.3. Les plantes nématicides

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 étudiés pour leurs propriétés nématicides (Panchaud, 1990). Nombreuses espèces peuvent être utilisées tel que (*Tagetes spp*, *Crotalaria spectabilis*, *Chrysanthemums spp*, *Allium sativum*, *Cinnamomum verum* « Cannelle » et *Azadiracta 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 la Crotalaire, le Radis fourrager. Pour certaines plantes notamment (les Fabaceae surtout) sont enfouies comme engrais vert. Par contre d'autres sont utilisées sans enfouissement tels que le *Panicum sp*, *Eragrostis sp*, 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). La Crotalaire constitue un engrais vert nématicide intéressant (comme c'est une légumineuse, son enfouissement constitue une fumure azotée non négligeable). Il faut impérativement l'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 nématocide 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*).

L'application de l'extrait aqueux de *Tagetes 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 nématocides représentés 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 nématocide des extraits aqueux de 20 espèces de plantes médicinales jordaniennes a été évaluée *in vitro* contre deux espèces de *Meloidogyne* par Al-Banna et al. (2003).

De même les extraits d'*Origanum syriacum* testés par Oka et al. (2000) ont causés 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. Diverses investigations rapportent que l'effet nématocide des plantes est dû aux huiles volatiles qu'elles contiennent (Sangwan et al., 1985; Malik et al., 1987; Saxena et al., 1987). Diverses molécules (geraniol, thymol, camphore, carvacrol, eugenol, menthone, terpinène, cineole, et pinène) ont été testées sous leur forme pure contre les *Meloidogyne*. Les résultats révèlent que toutes les 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 nématocide des huiles de ces plantes est du probablement à la présence de un des composés C₁₀ dienes, C₁₀ trienes, et C₁₀ phenol.

Chapitre I : Matériel et Méthodes

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis de la plante (bactéries, champignons, nématodes, insectes...). Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une détérioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement (Benayad, 2008). . A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des pesticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive (Wmo, 1965).

Un examen systématique des découvertes phytochimiques répertoriées, en utilisant la base de données NAPRLERT (Natural Products Alert Database), révèle que seulement 2 à 5% des espèces végétales ont été examinées en détail d'un point de vue photochimique (Soejarto et al, 1989). Une étude réalisée par (Balick et al. 1995), a montré que moins de 1% des plantes tropicales sont étudiées d'un point de vue phytochimique. Par conséquent, la voie reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et en même temps de nouvelles molécules à effet nématicide, bactéricide, insecticide (Benayad, 2008).

I.1. Objectifs

Les biopesticides d'origine végétale peuvent constituer une solution alternative aux produits chimiques ces dernières décennies. Leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires (Regnault et al, 2005).

L'intérêt du développement de nouvelles formulations à base d'extraits végétaux est du à leurs avantages écologiques et environnementaux indéniables (Balick et al, 1995).

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité nématicide *in vitro* d'un mélange des extraits aqueux de trois espèces adventices « *I. viscosa* », « *A. herba alba* » et « *S. arvensis* » vis-à-vis de *Meloidogyne*.

I.2. Evaluation de la toxicité des traitements (le mélange des extraits aqueux de « *I. viscosa* », « *A. herba alba* » et « *S. arvensis* » sur les larves (L2) de *Meloidogyne spp in vitro*

Chapitre I : Matériel et Méthodes

Introduction

Avec le développement de la chimie, on s'est vite rendu compte qu'il y avait tout un arsenal capable d'éliminer les ennemis des plantes (bactéries, champignons, nématodes, insectes...). Cette approche a conduit à une élimination spectaculaire, du moins à court terme, des organismes nuisibles, et à une amélioration parallèle, mais pas nécessairement visible de la qualité de l'environnement (Benayad, 2008). A cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des pesticides

Un examen systématique des découvertes phytochimiques répertoriées, en utilisant la base de données NAPRLERT (Natural Products Alert Database), révèle que seulement 2 à 5% des espèces végétales ont été examinées en détail d'un point de vue photochimique (Soejarto et *al.*, 1989). Une étude réalisée par (Balick et *al.*, 1995), a montré que moins de 1% des plantes tropicales sont étudiées d'un point de vue phytochimique. Par conséquent, la voie reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et en même temps de nouvelles molécules à effet nématicide, bactéricide, insecticide (Benayad, 2008).

I.1. Objectifs

Les biopesticides d'origine végétale peuvent constituer une solution alternative aux produits chimiques ces dernières décennies. Leurs propriétés pesticides et leur relative innocuité environnementale en font des composés très intéressants pour les traitements phytosanitaires (Regnault et *al.*, 2005).

L'intérêt du développement de nouvelles formulations à base d'extraits végétaux est dû à leurs avantages écologiques et environnementaux indéniables (Balick et *al.*, 1995).

Ce présent travail a pour objectifs d'évaluer l'efficacité nématicide *in vitro* d'un mélange des extraits aqueux de trois espèces de plante « *Inula viscosa* », « *Artemisia herba alba* » et « *Sinapis arvensis* » vis-à-vis des larves de *Meloidogyne*.

I.2. Evaluation de la toxicité des traitements des plantes « *I. viscosa* », « *A. herba alba* » et « *S. arvensis* » sur les larves (L2) de *Meloidogyne spp* in vitro

I.2.1. Méthodologies utilisées

I.2.1.1. Préparation des extraits aqueux

Les plantes entières (racine et partie aérienne) (d'*I. viscosa*, d'*A. herba alba* et de *S. arvensis*) ont été récoltées au mois de Mai 2011. Les différentes parties de chaque plante ont été étalées et séchées à l'ombre puis rangées dans un sac jusqu'au moment de leur utilisation.

Les plantes sont ensuite broyées et tamisées séparément. La poudre obtenue de chaque plante est utilisée pour la préparation de l'extrait aqueux qui sera testé dans nos expériences.

Le procédé d'extraction utilisé dans notre expérimentation est la macération aqueuse qui consiste à maintenir la poudre de la plante en contact avec l'eau à une température ambiante pendant un laps de temps afin de libérer les molécules actives existantes dans la plante. Pour cela 20g de la poudre végétale de chaque partie de la plante sont mises en suspension avec 250ml d'eau distillée stérile dans un flacon hermétiquement fermé et parfaitement enveloppé par du papier aluminium. Le flacon est ensuite placé sous agitateur horizontale pendant 72h (Djellout, 2009). Après ce temps, l'extrait est filtré à l'aide du papier WATTMAN dans une bouteille en verre stérile de 250ml, entièrement couverte par du papier aluminium afin d'éviter toute dégradation des molécules actives par la lumière. L'extrait pur ainsi obtenu est conservé au réfrigérateur à 4°C jusqu'au moment de son utilisation (Figure 9,10).



Figure 9 : Agitation des extraits aqueux (original)



Figure 10 : Filtration des extraits aqueux

I.2.1.2. Préparation de la gamme des solutions

A partir des extraits aqueux des parties des plantes obtenue après filtration, nous avons préparé séparément les deux mélanges que nous avons testé. Pour cela nous avons prélevé 60 ml des extraits des racines de chaque plante (*I. viscosa*, *A. herba alba* et *S. arvensis*) que nous avons mélangé ensemble dans un flacon stérile.

Pour la préparation du mélange de tous les organes des plantes (racine et partie aérienne) nous avons prélevé 30ml de chaque extrait préalablement préparé l'ensemble est mis dans un flacon.

Les deux mélanges (racines et plantes entières) de 180 ml chacun constituent les extraits purs. A partir de ces derniers nous avons préparé les deux dilutions ($\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$) dans des flacons stériles protégées par du papier aluminium et conservées à 4°C. Les pH des différentes concentrations ; extrait aqueux pur, dilué au ($\frac{1}{2}$) et au ($\frac{1}{4}$) sont mesurés. Parallèlement des solutions témoins aux pH des extraits testés sont préparées avec de l'eau distillée additionnée de HCL ou NaOH et conservées à 4°C. Pour comparer l'effet des nos extraits aqueux, nous avons préparé un témoin positif au produit chimique (nématocide) à l'oxamyl à la concentration de 1,5 ml/l. Cette concentration pur a été diluée avec de l'eau distillée au ($\frac{1}{2}$) et au ($\frac{1}{4}$) puis sont conservées au réfrigérateur jusqu'au moment de leur utilisation. (Figure 11)

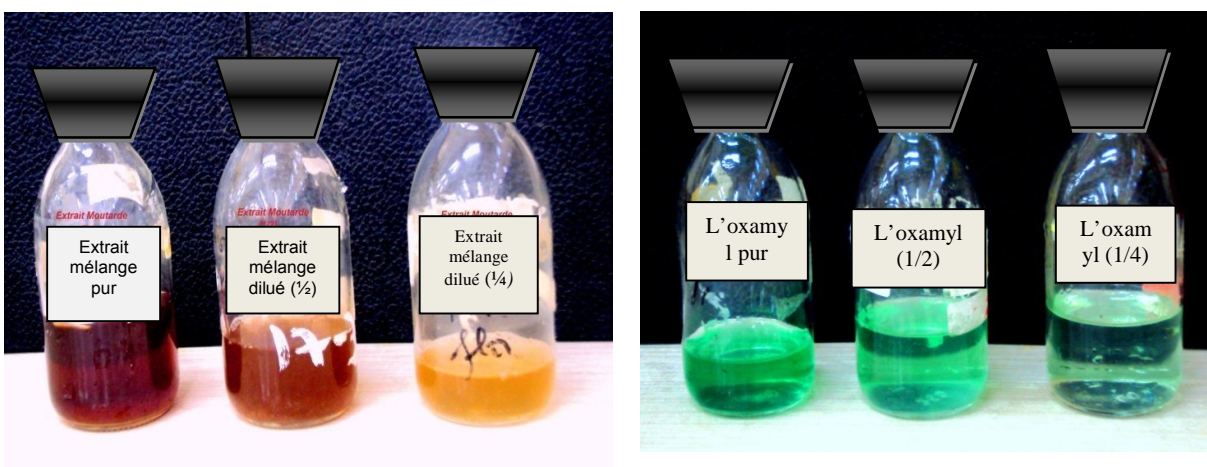


Figure 11 : Préparation de la gamme des solutions

1.2.1.3. Obtention et préparation des larves (l2) de *Meloidogyne*

Les échantillons de racines de tomate infestées par les nématodes à galles *Meloidogyne spp* ont été collectés en fin de culture dans la zone de Fouka puis ramenés au laboratoire de Zoophytatrie.

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

Les masses d'œufs isolées des femelles de *Meloidogyne* (15 à 30 masses) sont déposées dans de petits tamis en plastiques de 2 à 4cm de diamètre. Ces derniers

sont placés dans des boîtes de Pétri contenant de l'eau distillée puis sont mises à l'étuve à 25°C en vue d'éclosion massive.

Après éclosion, les larves (L₂) libérées progressivement dans l'eau sont récupérées et comptées quotidiennement à l'aide d'une loupe binoculaire (x40).

Pour les tests *in vitro*, nous avons compté et réparti les larves de *Meloidogyne* en des lots de 20 larves (l₂) dans des salières contenant 0,5 ml d'eau. Un total d'environ 1400 larves a été compté.

I.2.1.4. Les essais *in vitro* des différents traitements sur les larves (L₂)

Les tests sont effectués dans une série de salières, chaque salière contient 0.5 ml d'eau distillée additionnée de (20) larves de deuxième stade préalablement comptées. Les différents traitements (extraits aqueux racine, partie aérienne et oxamyl) et leurs dilutions (1/2 et 1/4) sont alors ajoutés à la suspension de larves à raison de 1 ml chacun (Agbenin *et al.*, 2005). Pour comparer l'efficacité des traitements, nous avons préparé deux témoins ; un à l'eau distillée stérile et l'autre au pH des extraits aqueux.

L'effet toxique des différents traitements est évalué après un temps d'immersion de 24, 48 et 72 heures. Chaque traitement est répété trois fois (Fig.12)

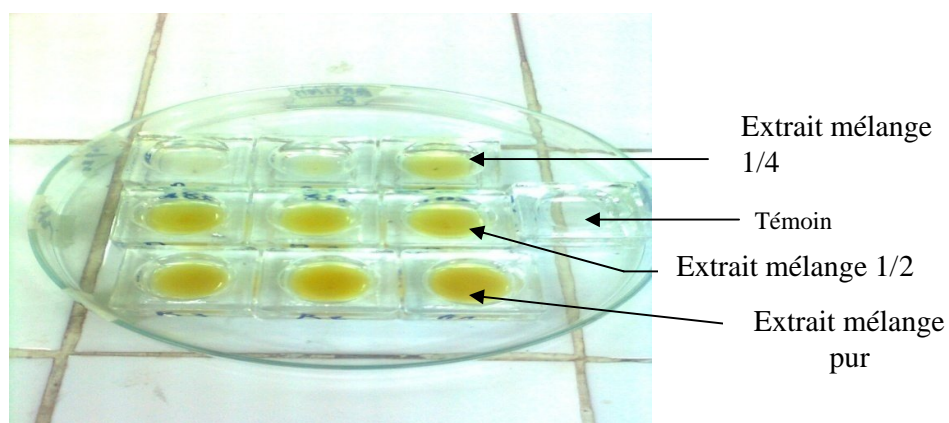


Figure 12 : Les essais *in vitro* des différents traitements sur les larves (L₂)

Le pourcentage de larves mortes dans chaque boîte est estimé après 24 heures, 48h et 72h d'incubation selon la formule suivante donnée par Jourand *et al.* (2004) :

$$\% \text{ de mortalité} = (\text{nombre de larves immobiles} / \text{nombre total de larves}) \times 100.$$

L'évaluation de l'effet irréversible des différents traitements est accomplie après 72h. Les juvéniles sont lavés trois fois à l'eau distillée dans les salières et placés à nouveau à l'étuve à 25°C pendant 24h en vue de la revitalisation (Cox *et al.*, 2006).

I.3. Analyse des données

Les données recueillies sur l'efficacité des deux mélanges des parties des plantes (*la moutarde des champs, l'Inule visqueuse, et l'Armoise*) sont analysées statistiquement afin d'évaluer leur potentiel toxiques vis-à-vis des larves de *Meloidogyne*. Pour cela nous avons fait appel à l'analyse de la variance en utilisant le Modèle Linéaire Global (GLM) (SYSTAT VERS. 12, SPSS 2009).

CHAPITRE V:

I. Efficacité des extraits des deux mélanges des trois plantes «*Sinapis arvensis*», «*Inula viscosa*» et «*Artemisia herba-alba*» sur les nématodes à galles (*Meloidogyne*).

Les extraits aqueux des deux mélanges ont été préparés et testés sur les larves (L2) de *Meloidogyne spp.* dans les conditions de laboratoire. Pour estimer l'efficacité des extraits nous les avons comparés à deux témoins « témoin neutre (eau distillée) », « témoin chimique (Oxamyl) » et « témoins pH des dilutions préparées ». Le tableau.1 (annexe), résume les différents résultats.

I.1. Evaluation de la toxicité du mélange des tous les organes des trois plantes.

D'après les résultats représentés par la figure (13) et le Tableau 1 (annexe) il apparaît que le mélange des extraits de tous les organes des trois plantes «*Sinapis arvensis*», «*Inula viscosa*» et «*Artemisia herba-alba*» a révélé un effet actifs sur les larves de nématodes à galles. Le mélange s'est traduit par une augmentation du taux moyen de la mortalité des larves (L2) de *Meloidogyne* en fonction du temps et des concentrations.

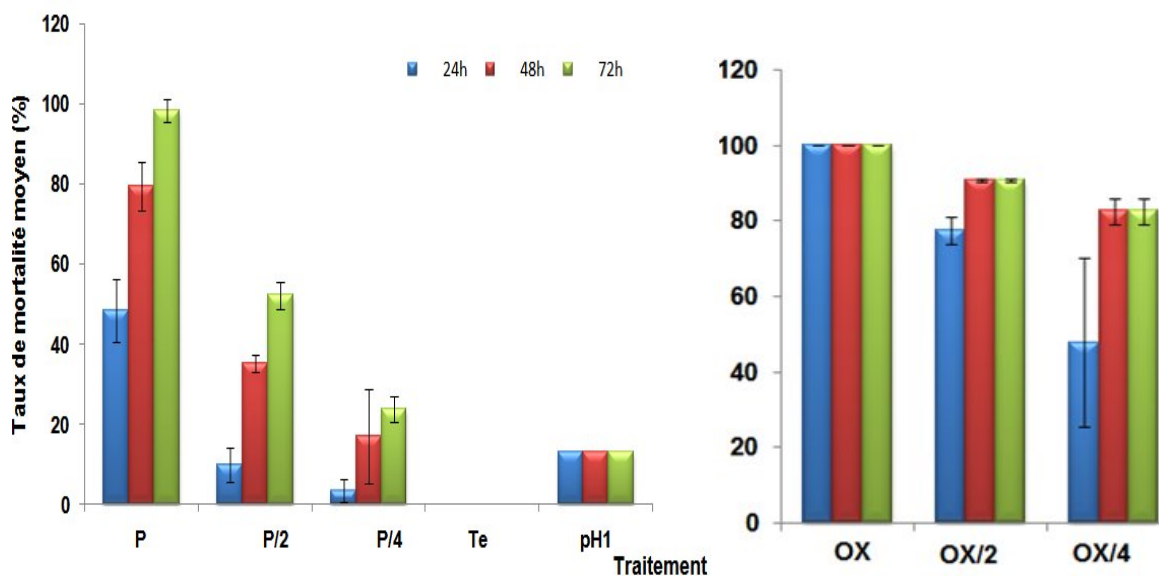


Figure.13. Evaluation de la toxicité du mélange des l'extraits aqueux des plantes entières

En effet, pour le traitement du mélange des plantes entières l'effet toxique apparaît dès les 24h d'exposition dans l'extrait pur. Le taux de mortalité est de 48.51%. Ce dernier augmente après 48h et à 72 heures d'exposition. Il atteint respectivement

79.44 et 98.33 %. En revanche les dilutions $\frac{1}{2}$ (P/2) $\frac{1}{4}$ (P/4), montrent un effet toxique faible comparé à l'extrait pur. Dans l'extrait dilué au $\frac{1}{2}$, le taux de mortalité atteint les 50% qu'après 72 heures d'exposition. Alors que pour la dilution à $\frac{1}{4}$ la mortalité est faible quelque soit le temps d'immersion.

Par contre le produit chimique Oxamyl utilisé s'est révélé qualitativement et quantitativement actifs sur les nématodes à galles se traduisant par une augmentation du taux moyen de la mortalité des larves (I2) de *Meloidogyne* dès les premières heures d'exposition (24H) aussi bien pour le pur que pour le dilué au $\frac{1}{2}$. En ce qui concerne le traitement au pH1=4.5 (pH de l'extrait aqueux pur) la toxicité est assez faible. Le taux de mortalité obtenu est de 13% quelque soit le temps d'immersion. Alors qu'avec le témoin eau aucune mortalité n'a été enregistrée

L'application du modèle G.L.M. pour les données (tableau1 et figure 14), dévoile que les différents traitements et leurs dilutions présentent une variation très hautement significative ($P=0.000$; $p<0.05$). La toxicité des traitements varie significativement dans le temps ($P=0.000$; $p < 0.05$).

Tableau 1 : Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir nématicide des traitements utilisés en fonction du temps d'exposition et des dilutions utilisées :

Source	Somme des carrés	DDL	Moyenne carré	F ratio	P
Traitements	74950.519	3	24983.506	125.116	0.000
Temps	404.087	2	202.044	0649	0.000
Dilutions	11529.122	2	5764.561	28.869	0,000
Erreur	15175.865	76	199.682		

L'analyse statistique par le modèle G.L.M. (fig.14) confirme que la toxicité d'extrait (mélange plantes entière) utilisée. Elle est croissante en fonction de temps alors que l'oxamyle (produit chimique). Elles agissent rapidement et entraînent une forte mortalité dès les 24h d'exposition des larves de *Meloidogyne* notamment pour l'extrait pur.

En ce qui concerne les concentrations, l'analyse révèle que la toxicité des traitements est proportionnelle aux concentrations testées. En effet, la mortalité diminue avec la dilution des extraits ($\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$). Par ailleurs, la toxicité des produits testés augmente dans le temps d'exposition. Elle est plus élevée après 72h d'exposition.

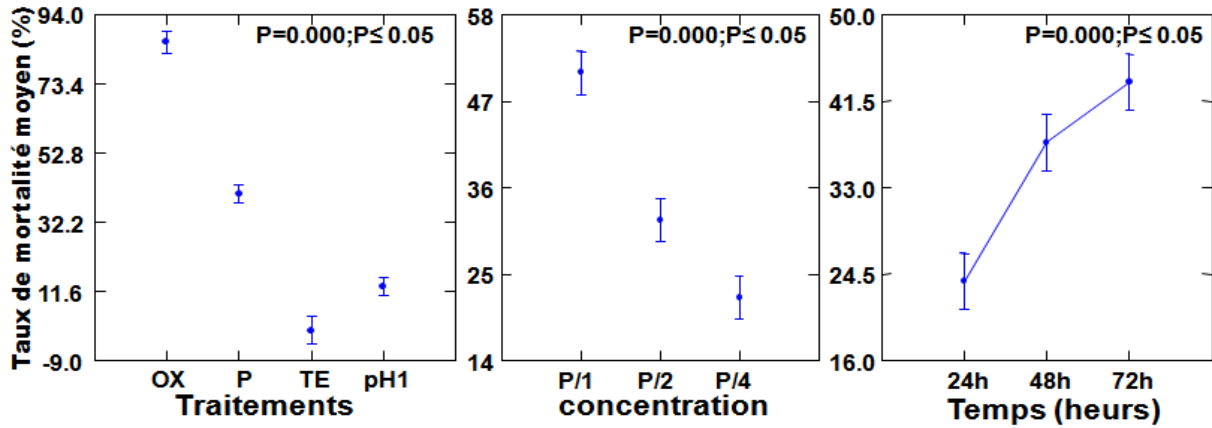


Figure14 Variation de la toxicité de mélange testé sur les larves de *Meloidogyne*

I.1. Evaluation de la toxicité du mélange des extraits des racines

Les résultats présentés dans le tableau (1 annexe) et la figure (15) montre l'effet du traitement partie sous terrain et leurs dilutions sur le taux de mortalité des L2 de *Meloidogyne*. En effet ce traitement s'avère efficace dès les 24h d'exposition notamment pour l'extrait pur. La mortalité moyenne atteint les 72.93%. Elle augmente à 100% après 72H. Pour les dilutions (1/2) P/2 et (1/4) P/4 ; les taux de mortalité augmentent après 72h d'immersion. Ils dépassent les 70%.

En ce qui concerne le traitement chimique l'effet toxique sur les larves de *Meloidogyne* est immédiat dès les 24H d'exposition.

On ce qui concerne le témoin pH2=4.93 la toxicité très faible. Le taux de mortalité est de 15% au cours des différents temps d'immersion.

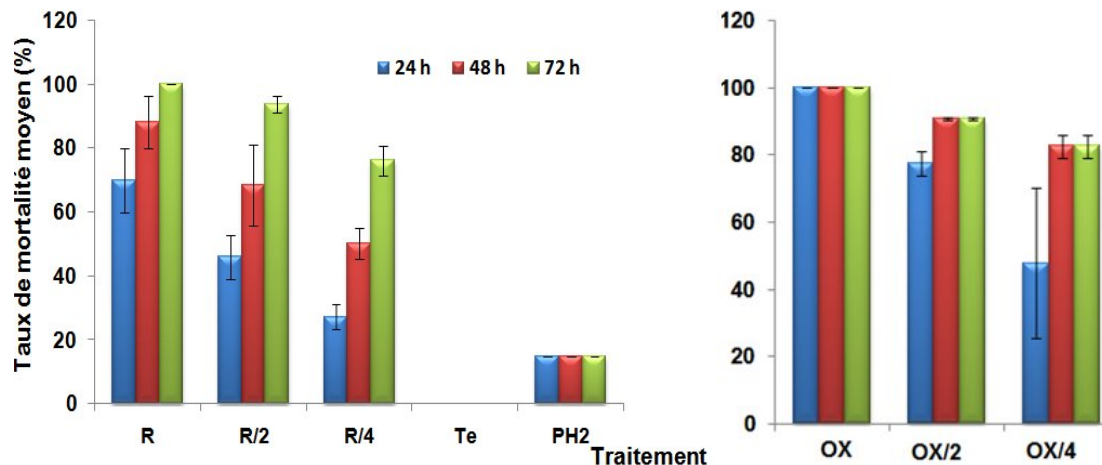


Figure.15. Evaluation de la toxicité du mélange des l'extraits aqueux des racines

Les données recueillies sur l'efficacité de l'extrait aqueux des mélanges des racines des trois plantes sont analysées statistiquement afin d'émaner leur potentiel toxique vis-à-vis des *Meloidogyne*.

L'application du modèle G.L.M. pour les données (tableau2 et figure 16), dévoile que les différents traitements et leurs dilutions présentent une variation très hautement significative ($P=0.000$; $p<0.05$). La toxicité des traitements varie très hautement significative dans le temps avec une probabilité de ($P=0.000$; $p < 0.05$).

Tableau 2 : Modèle G.L.M. appliqué au pouvoir toxique des traitements utilisés en fonction du temps d'exposition et des dilutions utilisées :

Source	Somme des carrés	DDL	Moyenne carré	F ratio	P
Traitements	93784.332	3	31261.444	239.602	0.000
Temps	5476.160	2	2738.080	20.986	0.000
Dilutions	5636.917	2	2818.458	21.602	0.000
Erreur	9915.897	76	130.472		

L'analyse statistique par le modèle G.L.M. (fig.14) confirme la toxicité des extraits (mélange des racines) utilisés elle se rapproche de l'effet du produit chimique. Le mélange a agit rapidement et a entraîné une forte mortalité dès les 24h d'exposition des larves de *Meloidogyne* notamment pour l'extrait pur.

En ce qui concerne les concentrations des traitements, l'analyse révèle que la toxicité des traitements est inversement proportionnelle aux concentrations testées. En effet, la mortalité diminue avec la dilution des extraits ($\frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$). Par ailleurs, la toxicité des produits testés augmente dans le temps d'exposition. Elle est plus élevée après 72h d'exposition.

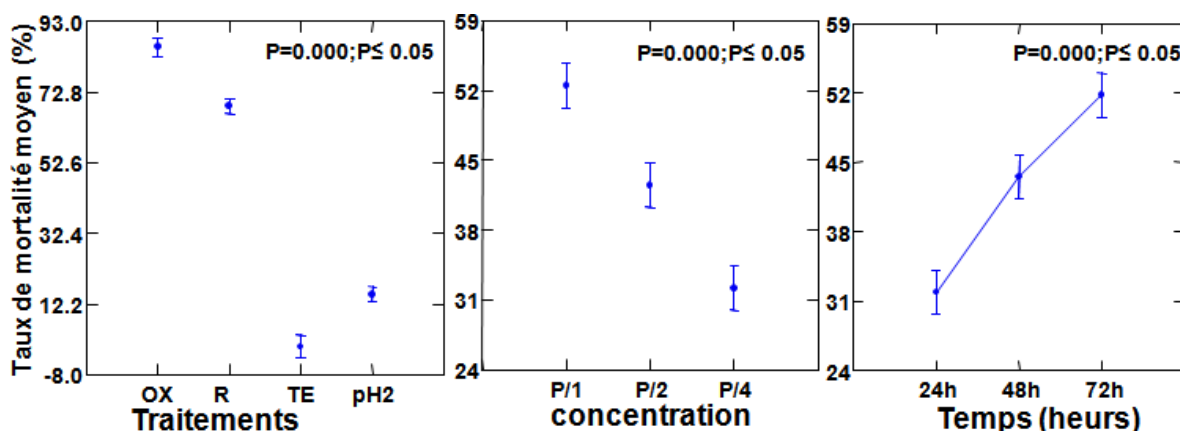


Figure16 Variation de la toxicité du mélange racine en fonction de dilutions et du temps

II.2. Évaluation de l'effet irréversible des traitements.

L'étude de la revitalisation des larves a été réalisée après 72 h afin de vérifier l'effet irréversible des extraits. Il en ressort des résultats du (table 2 annexe) et (Figure, 17), qu'après 72h d'exposition dans l'extrait aqueux issu du mélange (plante entière) une très faible revitalisation des larves (12) est enregistrée dans l'extrait pur (8.5 %) comparé au mélange des racines et l'oxamyl qui sont (81.16%, 26.5 %) respectivement.

Par contre, l'effet réversible des traitements sur les larves augmente nettement avec les dilutions particulièrement au (1/4). Le taux de revitalisation avoisine les 92.09% pour le mélange des racines et (64.5) pour l'oxamyl, mais reste toujours faible pour extrait du mélange des plantes entière (24.75%).

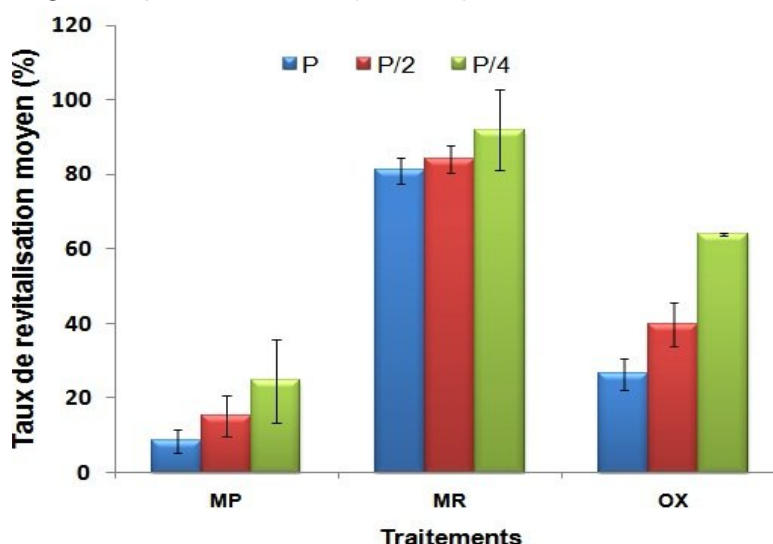


Figure 17 : Evaluation de la revitalisation des larves (L2) de *Meloidogyne* en fonction des traitements

Le modèle G.L.M. appliqué à l'évaluation de la revitalisation en fonction des traitements effectués et leurs concentrations (Tableau 3), montre des variations très significatives de la revitalisation des larves de *Meloidogyne* entre les traitements ($p=0.000$; $p < 0.05$) et les dilutions ($p=0.037$; $p < 0.05$).

Tableau3 : Modèle G.L.M. appliqué sur le taux de revitalisation de *Meloidogyne* après traitement en fonction des dilutions utilisées :

Source	Somme des carrés	df	Moyenne carré	F ratio	P
Traitements	22493.125	2	11246.563	128.012	0,000
Dilutions	691.583	2	345.792	3.936	0,037
Erreur	1669.250	19	87.855		

La figure 18 relative à l'analyse statistique modèle G.L.M. révèle que l'effet irréversible de l'extrait de mélange des plantes est nettement supérieur du mélange racine et de l'oxamyl. En ce qui concerne les concentrations en générale le taux de revitalisation est inversement proportionnel aux concentrations. Quelque soit le traitement le taux de revitalisation le plus faible est enregistré dans les extraits purs.

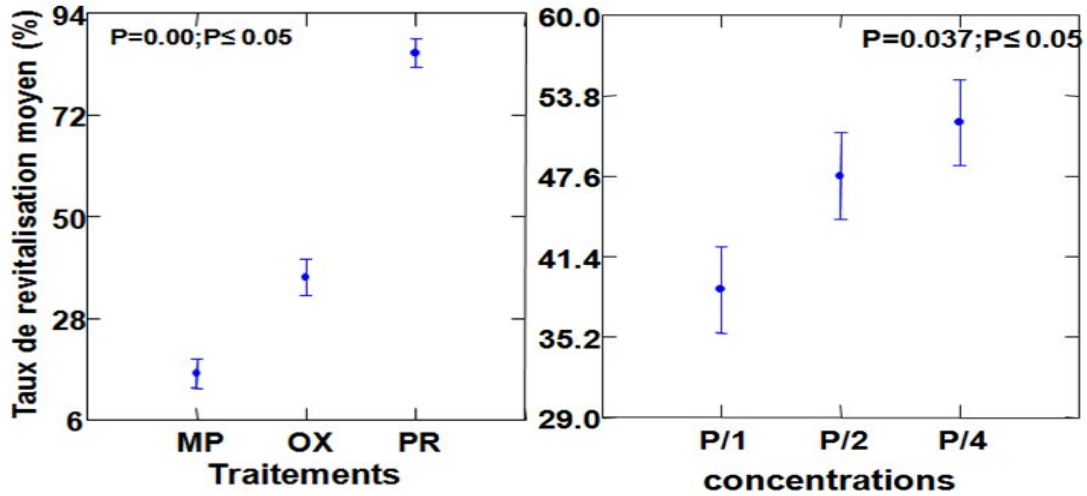


Figure 18 Effet des traitements sur la revitalisation des larves de *Meloidogyne*

Discussion générale

Les pesticides naturels ont été connus pendant des siècles et leur capacité à combattre les parasites a été découverte au hasard par les observations. Actuellement, les pesticides synthétiques sont largement utilisés contre les bio-agresseurs (Elbadri, 2008). La plupart des nématicides chimiques sont employés dans le contrôle des nématodes phytophages dans les cultures légumières. Ces nématicides présentent des résidus toxiques sur les récoltes, la santé humaine et l'environnement ceci à pousser les investigations à s'orienter vers la découverte de méthodes alternatives pour la gestion des nématodes parasites de plantes (Viaene et Abawai, 1998).

Actuellement, les extraits des plantes commencent à avoir un intérêt très promoteur comme une source potentielle de molécules naturelles bioactives. Les extraits végétaux font l'objet d'études pour leur éventuelle utilisation comme alternative pour les traitements insecticides, bactéricides, nématicides et fongicides (Yakhlef., 2010).

Les produits naturels semblent fournir une solution viable aux problèmes provoqués par les pesticides synthétiques et beaucoup de chercheurs ont identifié des produits naturels efficaces pour remplacer les pesticides synthétiques (Kim et. al., 2005). Certains travaux ont testé in vitro les extraits aqueux, alcooliques et lipidiques des différentes plantes nématicides sur les larves et les œufs de divers nématodes, principalement les *Meloidogynes spp.* (Isman, 2002).

Il a été mis en évidence par Munacata (1979) que la plupart des substances naturelles nématicides, qui peuvent avoir une activité systémique (véhiculées par la sève de la plante), sont décomposables et non polluantes. Elles pourraient être utilisées comme base pour la synthèse de nouveaux nématicides (Dijian-Caproralino et al, 2002). Les plantes ont servi de pesticides depuis des périodes antiques. Des substances naturelles et synthétiques analogues aux composés naturels des plantes ont été développés pour contrôler les parasites, tels que de la pyrèthrine et les pyrethroides utilisé comme insecticides (Oka, 2010).

Dans ce cadre, nous avons étudié l'effet in vitro de deux type de mélange : (mélange des extraits des plantes entières et mélange des extraits des racines) de trois plantes, la moutarde des champs « *Sinapis arvensis* », L'Inule visqueuse « *Inula viscosa* », et L'Armoise « *Artemisia herba-alba* » en mélange sur les larves (L2) de *Meloidogyne* .

Les résultats du pouvoir nématicide des différents extraits en mélange ont montré un effet toxique sur les larves des *Meloidogyne*. L'analyse statistique modèle G.L.M. a révélé que les traitements et leurs concentrations présentent une variation très hautement significative ($P=0.000$; $p < 0.05$, $P=0.000$; $p < 0.05$).

La toxicité des deux mélanges n'est pas comparable. En effet le traitement au mélange des racines des trois plantes s'avère significativement active dès les premières heures d'immersion (24H), on constate 72.93% de larve (I2) mortes dans l'extrait pur. La toxicité de ce traitement est presque similaire à celle du produit chimique testé (Oxamyl). Par contre pour le mélange des extraits des trois plantes entières (racine + partie aérienne) sa toxicité apparaît nettement dans l'extrait pur après les 72h d'exposition et elle diminue sensiblement dans les extraits dilués au ½ et au ¼. La nocuité des traitements est proportionnelle aux concentrations testées. En effet, la mortalité diminue avec l'augmentation des dilutions des extraits (½ et ¼). Par ailleurs, La toxicité des traitements varie très significativement avec le temps d'exposition. Elle est plus élevée après 72h d'exposition.

La toxicité de ces plantes est vraisemblablement due à des substances nématocides contenues au niveau de leurs tissus aussi bien des parties aériennes qu'au niveau des racines. Toutefois, il semblerait que la concentration des ces substances varie selon l'organe. Elle est probablement plus importante dans les racines ce qui pourrait expliquer la toxicité élevé des extraits de ces parties. Il semblerait que l'effet toxique présent dans les racines, les feuilles et les fleurs de certaines plantes est due à des protéines toxiques. Costes et *al.*, (1981) affirment que les protéines foliaires contiennent des composés potentiellement toxiques. Par ailleurs, le screening phytochimique de deux plantes à pouvoir nématocides (*Acacia gummifera* et *Tagetes patula*) a révélé une teneur relativement importante en flavonoïdes, (El Allagui et *al.*, 2005). Les travaux d'Oka et *al.* (2000) ; Chitwood (2002), signalent que les alcaloïdes, les diterpènes, les glucosides, les polyphénols, les flavonoïdes et les sesquiterpènes sont des substances toxiques à un effet nématocide.

En ce qui concerne la toxicité des pH (4.45) et (4, 93) respectifs du mélange des extraits aqueux des plantes entières et du mélange des extraits racines, les résultats ont révélé un effet assez négligeable. Les taux de mortalité varient entre (13 et 15%) au cours des différents temps d'immersion. Selon Khanna et *al.*, (1997) et Mcsorley, (1998), les nématodes sont généralement tolérants à un large spectre de pH. Toutefois, le pH des sols acides et alcalins, causé par des modifications dues à la production d'ammoniaque et des nitrifications ou des acides organiques, peuvent contribuer à la suppression des nématodes. Les essais *in vitro* des acides organiques se sont montrés très toxiques pour les nématodes parasites de plantes (Taba et *al.*, 2006). Mcelderry et *al.* (2005) indiquent que l'acidification du sol avec l'acide chlorhydrique à pH 3,5 réduit les populations de *Tylenchorhynchus* de 70% dans des conditions d'aérobies, et de 80% dans des conditions d'anaérobies. Par contre, l'alcalinisation des sols avec les cendres des fours à ciment à pH 10 n'affecte pas les juvéniles de *M. javanica* (Oka et *al.*, 2006)

L'analyse statistique modèle G.L.M. montre des variations très significatives de la revitalisation des larves de *Meloidogyne* entre les traitements et leurs concentrations ($p=0.000$ et 0.037 ; $p > 0.05$). L'effet irréversible du mélange des l'extrait des plantes entière est nettement supérieur à celui de l'oxamyl et du mélange racine.

En ce qui concerne les concentrations en générale le taux de revitalisation est inversement proportionnel aux concentrations. Quelque soit le traitement le taux de revitalisation le plus faible est enregistré dans les extraits purs.

Il apparaît que les substances contenues dans les racines des plantes ont un effet plus nématostatique que nématocide comparé au mélange plantes entières. Cette hypothèse rejoint les études de Khan (2009), qui affirme que les extraits de plantes possèdent des propriétés nématocides ou nématostatique qui agissent différemment sur les larves, ceci reflète des différences dans la nature des métabolites chimiques et le type du principe actif toxique des espèces végétales.

L'effet irréversible enregistré par mélange des extraits aqueux des plantes entières peut être expliqué par le fait que les récepteurs sensoriels des nématodes (amphides) sont riches en acétylcholinestérase. Celles-ci sont facilement accessibles et inhibées par les métabolites nématocides (Guany et *al.*, 1984). En effet, ces molécules affectent le système nerveux des nématodes en inhibant l'hydrolyse de l'acétylcholine par l'acétylcholinestérase, entraînant ainsi le disfonctionnement des nématodes et leur mortalité (Khan, 2009).

Conclusion générale

La lutte chimique reste la méthode la plus employée et la plus appréciée par les agriculteurs, mais la plus coûteuse (Djian, 1992 ; in Belkacem, 1997). Selon Missonnier (1985), les possibilités d'emploi de ces nématicides sont assez limitées et risquent de le devenir plus pour des raisons de pollution et de toxicité. D'autre part la plupart des nématicides sont potentiellement dangereux pour l'environnement et toxique pour les plantes et la santé humaine (Grundler, 1996).

La lutte biologique est une méthode alternative à la lutte chimique qui se base sur l'utilisation de microorganismes bénéfique ou biopesticides de diverse origine permettant d'attaquer et de contrôler les bio-agresseurs (Fravel., 2005).

Le travail entrepris dans ce mémoire a pour but de tester in vitro la toxicité de deux type de mélange d'extraits aqueux (racines et plantes entières) de trois espèces de plante « *Inula viscosa* », « *Artemisia herba alba* » et « *Sinapis arvensis* » sur les larves du deuxième stade (L2) de *Meloidogyne spp.*

Les résultats ont dévoilé que les mélanges des extraits aqueux utilisés se sont révélés actifs sur les juvéniles de *Meloidogyne*, se traduisant par une augmentation de la mortalité de celles-ci en fonction des concentrations et du temps de traitement. En effet la mortalité est plus importante est signalée dans les extraits purs et après 72H d'immersion. Par ailleurs, le traitement au mélange des racines des trois plantes s'avère significativement active dès les premières heures d'immersion (24H). La toxicité de ce traitement est presque similaire à celle du produit chimique testé (Oxamyl)

Le mélange des extraits des racines des plantes a montré un effet irréversible plus élevé comparé aux extraits des plantes entières en mélange. Ce dernier mélange semble avoir une activité plus nématostatique que nématicide en raison du taux de la revitalisation important obtenu pour les différentes concentrations.

Ces résultats semblent être très prometteurs et nous ouvrent la voie à l'exploitation de ces plantes en agriculture biologique dans le cadre d'une lutte intégrée.

Il serait aussi d'intérêt de rechercher et de caractériser les substances actives existantes dans les différentes parties des plantes (racines, feuilles et inflorescences) afin d'identifier ceux actives vis-à-vis des bio-agresseurs afin de les formuler comme des produit dont un objectif de commercialisation.

L'application de ces extraits dans le champ reste aussi un défi à soulever dans un proche avenir.

AGBENIN N. O, EMECHEBE MARLEY A. M, P. S., AKPA A. D., 2005-Evaluation of Nematicidal Action of Some Botanicals on *Meloidogyne incognita* In Vivo and In Vitro. Journ of Agri and Rural Development in the Tropics and Subtropics. Volume 106, No. 1, 2005, pages: 29-39.

AHMADF., RATHERM.A. and SIDDIQIM.A., 2010. Nematicidal Activity of Leaf Extracts from *Lantana camara* L. against *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood and its use to Manage Roots Infection of *Solanum melongena* L. Braz. Arch. Biol. Technol. Vol. 53(3): 543-548.

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

ANONYME ,2008- *Artemisia judaïca*. - Algérie - tassili n'ajjer « photo » *XHTML 1.1 - hit parade*- CSS.

ANONYME., 1985- Monographie de la commune de staouli. Polycopie.60p

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/biochemsysseco.xxx(2008)1-5.

APPERT J .et DEUSE J., 1982- Les ravageurs des cultures vivrières et maraichères sur les tropiques. Ed. G.P. Maisonneuve et la rose, Paris, 431p.

AUGER J, THIBOUT E, 2002-Substances soufrées des *Allium* et Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires. *In* Regnault-Roger, C, Philogène, B J.R, Vincent C. Biopesticides d'organe végétal. Tec & Doc, Paris, p77-96.

AVATO P., ARGENTIERI M. P. DE MASTRO G. 2008- Combined methods for the analysis of total content of glucosinolates in some brassica oil seeds. Italy. p87.

B'CHIR MM.,1988- les limites des traitements nematicides contre les *Meloidogyne* associés au melon cultivé sous abris plastiques en tunisie. *Rev . Némat., n°11* ,pp 194.

BAKKER P.C., 1986. Fascicule du cours de nématologie , DPV, centre AGRHYMET, Niamey , Niger, 81 p .

BALICK, M.J., ELISABETSKY, E., LAIRD, S.A., 1995-Medicinal resources of the tropical forest: biodiversity and its importance to human health. Columbia University Press: New York.

BALICK, M.J., ELISABETSKY, E., LAIRD, S.A., 1995-Medicinal resources of the tropical forest: biodiversity and its importance to human health. Columbia University Press: New York.

BARBETTI,P., CHIAPPINI, I., FARDELLA, G., MENGHINI, A. 2001- A new eudesmane acid from *Dittrichia (Inula) viscosa*. *Planta Medica*° 51.pp : 471-1985.

- BELLAHAMMOU SOUMIA., 2010-** contribution a l'étude de la diversité de la nématofaune associée aux cultures maraîchères dans la vallée d'oued Righ, Wilaya d'ouargla. Thès. Ing. Agro. Blida. 78p.
- BELLOSTAS N., SORENSEN J. C., SORENSEN H. 2008-** Glucosinolates qualitative and quantitative evaluation of cruciferous plants during their life cycles. Chemistry Department, the Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg C, Denmark.
- BENAYACHE, S., BENAYACH, F.; DENDOUGUI, H.; JAY, M., 1991-** Les flavonoïdes d'*Inula viscosa* L. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome xxv, n°4, pp:170-176.
- BENAYAD N., 2008-** Les huiles essentielles extraites des Plantes médicinales marocaines : moyen efficace de lutte contre les ravageurs des denrées alimentaires stockées. Laboratoire des Substances Naturelles et Thermolyse Eclair Département de Chimie Faculté des Sciences de Rabat. Maroc. 61p.
- BERKALLOFF A., 2003 -** Réponse moléculaire de la plante à l'infestation. *Bull. Biol. Techn.*, I.N.A., P.G., I.N.R.A., Octobre, 3 p.
- BERTRAND, C. (2001).** Lutter contre les nématodes à galles en agriculture biologique GRAB ; France : 4.
- BLAMEY M., ET GREY-WILSON C., 2000-** Toutes les fleurs de méditerranées (les fleurs, les gaminées, les arbres et les arbustes), édition Delachaux et Niestlé SA. Paris, 560p.
- BLANCARD D., 1988-** Maladies de la tomate. Obser. Ident. Lutt. Rev. Horticole. I.N.R.A., Paris, 212p
- BOISCLAIR J. et ESTEVEZ B., 2006.** Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : intervenir en harmonie face à la complexité. *Phytoprotection*, vol. 87, n° 2, Inst. Rech. Dével. Agroenvir., Saint-Hyacinthe (Québec), Canada : 83-90. [<http://id.erudit.org/iderudit/013977ar>]
- BONNE MAISON L, 1961-** les ennemis animaux et variétés des plants Cultivés et de forêts. Ed .Sep., Vol I , 605.
- BRUST G., EGEL D.S. and MAYNARD E.T., 2003.** Organic vegetable production. Purdue University Cooperative Extension Service, ID-316: 1-19.
- CADET P. et MATEILLE T., 1985-** Les nématodes parasites des cultures vivrières au Togo. *Bulletin de la protection des végétaux*, Lomé 9, pp : 3-14.
- CAUBEL G. et CHAUBET B., 1985-** Ecllosion et multiplication d'*Heterodera schurtii* Semid en présence de colza ou de radis fourragers. *Agro*, 5(5), pp : 463-466.
- CAYROL J.C., 1991-** Cultures maraîchères : lutte biologique contre les nématodes à galle. *Ech. De Min.*, INRA. n°58, pp: 3-6.
- CHARI.Z. ET HAMIDI PACHA.M .1999-** Effets cicatrisants de *Inula viscosa* sur les brûlures expérimentales chez le lapin. Thèse de Magister. Université de Constantine.

CHITWOOD B.G., 1949 - Root-Knot nématodes, part I. A version of the genus *Meloidogyne* Gôldi, 1887. Proceedings of the Helminthological Society of Washington, pp: 16,90,104

COX CL J., LAMBERT B. MCCARTY,* JOE E. TOLER, STEPHEN A. LEWIS, AND S. BRUCE MARTIN. 2006- Suppressing Sting Nematodes with Brassica sp., Poinsettia, and Spotted Spurge Extracts.

DALMASSO A, CARDIN M.C., POCHARDE ET DUNAY M.C , 1985- pouvoir pathogène des nématodes *Meloidogyne* et génétique de la résistance chez quelques solanacées maraichères. C.R.Acood.Agric.France, 71(7) ; pp : 771-779 .

DALMASSO A., et MISSONNIER J., 1985- La lutte intégrée contre les nématodes pathogènes des *Meloidogyne* chez quelques solanées maraichères. Rev. Phytop., défense des cultures, N°378, pp : 13-16.

DALMASSO A., et MISSONNIER J., 1986- La lutte intégrée contre les nématodes pathogènes des *Meloidogyne* chez quelques solanées maraichères. Rev. Phytop., défense des cultures, N°378, pp : 13-16.

DE GUIRAN G. 1983- les nématodes parasites des cultures en pays tempérés Ed Littoral. S.A Beziers. France, 42P.

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.

DE GUIRAN G., 1979- A necessary diapause in root-knot nematodes. Observation on its distribution and inheritance in *M.incognita*. Rev.Nématol.2 (2), pp: 223-231.

DIOP M.T., 1998- Ecologie de l'infestation de *Meloidogyne javanica* (treub, 1885),

DIRK DE WAELE ET ROMULO G. DAVIDE., 1998- nématodes à galle des bananiers et plantains. Parasites et ravageurs des Musa : fiche technique n° 3. Réseau international pour l'amélioration de la banane et de la banane plantain, Parc Scientifique Agropolis II, 34397 Montpellier Cedex 5, France. 4p.

DIVITO M., 1986- Effect of temperatures and fig root leachate on hatch of *Heterodera fici*. Nematol.médit, 14, pp: 213-234.

DJELLOUT H., 2009- Evaluation du pouvoir antibactérien de quatre plantes spontanées. Thèse. ing phytopathol. Univ Blida. 60p.

DJIAN, 1992 ; IN BELKACEM, 1997- PHYTOMA. Gestion des nématodes à 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.

DJIAN-CAPORALINO C., VEDIE.H. ARRUFAT.A. 2009 - PHYTOMA. Gestion des nématodes à 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.

Duke J, 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants. Boca Raton, FL. CRC Press.

- DUKE S.O., 1990-** Natural pesticides from plants. In : Janick,J., Simon,J.E.(Eds.),Advances in New Crops.Timber Press,Portland,OR,pp :511-517.
- DUNN R .A. , ET WILLIAM T ,2002-** Introduction to plant Nematology Univ. of Florida Depart of Entomo and Nematology, Ins . of Food and Agricultural Science, Gainesville, U.S.A ., 32p.
- DUPONNOIS R .,FRAGETTE M ., FOULD S., THIOULOUSE J ., DAVIES K .J ., 2000-**Diversity of the bacterial hyperparasite *Pasteuria penetrans* in relation to root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*)controlling *Acacia holosericea* ., I.N.R.A.; Vol. 2 (4) ,I.N.R.A., pp.435-422.
- DUVAL J., 1991.** Les nematodes de la Tomate., AGRO.BIO, pp.320.322.
- EIENSENBACK J.D., 1985-**Diagnostic characters useful in the identification of four most common species of root knot nematodes *Meloidogyne* species *Jour.Nematol.*Vol.14,n° 3, pp. 339-343
- EKANAYAKE H.M.R.K., et DIVITO M., 1984-** Effect of population densities of *M.incognita* on growth of susceptible and resistant Tomato plant. *Nematol.Medit.* 12p.
- EVENARI M, SCHULZE ED, LANGE OL, KAPPEN L, BUSCHBOM U, 1980-** Long-term effects of drought on wild land cultivated plants in the Negev desert I Maximal rates of net photosynthesis. *Oecologia (Berl.)* 45 (1): 11-18.
- FELDMESSER J., 1971-**Estimated crop losses from plant-parasitic nematodes in the United States. *Soc. Nematol. (USA) Special Publication*, No. 1.
- FERRIS H., VERNERY H.S. ET SMALL R.F., 1978-** développement of a soil-temperature data base on *Meloidogyne arenaria* for a simulation Model. *Loum.of Nematology*, 10,pp: 39-42 .
- FLORET CH. ET PONTANNIER R, 1982-** L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol, végétation et aménagement. *Trav. Docum. ORSTOM n° 155*, 544 p.
- FRANCIS JOANNES, 2001-** Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. *Ed Robert Laffont*, ISBN 2-221-09207-4.
- FRANKLIN M.T., 1973-** *Meloidogyne naasi* C.I.H .*Descript of plant parasitic nematodes ,Set 1n°3,4P.*
- FRAVEL, D. R., 2005-**Commercialization and implementation of biocontrol.*Annu. Rev. Phytopathol.*43:337-359.
- GHEYSON G., ET FENOLL C., 2002.** Gene expression in nematode feeding sites. *Rev.Phytopathol.*, Vol. 40, pp. 191.219.
- GRAING M. et AHMED S., 1988-** Handbook of plants with pest-control properties. Ed.John Wiley and sons, New York, 622p.
- GRANDE, M., BELLIDO, I.S., 1992 -**Hydroxynerolidol and bicyclic sesquiterpenoids from *Dittrichia viscosa*. *J. Nat. Prod.*, , 55, 1074–1079.

- GRANDE, M., PIERA, F., CUENCA, A., TORRES, P., BELLIDO, I.S., 1985** - Flavonoids from *Inula viscosa*. *Planta Med.*, n° 39. pp: 414–419.
- GRANDE, M., TORRES, P., PIERA, F., BELLIDO, I.S. 1992**-Triterpenoids from *Dittrichia viscosa*. *Phytochemistry*, n° 31. Pp:1826–1828.
- GRANDE, M.; BELLIDO, I.S. .1992** -Hydroxynerolidol and bicyclic sesquiterpenoids from *Dittrichia viscosa*. *J. Nat. Prod*, 55, 1074–1079.
- Greco N., 1981**-Heatching of *Heterodera carotae* and *Heterodero avenae* *Nematologyca* ,2P,pp;366-371.
- GUIRAN G. et VILLEMIN M.A., 1980a**- Spécificité de la diapause embryonnaire de œufs de *Meloidogyne* (Nematoda).*Rev.de nematologie*, 3(1), pp : 115-121.
- GUIRAN G. et NETSCHER G., 1970**- Les nématodes du genre *Meloidogyne* parasites des cultures tropicales. *Cab. O.R.S.T.O.M., Série Biol., N°11*, pp : 151-186.
- GUIRAN G., 1971**- le problème de *Meloidogyne* et autre nématodes sur culture vivrières : Tabac, Café, Ria.in”Les nématodes des cultures”.journées d’étude et d’information, A.C.T.A., FNGPC, pp : 447-474.
- GUIRAN G., 1979**- A necessary diapause in root-knot nematodes. Observation on its distribution and inheritance in *M.incognita*.*Rev.Nématol.2* (2), pp: 223-231.
- GUIRAN G., 1983**- Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés. Ed. Littoral, S.A. Béziers, France, 42p.
- GUIRAN.G. et VILLEMIN.M.A. 1980b**. Etude de la diapause embryonnaire des œufs de *Meloidogyne incognita* en culture monoxénique : technique inoculation ; influence de l’âge de la même et de la nutrition en potassium. *Rev. Nematol.* 3 (2) : 161 _ 166.
- HAMDI PACHA. Y, BENAYACHE.F, BENAYACH.S 1999**- Caractéristiques moléculaires et effets anti-bactériens de *centaurea pullata* et *Inula viscosa*.pp : 32-78
- HAP S-R.P SINGH ET S.K. SAXENA., 1985**- Control of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* ou tomato with soft fly coal ash. *International nematology Network New letter.* 2(3) pp : 4-6.
- HARZAIIAH-SKHIR F.,CHÉRAIF I.,BEN JANNET H.,ET HAMMAMI M., 2005** - chemical composition of essential oils from leaves-stems, flowers and roots of *Inula graveolens* from tunisia. *pakistan journal of biological sciences* n° 8 (2); pp:249-254.
- HUANG S.P., 1986**- Penetration, development, reproduction and sex ration of *Meloidogyne javanica* in three carrot cultivars. *Journal of nematology*, 18(3), pp: 408-412.
- IPNI 2001**. The International Plant Name Index
- JACOB J. J., & MIDDEPIAATS W. C. T., 1988**- Fascicule de détermination des principaux nématodes phytonarasites au stéréoscope. Cours de nematologie. TSPV2. DFPV/AGRHYMET/CILSS (Niamey).

- KHAN M.R. et GOSWAMI B.K., 2000** - In vitro evaluation of indian isolates of *Paecilomyces lilacinus* against *Meloidogyne incognita* eggs. *Journ. Nematol.* Vol.30, n°1, pp:96 -97.
- KIRKEGAARD J.A., GARDNER P.A., DESMARCHELIER J.M. ET ANGUS J.F., 1993** - Biofumigation—using Brassica species to control pests and diseases in horticulture and agriculture. In: N. Wratten and R.J. Mailer, Editors, Proceedings 9th Australian Research Assembly on *Brassicac*s Agricultural Research Institute, Wagga Wagga, New South Wales, pp. 77–82.
- KONG J.O., LEE S.M., MOON Y.S., LEE S.G., AHN Y.J., 2007**- Nematicidal activity of Cassia and Cinnamon oil compounds and related compounds toward *Bursaphelenchus xylophilus* (Nematoda : Parasitaphelenchidae). *J. Nematol.* 39,31-36.
- LASTRA, C., LOPEZ, A., MOTIVA, V. 1993**- Gastroprotection and prostaglandin E2 generation in rats by flavenoids of *Dittrichie viscosa*. *Planta Medica* n° 59.pp : 497-501.
- LAURO, L., ROLIH, C., 1990** - Observation an research on an extract of *Inula viscosa*. *Bollettino Societa Italiana Biological Sperimentable* n°66.pp: 829-834.
- Le Floc'h E. 1989.** Biologie et écologie des principaux taxons dans “ Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisienne: I. Eléments de botanique et de phyto-écologie”. 193 p
- LEE S.C.,AHN Y.J.,PARK J.D., KIM .J.C., CHO K.Y., LEE H.N., 2001**-Fungicidal activity of 46 plant extracts against rice sheath blight, tomato late blight, cucumber gray mold, barely powdery mildew and wheat leaf rust. *Korean J. Pesticide Sci.*5,18-25.
- LUC M., MAGGENTIA. & FORTUNERR., 1988.** A reappraisal of *Tylenchina*
- MALIK M.S., N.K. SANGWAN, K.S. DHINDSA, K.K. VERMAN AND D.S. BHATTI, 1987** - Nematicidal efficacy of some monoterpenes and related derivatives. *Pesticides* 21,pp 30–32.
- MAMOCI E., CAVOSKI I., SIMEONE V., MONDELLI D., AL-BITAR L. ET CABONI P., 2011**- Chemical Composition and *In Vitro* Activity of Plant Extracts from *Ferula communis* and *Dittrichia viscosa* against Postharvest Fungi. *Molecules*, n° 16, pp: 2609-2625
- MANCHO J.E ET HUNT D.J ., 1989**- Root –knot Nematodes (*Meloidogyne species*) 4th Intern.Train cours on identify of plant Nematodes Ed C.A.B Intern ,14P
- MANEZ.S., RECIO.M., GIL.I.(1999)** Aglycosyl analogue of diacyl glycerol and other anti-inflammatory constituents. *Jou Mat – Prod.* N° 4. pp: 601
- MATEILLE. T, 1996**-Initiation a la nematologie : application aux cultures maraichères. Département de formation en protection des végétaux, Niamey BP 12625- Niger.52p
- MATTHIESSEN J.N. ET KIRKEGAARD J.A., 2006** - Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soil borne pest and disease management, *Crit. Rev. Plant Sci.* 25 pp. 235–265.

MISSONNIER J ., 1985 –La lutte intégrée contre les nématodes, avenir d'utilisation des variétés résistantes. Acad. Agri. , France, pp .793-803.

MOKABLI A., 1988- Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des *Meloidogyne* sous abris serres en Algérie. Thèse Mag. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach, 69p.

NABLI M A, 1989. Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, tome I. Ed. MAB (Faculté des sciences de Tunis) ; 186-188 p.

NATARAJAN N. , A. CORK, N. BOOMATHI, R. PANDI, S. VELAVAN AND G. DHAKSHNAMOORTHY, 2006-Cold aqueous extracts of African marigold, *Tagetes erecta* for control tomato root knot nematode, *Meloidogyne incognita*, *Crop*

NEBIH HADJ-SADOK D., AOUNI N., 2006 – effet des protéines (cytoplasmique et pariétale) des *Tagetes minuta* sur les larves infestantes (I2) de *Meloidogyne* spp. dans les conditions de laboratoire. 6^{ème} j

NEBIH HADJ-SADOK D., 2000- Etude de la biologie des *Meloidogyne* spp (*Nematoda, Meloidogynidae*) dans quelques régions du littoral Algérien. Thèse, Mag. Biol.animal, U.S.T.H.B., Alger, 176p.

NEBIH HADJ-SADOK D., BELKAHLA H. ET BELKACEM F., 2008 - Effet du filtrat de culture de *Fusarium solani* sur la mortalité des oeufs de *M.incognita* et *M.arenaria*. Séminaire National sur les interactions faune-flore et impact des changements globaux dans les espaces naturels et anthropisés, 2 -3 Décembre 2008 Jour. Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, El Harrach, 20-21 juin.

NETSCHER, C. (1970). Nématodes associés aux cultures maraîchères en Mauritanie. *Agronomie Tropicale, Nogent* 29, 697-701.

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).

ORTON –WILLIAMS K.J., 1972- *Meloidogyne halpa* C.T.H. Descrip of plant parasit ,Nematodes .Ser 2, n°18,4p

ORTON –WILLIAMS K.J., 1974- *Meloidogyne halpa* C.T.H. Descrip of plant parasit ,Nematodes .Ser 3, n°3,4p.

OURCIVAL J M, 1992-Réponse de deux chamaephytes de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations. Thèse Doc. USTL, Montpellier, 167 p.

PAPADOUPOULOU J.ET TRIANTAPHILLOU A.C., 1982- sex differentiation in *Meloidogyne incognita* and anatomical evidence of sex reversal *Journ.of Nematology* .Vol14(4) pp:594-566.

PARK I.K, PARK J.Y, KIM K.H, CHOI K.S, CHOI I.H, KIM C.S AND SHIN, S.C (2005) -Nematicidal activity of plant essential oils and components from garlic (*Allium sativum*) and (*Cinnamomum verum*) oils against the pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*), *Nematology* 7 pp.767–774. Full Text via Cross Ref View Record in Scopus Cited By in Scopus (21).

PHILOGENE, B.J-R, FABRES, G, REGNAULT-ROGER, C.2005-Protection des cultures, environnement et développement durable : Enjeux pour le XXI^e siècle. In Regnault-Roger, C, Fabres g. Philogène, B J.R. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp: 1-4.

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.

POTTIER G, 1981- Artemisia herba-alba. Flore de la Tunisie: angiospermes–dicotylédones– gamopétales, 1012 p.

Prot J .C ., 1984- A naturally occurring resistance breaking biotype of *Meloidogyne arenaria* on tomato . Reproduction and pathogenicity on tomato cultivars Roma and Rossol . Rev.Nematol., Vol.7 ,n°71 ,pp.23-28.

QUEZEL, P. & SANTA, S., 1962-1963- Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques Merid- ionales. CNRS, Paris, 2 vol. 1170 p.

REGNAULT-ROGER C. PHILOGENE B.J.R., FABRES G., 2005- Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec and Doc, Paris. P : 1013.

REGNAULT-ROGER, 2005- molécules allelochimiques et extraits végétaux dans la protection des plantes : nature, rôle et bilan de leur utilisation au XX^e siècle. In Regnault-Roger, C, Fabres G. Philogène, B J.R. Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Lavoisier Tec & Doc, Paris, pp : 625-650.

Rev. Nematol.,11(2) : 159-176.

Rohini H.M., Ekanayake H.M.R.K. et Divito M.,1985- Effect of different temperature on egg hatch of *Meloidogyne artellia* .Nematology ,Médit.13,pp:177-183.

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

SARAH J.C., 1981- utilisation d'une jachère travaillée pour luttés contre les nematodes parasites de l'ananas.Revu.Fruit, Blida. INRA, Paris .42(6), pp: 357-359.

SARDANELLI K., SIGRST C.B.,GRANDIEN K.,JUNGBLUT B.,EIZINGER A., 1999 –Nématologie,Tome11,départ.De formation en en protection des végètaux, CENTRE AGRHYMET,Niger,54 p

SASSER J.N., 1989- plant parasitic nematodes : the former 's hidden enemy .coop. public of the Dep.of plant path ., N.C.State Univ and the Intern;coop.prot.cons.,115p.

SASSER, J.N., HARTMEN, K.M. AND FRECKMAN, D.W., 1989 Summary of Preliminary Crop Germplasm Evaluation for Resistance to Root-knot Nematodes, pp:1-88. Raleigh, NC: North Carolina State. University and US Agency for International Development.

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

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

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

SAWADOGO A., 1990- Contribution à l'étude de la nématofaune et de microflore antagoniste dans les cultures maraichères du Burkina Faso. Thèse, Université Montpellier 2, 123p.

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

SAYER R.M ., & STARR M. P., 1985 – Penetrans (es Thome , 1940), amyelia and endospore bacterium parasitic in plant –pasmstic nematodes ; *Rev. Némat.*, Vol. 52,pp.149-165.

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

SELLAMI S., LOUNICI M., EDDOUD., ET BENSEGHIR H., 1999-Distribution et plantes hôtes associées aux *Meloidogyne* sous abri plastique en Algérie. *Nematol. Medit.* 27, pp: 295-301.

SELLAMI S.M. et MOUFFARRAH A., 1994- 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, Universiteit Gent 59, pp : 813-816.

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.

SIMÕES, F., NASCIMENTO, J.,1990 - Constituents of *Dittrichia viscosa* subsp. *viscosa*. *Fitoterapia*,n° 61.pp: 553–554.

Singh R.S. et Sitaramaiah K., 1966- Incidence of root knot of okra and tomatoes in oil caked amended soils.Pt.Dis.Reptr 50,668-672.

SMAHA D., 1991- Essai de mise au point d'une méthode de lutte intégrée contre les *Meloidogyne* (*Nematoda*, *Meloidogynidae*) sous serres dans l'Algérois. Thèse Ing. Agro. INA, Alger, pp: 65.

SOEJARTO, D., FARNSWORTH, N.R., 1989- Tropical rainforsts: potential sources of new drugs. *Perspectives in Biology and Medicine* 32, pp: 244-258.

STIRLING, G.R., 1991-Biological Control of plant parasitic Nematodes. *Progress, Problems and Prospects*. CAB International, Wallingford. p. 282.

SUSPLUGAS, C., BALANSARD, G., JULIEN, J., 1980- Evidence of anthelmintic action of aerial part from *Inila viscosa* Ait. *Herba Hung*, n°19, pp:19-33.

- TAILLADE.C.SUSPLUGAS.P.-BALANSARD.G.1980**-Les Flavonoïde d'*Inula viscosa* Ait. Plantes médicinales et phytothérapie. Tome n°14.pp :26-28.
- TAYLOR L., 1968**- Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites. Manuel FAO, Rome, 135P.
- TRANTAPHYLLOU A.C., 1979**- Cytogenetic of root-knot nematode. In 'root-knot nematodes (*Meloidogyne* species): systematic biology and control". Ed. LAMBERTI Fand TAYLOR C.E. Acad.press, London-New York, 136p.
- TYLER J., 1938**- Proceedings of the root-knot conferences held at Atlanta. Plant Disease Reporter Supplement 109:133-151.
- Van Standen. 1983**- L'effet du concentré d'algue sur la croissance des plantes de tomate dans le sol nématode-nématode-infested. 20:137 d'horticulture de Scientia - 146.
- WHITEHEAD A.G., 1968**- Taxonomy of *Meloidogyne* (*Nematodae :Heteroderidae*) with description of four new species. Trans. Zool. Soc. London,31, pp.263-401
- WMO, 1965**- Scientific assessment of ozone depletion: World Metrological Organization global ozone research and monitoring project. Report No. 37, WMO, Geneva, Switzerland.
- YANIV, Z., DAFNI, A., FRIEDMAN, J., PALEVITCH, D., 1987** - Plants used for treatment of diabetes in Israel. Journal of Ethnopharmacology n°19. pp:145-151.
- 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, 95p.

Annexes

Tableau 1. Effet des différents traitements sur le taux moyen de la mortalité des larves (L₂) de *Meloidogyne spp.*

Les traitements	Temps d'exposition (heures)	Taux moyen de mortalité des différentes concentrations (%)		
		P	P/2	P/4
Extrait aqueux (mélange des trois plantes)	24	48.51	9.99	3.42
	48	79.44	35.27	17.01
	72	98.33	52.22	23.77
Extrait aqueux (mélange partie sous terrain)	24	72.93	46.22	34.12
	48	88.45	72.67	52.38
	72	100	85.44	76.48
Témoin pH1 =4.50	24	13	13	13
	48	13	13	13
	72	13	13	13
Témoin pH2=4.93	24	15	15	15
	48	15	15	15
	72	15	15	15
Oxamyl	24	100	77.5	47.72
	48	100	90.69	82.5
	72	100	90.69	82.5
Témoin neutre	24	00	00	00
	48	00	00	00
	72	00	00	00

Tableau 2. Effet des différents traitements sur le taux moyen de la revitalisation.

Traitements	Répétition	Pourcentage de revitalisation sur différentes concentrations		
		P	P/2	P/4
Extrait aqueux (mélange des trois plantes)	R1	10	15	37.5
	R2	5	21.05	20
	R3	10.52	10	16.66
	Moyenne	8.50	15.35	24.75
Extrait aqueux (mélange partie sous terrain)	R1	77.78	90.91	92.31
	R2	80	81.8	91.67
	R3	85.71	80	92.3
	Moyenne	81.16	84.24	92.09
Oxamyl	R1	30	44	56
	R2	23	40	66
	R3	26.5	36	71.5
	Moyenne	26.5	40	64.5

Table des matières

Résumé	
Summary	
ملخص	
Remerciements	
Dédicaces	
Sommaire	
Liste des symboles et abréviations	
Liste des illustrations et graphiques	
Liste Des Tableaux	
Introduction.....	1
Partie bibliographique	
Chapitre I : synthèse bibliographique sur les <i>Meloïdogyne spp.</i>	3
I.1.Généralités.....	3
I.2. systématique des <i>Meloïdogyne spp.</i>	3
I.3.Biologie.....	4
I. 4.Morphologie.....	6
I.5.Influence de quelques facteurs écologiques sur les <i>Meloïdogyne</i>	7
I.6.Importance économique des nématodes à galles (<i>Meloïdogyne</i>)	8
Chapitre II : Données bibliographiques sur la moutarde des champs <i>Sinapis arvensis</i> , <i>L'Inule visqueuse</i> , <i>Inula viscosa</i> (L). Ait, et L'Armoise <i>Artemisia herba-alba</i>).	
II.1. la moutarde des champs <i>Sinapis arvensis</i>	10
II.1.1. Taxonomie	10
II.1.2. Description.....	10
II.1.3. Importance économique	12
II.1.4. Métabolites secondaires des <i>Brassicaceae</i>	12
II.2. <i>Inula viscosa</i> (L). Ai.	13
II.2.1. Description de la plante.....	13
II.2.2. Classification	14
II.2.3. Composition chimique de l'inule visqueuse	14
II.2.4. Aspects pharmacologiques	15
II.3. L'armoises « <i>Artemisia herba-alba</i> ».	16
II.3.1.Introduction.....	16
1. L'armoise blanche « <i>Artemisia herba alba</i> »	16
2. L'armoise commune, « <i>Artemisia comunis</i> »	16

3. L'armoise rouge « <i>Artemisia campestris</i> »	16
4. L'absinthe « <i>Artemisia absinthium</i> »	16
II.3.2. Historique et origine de « <i>Artemisia herba-alba</i>»	16
II.3.3. Classification	17
II.3.4. Caractéristiques botanique et écologique	17

Chapitre III : lutttes contre les nématodes à galles

III.1.Lutte Préventive	19
III.1.1.Méthodes prophylactiques	19
III.1.2. Désinfection par la vapeur	19
III.1.3. la solarisation	19
III.1.2.Méthodes culturales	20
III.1.3. Les plantes résistantes	20
III.2. Lutte Curative	21
III. 2.1. Lutte Chimique	21
III.2.1. Lutte biologique	22
III.2.1.3. Les plantes nématicides	22
III.2.1.2.Utilisation de bactéries parasites	23
III.2.1.1. L'utilisation des champignons	23

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériels et méthodes

Introduction	26
I.1. Objectifs	26
I.2. Evaluation de la toxicité des traitements des plantes « <i>I. viscosa</i>», « <i>A.herba alba</i> » et « <i>S. arvensis</i> » sur les larves (L2) de <i>Meloidogyne spp in vitro</i>	27
I.2.1. Méthodologies utilisées	27
I.2.1.1. Préparation des extraits aqueux	27
I.2.1.2. Préparation de la gamme des solutions	28
I.2.1.3. Obtention et préparation des larves (l2) de <i>Meloidogyne</i>	28
I.2.1.4. Les essais in vitro des différents traitements sur les larves (L2)	29
I.3. Analyse statistique des données	30

Chapitre II : Résultats et interprétations

I. Efficacité des extraits des deux mélanges des trois plantes «<i>Sinapis arvensis</i>», «<i>Inula viscosa</i> » et «<i>Artemisia herba-alba</i>» sur les nématodes à galles (<i>Meloidogyne</i>).....	31
I.1. Evaluation de la toxicité du mélange des tous les organes des trois plantes.....	31
I.1. Evaluation de la toxicité du mélange des extraits des racines.....	33
II.2. Évaluation de l'effet irréversible des traitements.....	35
Discussion générale.....	37
Conclusion générale.....	40
Références bibliographiques	
Annexes	
Table des matières	