

***Analyse des semences de fève (*Vicia faba*)  
infestées par *Ditylenchus dipsaci*  
(Nématoda : Anguinidae) et recherche  
d'une méthode de lutte contre ce  
nématode.***

**Par : BOUMARAF SAADI Ines**

Directeur de thèse : M<sup>me</sup> SELLAMI, S. Maître de conférences  
02/07/2008

Jury : Président : Mr ABDELKRIM, H. Professeur Examineurs : Mr BELLAL, M. M. Professeur  
Mme KHALFI, O. Maître de conférences Mme BELAHMAR- LOUNICI, M. chargée de cours



# Table des matières

Remerciements . .	1
..	3
ص خ لم . .	5
Résumé : .	7
Summary .	9
Introduction . .	11
PREMIERE PARTIE :DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES . .	15
Chapitre I : Généralités sur le nématode des tiges et des bulbes : <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Khün, 1857) filipjev, 1936 .	15
1. Position Systématique .	16
2. Description et Caractères morphologiques de <i>Ditylenchus dipsaci</i> .	16
3. Les Races chez <i>Ditylenchus dipsaci</i> . .	17
4. Cycle de développement . .	17
5. Symptômes et Dégâts . .	18
6. Moyens de lutte contre <i>Ditylenchus dipsaci</i> . .	19
1. Effet de la solarisation du sol sur les agents pathogènes du sol . .	23
DEUXIEME PARTIE:EXPERIMENTATION . .	29
Chapitre II : Évaluation de l'état sanitaire des semences de fève du à <i>Ditylenchus dipsaci</i> .	29
I.Etat sanitaire des semences de fève . .	30
II. Effet de la contamination des semences sur la valeur nutritionnelle des semences de fève infestées par <i>D. dipsaci</i> . .	30
III. Résultats et Discussion . .	33
Chapitre III : Contribution à l'étude de l'efficacité de la solarisation du sol contre .	36
I. Présentation de la région d'étude . .	36
II . Matériel et méthodes .	37
III. Résultats .	43
IV. Discussion .	51

<b>Chapitre IV : Evaluation de L'Activité Nématocide de Quelques Plantes Contre Ditylenchus dipsaci .</b>	<b>53</b>
<b>I . Matériel s et Méthodes : .</b>	<b>54</b>
<b>II. Résultats Effet des différents extraits aqueux sur la mortalité de Ditylenchus dipsaci: .</b>	<b>58</b>
<b>III. Discussion . .</b>	<b>68</b>
<b>Conclusion .</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE . .</b>	<b>75</b>
<b>ANNEXES .</b>	<b>85</b>
ANNEXE 1 .	85
Calendrier culturel de la campagne agricole . .	85
ANNEXE 2 .	86
Aspect phytosanitaire de la culture . .	86

## Remerciements

Je remercie très vivement Madame SELLAMI qui a accepté la direction de cette thèse et permis de réaliser ce travail dans de bonnes conditions. Tout au long de ce travail, elle ma prodigué de conseils et d'encouragements, plus encore, elle n'a jamais cessé de m'accorder sa confiance et son amitié. Je lui témoigne ici toute mon admiration pour sa compréhension et sa modestie.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur le professeur SELLAMI Mehdi, du département de Zoologie à l'Institut National Agronomique pour m'avoir donné l'occasion de poursuivre une formation post-graduée en Ecologie des Communauté Biologiques, de m'avoir encouragé et soutenu durement toutes ces années.

Ma reconnaissance va également à monsieur le professeur ABDELKRIM, H à l'Institut National d'Agronomie d'El Harrach pour l'honneur qu'il me fait d'accepter la présidence du jury de cette thèse. Qu'il me soit permis de lui exprimer ma plus haute considération.

J'adresse mes vifs remerciements à monsieur le professeur BELLAL, M A à l'Institut National d'Agronomie d'El Harrach, à Madame KHALFI, O Maître de conférences l'Institut National d'Agronomie et à madame BELAHMAR, M Chargé de cours à l'université de Bab El Zouar (USTHB) pour avoir accepté de juger ce travail et qu'ils trouve ici, le témoignage de mon profond respect.

Je ne saurais oublier aussi de témoigner toute ma reconnaissance et ma gratitude pour Monsieur GENDAZ Directeur Générale de L'INPV d'Alger et pour les personnes qui ont contribué à ma formation lors de mon passage au département de Zoologie en l'occurrence : Le professeur Abdelkrim H. (Ecologie des peuplement des communauté), le professeur Sellami, (Conservation de la nature, démographie animale, Ecologie des peuplement), le professeur Tahar A. (Statistique appliquée Univ Annaba), le professeur Boufersaoui (Anatomie, Histologie, Physiologie des insectes – USTHB), M<sup>me</sup> Sellami, S. (Echantillonnage des peuplement nématologiques), Mr Biche (Systématique animale, Géographie animale), M<sup>me</sup> Boulferkhar (Acarologie), M<sup>me</sup> Fekhar (Anglais), Mr Chakali (Ecologie des insectes en milieu agricole et forestier), Mr Siafa (Techniques d'application des produits phytosanitaires, Impact des pesticides sur l'environnement) et Mr Ben Messoud ( Techniques d'études des avifaunes). Sans oublier Mr Beloued que Dieu ait son âme.



---

*Dédicace A la mémoire de ma grande mère Sultana A mes très chers parents A mon mari et mes enfants Ames frères et sœurs Je dédie ce travail INESSE*



## ص ٤٤

تكون هذا البحث دراسة تفريخ انبيبي البيولوجي للديدان قليلة الأعداد في شمال الجزائر. حيث قلبات الأعداد ذات أهمية بالغة في التربة، فهي تدل على عدد من أنواع الكيمياء و الكيمياء و البيولوجية و تؤثر بدورها في الوسط، فتؤثر على نمو هذه الدراسة أهمية كبيرة من حيث معرفة البيولوجية و النحل الأصيلي و البيولوجي للناشرة الحلقية للوسط. تم اكتشاف ست مناطق جغرافية من غرب إلى شرق، و هي وهران، الشلف، جبال الجرائ، العسوم، فسطاطة و عنابة. فكانت كل منطقة من وحدات مورفولوجية أو مجموعات تتركب من التمييز بين هذه المجموعات على أساس الخصائص الحيوانية. كما أن من الوحدات، فكانت دراسة الموقع الجغرافي، المورفولوجية الجيولوجية، الهيدرولوجية، المناخ و التربة من جهة، و من جهة أخرى، دراسة العوامل الحيوية. تم تحديد أنواع استنادا إلى مورفولوجية الحيوان المحفوظة في النورمول 4%، و الصفات المورفولوجية المتعددة في التصنيف في الحجم، الجلد، الشكل، أجزاء الجسم، الأعداد، الصفات الجسمية الخارجية، الفتحات، التفريخ العام، الجمار الإغراقية، الجمار المضيء و أسماء الكثرة. تسمى بينات الديدان إلى 4 فصائل هي: *Megascolecidae*, *Oligochaeta*, *Lumbricidae*، كما تم تحديد 10 أجناس و 28 نوع *Allolobophora caliginosa caliginosa*, *Allolobophora rosea gigantea*, *Allolobophora rosea*, *Allolobophora rosea var. dendrobaenoides*, *Allolobophora molieri*, *Allolobophora borellii*, *Allolobophora georgii*, *Allolobophora minuscula*, *Allolobophora moebii*, *Allolobophora cholorotica*, *Helodrilus antipai*, *Amyntas sp.*, *Amyntas californica*, *Lumbricus rubellus*, *Eisenia typhina*, *Eisenia parva*, *Eisenia foetida*, *Eisenella tetraera*, *Eisenella neapolitana*, *Microscopex phosphoreus*, *Microscopex dubius*, *Oligochaeta laevis*, *Oligochaeta complanatus*, *Oligochaeta maghrebina*, *Oligochaeta maghrebina*, *Oligochaeta triginta*, *Oligochaeta kabylensis*, *Oligochaeta lissiensis*.

بالإضافة، تم اكتشاف نوع جديد في الأجناس *Proscopex acuminatus* في منطقة الجزائر متيجة. تبين نتائج هذا العمل في التعرف على قليات الأعداد في الجزائر و توزيعها، و تساهم في تشكيل أطلس التربة في المغرب، كما تشجع هذه النتائج على مواصلة البحث في هذا المجال.



## Résumé :

Le Nématode des tiges et des bulbes : *D. dipsaci* constitue une menace assez sérieuse sur fève en Algérie particulièrement par sa transmission par semence. Dans ce sens, 150 lots de semences de fève ont été analysées à l'égard de *D. dipsaci* et les résultats ont montré que le pourcentage d'infestation varie de 10 à 27, 25% selon les régions. Les analyses biochimiques ont révélé une diminution de la teneur en protéines totales. Concernant l'effet des extraits aqueux de quelques plantes testées in vitro, les données obtenues ont montré que tous les extraits testés ont entraîné la mortalité de *D. dipsaci* et le taux de mortalité dépend de la période d'exposition, de la concentration et de la nature de l'extrait.

In vivo, l'application des extraits de *Tagetes patula* sur fève sont plus efficaces avant mais pas après plantation. Enfin, l'effet de la solarisation du sol comme moyen de lutte pendant trois périodes d'exposition a permis une diminution des effectifs de *D. dipsaci* sur fève ; cette baisse est plus importante pour 8 semaines de traitement solaire ; ce dernier a permis également une augmentation de la croissance des plants et des rendements de la fève.

**Mots clés :** Semence, fève, *Ditylenchus dipsaci*, analyse biochimique, extraits aqueux, *Tagetes patula*, concentration, période d'exposition, mortalité, solarisation du sol, croissance des plants, rendements.



## Summary

Stem and bulb nematode constitute a serious danger on faba bean in Algeria particularly by its transmission seeds. In this way, a study was carried on 150 plots of faba bean. These seeds were analysed against *D.dipsaci* . The results have shown that the rate of infestation varied to 10 at 27.25% among regions. Biochemical analysis have also shown a diminution in proteins content. About the effect of aqueous extracts of some tested plants in vitro; the data obtained cause the mortality of *D. dipsaci* and the percentage of mortality depends on exposure period, on the concentration and the nature of extracts. In vivo, the application of *Tagetes patula* extracts on faba bean were more effective before but not after plantation. Finally, the effect of soil solarization as a control against stem nematode during three exposure periods has caused a reduction of the effectifs of *D.dipsaci* on faba bean. This diminution is more important for the 8 weeks solar treatment. This last, has allowed an increase of the plant growth and the yield plants.

**Key Words** : Seeds , faba bean , *Ditylenchus dipsaci*, biochemical analysis, Aqueous extracts , *Tagetes patula* , concentration, exposure period , mortality, soil solarization, plant growth ,yield.



# Introduction

Les légumineuses alimentaires sont une importante source de protéines assez utilisée dans la nutrition humaine comme alternative aux protéines animales surtout par les ménages aux revenus limités (Anonyme, 1996). Leur utilisation dans l'alimentation animale est encore trop limitée malgré le fait bien établi qu'elles sont une source d'alimentation de grande qualité et à très bon marché.

Ces cultures ont depuis toujours été présentes dans nos systèmes agraires associées aux céréales auxquels elles apportent des quantités non négligeables d'azote fixé (Maatougui, 1996). Leur contribution à la fertilité des sols et à l'amélioration de leur structure est une réalité reconnue. Depuis la restructuration du secteur agricole et sa libéralisation, ces cultures ont connu des perturbations arbitraires dont les conséquences se caractérisent par une réduction de la superficie, une chute de la productivité et une marginalisation accentuée par le manque de soutien direct et d'encouragement à ce secteur (Feliachi, 2002).

Les rendements de ces cultures, subissent d'énormes fluctuations. A titre d'exemple, la fève de 8.1 qx/ ha en 1996 chute à 5.8 qx/ ha en 2000 (Anonyme, 2005), cette baisse de rendement est due à des contraintes abiotique et biotique. Parmi ces derniers, le nématode des tiges, *Ditylenchus dipsaci* est l'un des principaux bioagresseurs qui menace la culture de la fève et constitue l'espèce la plus nuisible sur fève dans le monde et particulièrement dans les pays du bassin méditerranéen (Di Vito et al., 1994 ; Caubel et al., 1998).

Les pertes causées par ce nématode sont considérables ainsi, Greco et al. ,

---

(1976) signalent des pertes de rendements pouvant atteindre jusqu'à 66% à 92% sur ail et oignon. Schlang (2004) in : Kuhnhold et al., (2006) rapporte des baisses de rendements de 50% sur betterave . Enfin, sur fève les pertes sont évaluées à 70% pour la race géante et sont de l'ordre de 20 % en présence de la race normale (Hooper, 1983).

En Algérie, ce nématode a été signalé pour la première fois en 1896 par Debray et Maupas. Bien qu'identifié depuis plus d'un siècle *D. dipsaci* est toujours considéré comme une menace assez sérieuse sur fève à travers toutes les zones de la culture de la fève (Di Vito et al., 1994; Sellami et Bousnina, 1996, Sellami, 1997, Sellami et al., 1998, Abbad et al., 2001). La distribution aisée de ce nématode et sa présence quasi généralisée s'explique par sa transmission par la semence. Celle-ci constitue une part importante des préjudices causés par *D. dipsaci* sur fève. Ce dernier peut agir sur la diminution de la teneur protéinique des graines récoltées (Caubel et al., 1998). De ce fait, la première partie de notre étude traitera cet aspect qui consiste à évaluer l'état sanitaire des semences de fève due à *Ditylenchus dipsaci* en Algérie et leur incidence sur la valeur nutritionnelle.

Enfin, la lutte contre ce nématode est difficile et actuellement aucune méthode n'est disponible. Ainsi, les méthodes culturales qui sont les moins coûteuses sont difficiles à appliquer citons par exemple la rotation qui est à déconseillée du fait de la polyphagie et le mode de conservation dans le sol de *D. dipsaci*. Par ailleurs, la lutte biologique faisant appel à l'utilisation des champignons nématophages et des bactéries nématoparasites nécessite des moyens de production considérable et reste à l'heure actuelle à l'état expérimental.

Les moyens les plus utilisés consistent à désinfecter les sols à l'aide des produits chimiques, ces derniers posent de sérieux problèmes par la pollution des nappes phréatique et laissent des résidus toxiques au niveau des productions et par conséquent pour les consommateurs.

La recherche des moyens de contrôle pour réduire l'usage de pesticides s'avère nécessaire. A titre d'exemple, nous citons la solarisation du sol qui présente un grand intérêt dans le monde comme méthode alternative (Katan, 2000). Celle-ci offre des potentialités prometteuses dans les climats chauds et son efficacité contre les nématodes a fait l'objet de nombreuses études et (Katan, 1987 ; Stapleton, 2000 ; Israel et al., 2005).

De même, actuellement l'utilisation de substances naturelles à partir des végétaux suscite de plus en plus d'intérêt du fait qu'ils possèdent des avantages écologiques. Ainsi, les substances allélochimiques végétales agissent non seulement contre les nématodes mais aussi contre les insectes, les maladies fongiques, bactériennes plantes parasites et mauvaises herbes (Regnault -Roger et al., 2001).

A cet effet, notre travail qui s'inscrit dans ce cadre vise la recherche d'une méthode alternative contre *D. dipsaci* a comme objectif :

- L'étude de l'effet de la solarisation du sol contre *D. dipsaci* et la détermination de la durée nécessaire du traitement solaire et comparer l'efficacité de cette technique à un traitement chimique.
- L'étude de l'évaluation des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité et le

développement du nématode de tiges sur fève.

Les résultats seront présentés après une analyse bibliographique concernant le nématode des tiges et des bulbes : *Ditylenchus dipsaci*.



# PREMIERE PARTIE :DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES

## **Chapitre I : Généralités sur le nématode des tiges et des bulbes : *Ditylenchus dipsaci*(Khün, 1857) filipjev, 1936**

Le Nématode des tiges et des bulbes : *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev, appelé également nématode des tiges ou encore nématode des parties aériennes est un endoparasite obligatoire essentiellement présent dans les tiges et les feuilles des plantes infestées.

Il est considéré en Algérie et au niveau mondial comme un facteur limitant du développement des cultures de légumineuses et particulièrement sur fève (Esquibet et *al.*, 1998 ; Sellami et *al.*, 1998 ; Esquibet et *al.*, 2003).

Les problèmes phytosanitaires causés par ce ravageur ont une incidence économique très importante à l'échelle mondiale, très polyphage il s'attaque à environ 450 plantes appartenant à différentes familles botaniques.

*Ditylenchus dipsaci* est un parasite de quarantaine, il possède une aire de distribution très large. Etant transmis par semence, ce nématode s'est disséminé actuellement dans plusieurs pays du monde. Ainsi, il a été signalé en Afrique du Nord, au Proche-Orient; en Afrique du Sud, en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, en Europe du Nord, en Australie et en Asie ( Di Vito et *al.*, 1994 ; Abbad –Andaloussi et *al.* , 1995 ; Sellami et Bousnina, 1996 ; Anonyme, 2005).

En Algérie, la présence de ce nématode a été signalée pour la première fois par Debray et Maupas en 1896, cette espèce est toujours considérée comme la plus redoutable sur fève. Ce nématode de quarantaine classé dans la liste A2 est présent dans la quasi-totalité des parcelles de fève dans toutes les zones du pays, il demeure une menace sérieuse sur cette culture (Di Vito et *al.*, 1994 ; Sellami et Bousnina, 1996 ; Sellami et *al.*, 1998 ).

## **1. Position Systématique**

---

La classe des nématodes représente un groupe d'organisme ubiquiste très diversifié, l'un des plus importants du règne animal. D'après Hooper (1972), la classification de *Ditylenchus dipsaci* est la suivante :

**Règne :** Animal

**Sous règne :** Métazoaire

**Embranchement :** Némathelminthes

**Classe** *Nematoda*

**Sous classe :** *Secernentea*

**Ordre :** *Tylenchida*

**Sous ordre :** *Tylenchina*

**Super famille :** *Tylenchoïdea*

**Famille :** *Anguinidae*

Genre : *Ditylenchus*

Espèce : *Ditylenchus dipsaci* (Khün, 1857) Filipjev, 1936

## **2. Description et Caractères morphologiques de *Ditylenchus dipsaci***

---

Le Nématode des tiges est un endoparasite migrateur dont le corps est mince, cylindrique et filiforme. Il est caractérisé par la présence d'un stylet buccal court mesurant environ 10 à 12 microns, protractile de structure durcie et creuse avec des renflement basaux , ce dernier lui permet de perforer la paroi des cellules végétales dont il se nourrit après la sécrétion d'une enzyme pectolytique qui détruit les lamelles moyennes des cellules.

L'œsophage comporte un bulbe médian ovoïde et un bulbe postérieur ; la queue est conique et pointue Les sexes sont séparés, la femelle présente un sac utérin très apparent. La vulve distincte est située à 70- 80% de la longueur totale du corps (Hooper,

1972).(Fig :1).

Le mâle a la même allure générale que la femelle et possède des spicules réduits, une bursa caudale qui s'étend sur environ  $\frac{3}{4}$  de la longueur totale du corps et un gubernaculum court et simple. Les stades juvéniles mesurent de 0,5 à 0,9 mm de long ; les œufs n'atteignent pas 0,1mm. La longueur des adultes est comprise entre 1 à 1,5 mm et 1,7 à 2,2 mm respectivement pour la race normale et la race géante et 20 microns de diamètre (Hooper, 1972).

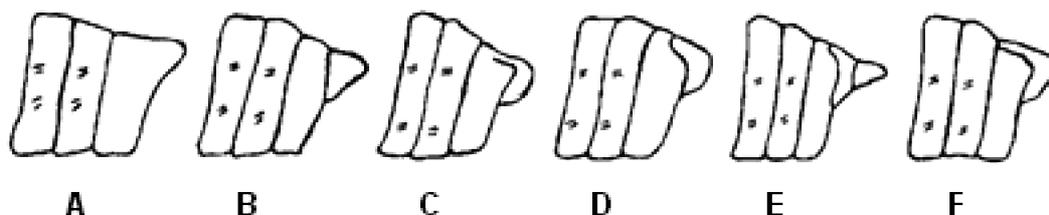


Fig 1 : Morphologie de *Ditylenchus dipsaci* D'après Montagneux et Tracol (1987)

### 3. Les Races chez *Ditylenchus dipsaci*

*D. dipsaci* est caractérisé par la présence d'une trentaine de races, en effet plusieurs auteurs ont montré l'existence des différences dans la gamme d'hôtes des populations du nématode. Ainsi, ces différences sont dénommées selon l'hôte préférentiel sur lequel elles ont été identifiées pour la première fois (race avoine, race trèfle, race jacinthe, race luzerne etc...). En réalité, cette différenciation reste approximative, car la plupart des races possèdent une gamme d'hôtes assez large alors que d'autres ont une gamme d'hôtes limitée et spécifique, c'est le cas de la fève qui est caractérisée par la présence de deux races : la race géante, qui se distingue par des caractéristiques morphologiques et biologiques, ainsi les individus de cette race sont de grande de taille et sont oligophages, et provoque des symptômes plus graves sur fève avec un taux de multiplication considérable par rapport à la race normale qui est polyphage et moins pathogène (Caubel et al., 1998). Actuellement, les techniques moléculaires comme le polymorphisme de longueur de fragments amplifiés (AFLP) s'est révélé être un outil rapide et efficace pour identifier le type géant et normal de *D. dipsaci* (Esquibet et al., 2003).

### 4. Cycle de développement

Le nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci* se développe dans les parties aériennes des plantes. Sa pénétration s'effectue par les stomates, son développement et sa multiplication vont se dérouler dans les espaces inter-parenchyme provoquant ainsi la dissolution des lamelles moyennes des cellules ce qui lui permet de se déplacer librement dans les espaces intercellulaires créés par la séparation des cellules mortes.

La fécondation chez cette espèce est obligatoire la femelle pond entre 200 et 500 œufs dans les tissus de la plante ( Montagneux et Tracol, 1987). Les œufs ainsi fécondés donnent naissance aux juvéniles qui passent par quatre stades larvaires (fig :2). La durée de vie des adultes s'étale entre 45 et 73 jours selon la plante hôte et les conditions

climatiques.

Le cycle peut être bouclé au bout de 18 à 20 jours à une température comprise entre 20°C et 24°C, et atteint plus d'un mois à une température de 15°C. Quand les conditions sont défavorables, les juvéniles entrent en quiescence. Le stade pré-adulte (J4) est bien adapté à cette vie.

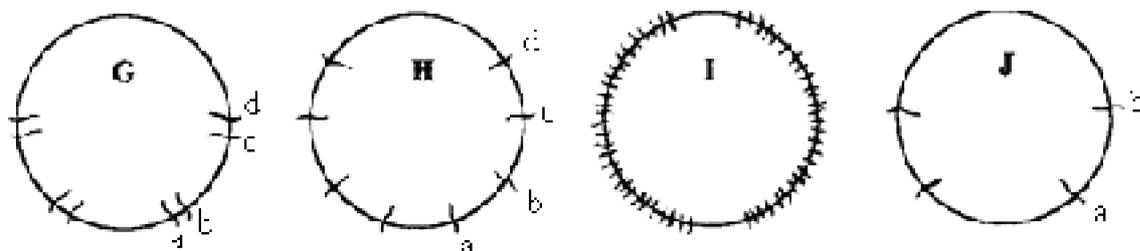


Fig 2 : Cycle biologique de *Ditylenchus dipsaci* d'après Montagneux et Tracol (1987)

Dès que les conditions sont favorables, *D. dipsaci* reprend son activité et retrouve son pouvoir infectieux (Ritter, 1972). Doué de grandes capacités d'anabiose, le nématode peut persister dans le sol à l'état de vie ralentie pendant plusieurs années (Montagneux et Tracol, 1987).

Plusieurs générations se succèdent dans l'année et les populations accroissent leurs effectifs rapidement.

Parmi les facteurs favorisant le développement de ce nématode, cas de la température, ainsi à 20°C, la durée du cycle est de 3 semaines, il peut y'avoir une succession de plusieurs générations par an.

L'humidité permet de réguler l'activité du nématode, elle agit sur l'activité des larves. L'excès d'humidité entraîne une asphyxie des nématodes, les larves sont actives et ont une bonne croissance dans un sol ayant un taux d'humidité de 40% à 60 % (Reddy, 1983).

## 5. Symptômes et Dégâts

---

Il est peu probable de faire un diagnostic exact d'une maladie vermiculaire au seul examen de l'aspect externe du végétal. Dans tous les cas, il faut confirmer par une analyse nématologique. Les symptômes au niveau du champ et des parties aériennes de la plante peuvent être ainsi décrits.

**Au champ :** la manifestation des attaques peut revêtir plusieurs formes selon l'origine de la contamination (semences, sol, végétal) et le stade végétatif de la plante. Ainsi, lorsque le sol constitue la source de contamination, on observe des zones attaquées plus ou moins localisées souvent de forme allongées atteignant plusieurs dizaines de mètres.

Si la contamination est effectuée par la semence, il se forme de petites zones circulaires très régulières qui s'agrandissent dans le temps (Caubel et Esquibet, 1995). Dans tous les cas l'extension de la maladie se fait par le matériel agricole et par les eaux de ruissellement.

**Au niveau de la plante** : les attaques vont toucher le collet, la tige, les feuilles les fleurs et les graines. Des nécroses de couleurs marron et rougeâtre qui virent au noir débutent au niveau du collet , puis s'étendent sur toute la tige , une attaque intense conduit à un gonflement des tissus qui prennent un aspect spongieux , une altération de la coloration du feuillage et des fleurs, des malformations et distorsion des plants sont observées. Les feuilles infestées ont souvent un aspect froissé, les froissements sont limités aux parties entre les nervures ; les plants présentent un raccourcissement des entre-noeuds (Caubel et Esquibet, 1995).

**Au niveau des gousses et des semences** : Celles ci sont plus sombres, plus petites de taille et peuvent avoir des petites tâches répandues sur toute leur surface. La race dite géante provoque les symptômes les plus graves sur fève et féverole (Sikora et Greco, 1990).

Enfin, des symptômes pratiquement identiques à ceux observés sur fève sont notés sur les autres plantes hôtes, ils se traduisent par des nécroses sur tiges, des déformations des plants, et des gonflements (avoine, seigle, luzerne, betterave et carotte) (Bates *et al.*, 2002 ). Le jaunissement des feuilles, l'éclatement des bulbes et mort des plants sont également relevés chez certaines espèces de liliacées (Spiegel *et al.*, 2003).

L'évaluation des dégâts occasionnés par les nématodes est difficile à établir de manière précise puisque leur effet sur les rendements dépend de leur pathogénie, des conditions du sol et du milieu, ainsi que l'espèce voire même la variété végétale considérée.

Néanmoins, plusieurs méthodes basées sur les prospections et enquêtes, traitements de sol, expérimentation des rotations culturales sont utilisées pour l'estimation de pertes dues à *Ditylenchus dipsaci* .

Ainsi, selon Hanounik et Sikora (1990) des dégâts importants causés par *D. dipsaci* sur fève en condition de plein champ apparaissent à partir d'une densité initiale de 4 nématodes par 100 grammes de sol. Sur cette même culture, Schreiber, (1978) rapporte qu'une densité de 20 à 50 nématodes par plant peut provoquer des pertes considérables.

Sur d'autres plantes hôtes comme l'oignon le seuil économique a été déterminé à partir de 10 nématodes par 400 cm<sup>3</sup> de sol (Seinhorst, 1978 in Abbad –Andaloussi et Bachikhi, 1998).

Dans des essais de plein champ, des pertes importantes ont été rapportées à partir de 10 à 20 nématodes par litre de sol respectivement pour les cultures d'oignon et de carotte.

Enfin, ces pertes peuvent être plus accentuées, car il existe aussi un rôle indirect des nématodes du fait qu'ils agissent souvent en synergie avec des champignons comme *Phoma solanicola* et des bactéries comme *Pseudomonas* spp et *Erwinia* spp.

En conclusion, s'il est difficile de chiffrer les pertes dues aux nématodes, celles-ci peuvent être particulièrement graves dans certaines conditions climatiques et culturales.

---

## 6. Moyens de lutte contre *Ditylenchus dipsaci*

---

L'objectif de la lutte contre les nématodes phytophages consiste à maintenir les populations à un niveau suffisamment bas pour qu'une culture même sensible sur le sol ne subisse pas trop de dommages.

### **6.1 Les mesures prophylactiques**

La prophylaxie comprend l'ensemble des précautions à prendre pour éliminer toute source de contamination des zones indemnes et de limiter la multiplication du nématode (Caubel, 1968).

Les mesures prophylactiques ne sont pas suffisantes à elles seules, mais sont des mesures complémentaires aux autres méthodes de lutte (De Guiran, 1983). Elles consistent à :

- utiliser des semences saines et certifiées.
- éviter de contaminer les sols sains par des apports de terre infestée de nématode provenant des machines souillées et de l'eau de ruissellement.
- arracher et éliminer les débris des cultures et les mauvaises herbes (Celetti et al., 2000).
- sensibiliser les agriculteurs et les techniciens sur les dégâts provoqués par le nématode des tiges sur fève (Abbad et al., 1996).

Enfin, au niveau réglementaire, des mesures doivent être prises pour la production et l'utilisation des semences certifiées et de tout matériel végétal indemne de nématode des tiges destinés à la plantation (Abbad et al., 1996).

### **6.2 Méthodes culturales :**

La plupart des dégâts dus aux nématodes sont la conséquence des pratiques agricoles qui leur sont favorables. Parmi ces méthodes nous citons :

**Les labours profonds** : pendant les périodes sèches permettant la diminution des populations de nématode par dessiccation.

**La jachère** : elle empêche le développement des nématodes sans entraîner leur disparition complète du sol.

**La rotation** : Elle a pour but d'introduire dans le système cultural des espèces non hôtes, cependant cette technique reste difficile à appliquer vu la polyphagie de *Ditylenchus dipsaci* de certaines races et la persistance de ce nématode dans le sol pendant plusieurs années (Baicheva et Budurova, 1994).

**Date de semis** : De nombreux travaux ont montré le rôle de la date de semis comme moyen de lutte contre ce parasite. En effet les semis tardifs (de décembre) permettent la diminution des populations de *Ditylenchus dipsaci* par rapport aux semis précoces (de novembre) (Abbad –Andaloussi et Bachikhi, 1998 ; Sellami, 1997 ; Caubel et al., 1997). Par ailleurs, ces mêmes auteurs rapportent que ce retard entraîne une diminution des rendements.

### 6.3 La lutte chimique

La lutte chimique contre *Ditylenchus dipsaci* est basée sur l'utilisation des nématicides fumigants et des substances endotherapiques . Les fumigants comptent parmi les nématicides les plus dangereux, ils saturent l'atmosphère en remplissant les pores du sol et tuent les nématodes par asphyxie. Leur emploi est difficile et sont utilisés avant la mise en place des cultures (Whitehead , 1998).

Les traitements réalisés pour protéger les cultures en place se font par contre au moyen des nématicides dites systémiques. Ces derniers agissent par ingestion et inhibent la pénétration des nématodes dans les plantes hôtes.

Les produits utilisés sont également très dangereux, ils sont représentés par les organophosphorés (Ethoprophos, Phenaniphos, Cadusaphos) et les carbamates (Aldicarbe, Carbofuran).

#### 6.3.1 Traitement des semences

L'éradication ou la diminution du nématode des tiges est possible par l'enrobage des semences. A ce titre, Whitehead (1998) rapporte q'une solution de 0,35% d'Ethoprophos pendant une heure permet de diminuer le effectifs de *D.dipsaci* dans les semences de trèfle infestées. De même l'immersion de caieux d'ail dans une solution de Vydate à raison de 3ml/kg provoque une réduction significative de *D.dipsaci* (Fe Andres et Cabrera , 2002).

#### 6.3.2 Traitement du sol

Vu le coût élevé des fumigants, leur application dans le sol reste très peu pratiquée ; ce sont essentiellement la substance endotherapiques qui sont le plus utilisées. Ainsi, des résultats satisfaisants ont été enregistrés par l'application du carbofuran à une dose de 1,2 kg / ha contre *D.dipsaci* dans les tiges avec une augmentation de 40% des rendements sur fève.

Enfin, certains nématicides sont interdits d'emploi dans certains pays (Suisse, Hollande, Allemagne) à cause des problèmes de toxicité sur l'environnement et les risques sur la santé humaine (Cayrol et Djian-Capolarino, 1992). De ce fait, il apparaît nécessaire de développer d'autres méthodes de lutte alternative.

### 6.4 La lutte génétique

L'utilisation des variétés résistantes est un moyen de lutte efficace qui permet le maintien des populations de nématodes au dessous de seuil de nuisibilité sans risque sur les autres constituants de la biocénose.

La résistance génétique est un moyen privilégié pour contrôler les nématodes ; la qualité de résistance génétique naturelle de certaines plantes a été exploitée avec profit à l'égard de ce dernier. Cependant, aucune variété n'a été jusqu'à présent sélectionnée pour sa résistance vis-à-vis de *D.dipsaci*, mais il existe des lignées résistantes, et de

nombreux travaux ont été réalisés dans ce domaine (Caubel *et al*, 1997 ; Abbad -Andaloussi et Sellami, 1998).

Toute fois, l'utilisation répétée des variétés résistantes exerce une pression de sélection sur les populations de nématodes qui peut entraîner parfois la création de populations de virulentes. Les programmes de sélection doivent donc étudier de manière approfondie la variabilité de réponse de la plante à différentes souches de nématodes (Caubel *et al*, 1997 ) .

## **6.5 La lutte physique**

Divers procédés physiques sont employés pour lutter contre le nématode des tiges parmi les plus utilisés nous avons :

### **6.5.1. La thermothérapie**

Elle consiste en un trempage de certains organes végétaux dans l'eau chaude à une température létale pour le nématode sans que le plant ne subisse de dommages. A titre d'exemple, citons les travaux de Caubel (1988) qui signale l'élimination de *D. dipsaci* sur caieux d'ail par un trempage pendant deux heures à une température de 48°C suivi d'un séchage immédiat.

L'éradication des semences de fève contaminées par *D. dipsaci* est possible à une température de 60°C pendant deux heures et à 80°C pendant 30 minutes (Hooper ,1983).

Selon, cet auteur le traitement des bulbes et des tubercules pendant 3 à 4 heures à 44-45 °C est efficace contre *D. dipsaci* sans affecter la viabilité des plants.

### **6.5.2. La Solarisation du sol :**

appelée également chauffage solaire ou couvert solaire ou paillage physique ou pasteurisation solaire ou encore désinfection solaire (Jones *et al.*, 1997) est une méthode hydrothermique qui désinfecte le sol. Elle consiste à recouvrir le sol avec un film de polyéthylène transparent de 25 à 30 µm pendant les périodes les plus chaudes. Le mode d'action de cette technique est un effet physique, chimique et biologique (Elmor *et al.*,1997 ; Katan, 2000 ; Stapleton, 2000 ).

L'efficacité de la solarisation dépend de certains facteurs :

la couleur du film doit être transparente car celui - ci est plus perméable au rayonnement solaire et permet un meilleur réchauffement du sol par rapport à un film noir.

le plastique doit être mince, ceci permet l'amélioration du chauffage du sol.

la nature du film : les températures sont plus élevées quand le sol est couvert avec le PVC (Polyvinyl chloride) par rapport au PE (Polyéthylène ordinaire), l'élévation de la température est de 55°C et 42°C sous le PVC et elle est de 48°C et 39°C sous le PE respectivement à des profondeurs de 5 et 20 cm (Garibaldi, 1987 in : Gaur et Perry, 1991 ;Katan, 1987 ; Katan,2000)

le sol doit être finement travaillé et gardé humide pendant la période de solarisation, pour accroître la sensibilité thermique des formes de conservation des pathogènes et

faciliter la conduction de la chaleur sur les couches les plus profondes du sol. La bâche plastique assure la transmission du rayonnement solaire au sol. L'eau stockée assure la transmission en profondeur par conduction (Arrufat et *al.*,1998).

la solarisation du sol doit être réalisée pendant la saison des hautes températures et d'intenses radiations solaires c'est à dire entre les mois de juin et août et sa durée doit être la plus longue possible de 4 à 8 semaines pour éliminer les agents pathogènes (Katan, 1987 ; Israel et al ., 2005).

#### **Effet physique**

Sous le film plastique, il en résulte une augmentation de la température du sol , ce qui entraîne la destruction des formes de conservation des agents pathogènes et des mauvaises herbes ; cet effet dépend principalement de l'humidité du sol ainsi une forte humidité améliore l'efficacité de la technique en augmentant la conductivité thermique du sol (Stapleton 2000 ).

#### **Effet chimique**

L'action chimique de la solarisation du sol est attribuée à la décomposition des composants organiques du sol pendant le traitement (Chen et *al.*,1991). Ainsi, l'augmentation de la concentration des éléments minéraux comme le calcium, le magnésium, le phosphore, le potassium sont enregistrés également sous l'action de la solarisation du sol. Des teneurs en ions  $\text{NH}_4^+$  et de  $\text{NO}_3$  sous l'effet du traitement solaire se traduisent par une augmentation du rendement de 26 a 177 kg/ha (Chen et *al.*,1991 ; Stapleton, 2000 ).

#### **Effet biologique**

Les bactéries en particulier les *Bacillus* spp et *Pseudomonas* spp, et certains champignons comme les *Trichoderma* peuvent résister à la solarisation du sol ; ces derniers sont considérés comme des antagonistes efficaces contre les nématodes (Stapleton, 2000).

## **1. Effet de la solarisation du sol sur les agents pathogènes du sol**

---

L'étude de l'action de la solarisation du sol sur diverses maladies et mauvaises herbes des plantes cultivées a fait l'objet de nombreux travaux.

### **1.1 Effet sur les Champignons et les bactéries**

Plusieurs travaux ont montré l'efficacité de la solarisation du sol contre les maladies fongiques : Ainsi, le traitement solaire pendant une période de 5 semaines permet une diminution de 57% de *Pytium* spp, *Sclerotium* spp et *Fusarium* spp sur tomate (Minuto et *al.*, 2005).Enfin, le traitement solaire permet une réduction de l'incidence de la maladie de 83% due à *Agrobacrérium tumefascians*.

### **1. 2 Effet sur les mauvaises herbes**

De nombreuses études ont mis en évidence l'effet de solarisation du sol contre les

adventices. Les espèces annuelles sont totalement éliminées c'est de cas de *Chenopodium spp solanum nigrum* (Solanaceae) , *Amaranthus retroflectus* (Amaranthaceae ), *Setaria viridis* (Poaceae).Cependant certaines espèces peuvent persister sous l'action solaire , c'est le cas de *Cyperus rotundus* (Cyperaceae) , *Portulaca oleraceae* (Portulacaceae) (Sellami et Lounici , 2000 ; Johnson et *al.*,2007 ).

L'effet de la solarisation du sol a été également étudié vis à vis des phanérogames parasites. A ce titre, citons les travaux de Mauromicale *etal.*, (2001) qui rapportent l'efficacité de la solarisation du sol sur la densité des graines de *Orobanche crenata* et *Cuscuta campestris* avec une réduction de 100% et une augmentation de rendements de la fève.

### **1.3. Effet sur les nématodes**

L'effet de la solarisation du sol contre les nématodes phytophages a fait l'objet de nombreux travaux et son efficacité a été signalée contre plusieurs espèces appartenant à plusieurs genres à travers le monde. La synthèse des travaux de la dernière décennie réalisée dans ce sens est consignée dans le tableau I.

Pays	Nématodes	Conditions expérimentales		Réduction des Populations ↓	Références
		Durée en semaines	Température moyenne (°C)		
Algérie	<i>Akhalanassa</i> spp.	8	26°C à 15cm		Cellani et Lomaci, 2000
		8	38,9 à 10cm	94%	Eddoul, 2000
		8	55 à 10cm	92%	Derradji, 2001
Espagne	<i>Helicotylenchus</i> <i>terrestris</i>	3		≈ 95%	Elites-Fuertes et al., 2006
Espagne	<i>Heterodera</i> <i>avenae</i>	8	48°C à 10 cm	87-94%	Coyne et al., 1998
Tunisie	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	8	48,6	↓	Sebanell et al., 1998
	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	8	43,4°C à 40cm.	75,2%	Lombardi et al., 2001
	<i>Akhalanassa</i> <i>terrestris</i>		49,50°C à 10cm	↓	Di Vito et al., 2000
Israël	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	8	-	↓	Siri et al., 1998
Kenya	<i>Akhalanassa</i> spp.	3	42°C	65 - 100%	Dezagegneh, Rao, 2000
Libye	<i>Akhalanassa</i> <i>terrestris</i>	6 à 8	> 30	68 à 88%	Edongali et Toubi, 2006
	<i>Aphelenchus</i> <i>citricola</i>			80%	Belloun et al., 2006
	<i>Monacospore</i>				
Mexico	<i>Ditylenchus dipsaci</i>	8		↓	Bouhach, 2002
Népal	<i>Akhalanassa</i> <i>terrestris</i>	4	48,7 à 5 cm	↓	Sulman et al., 2006
USA	<i>Atractodes</i> spp. <i>Aphelenchus</i> spp.	9	41°C	93,8%	Chellam., 2006
				73,2%	

Tableau 1. Effet de la solarisation du sol sur les nématodes phytophages.

## 6.7 La lutte biologique

La lutte biologique utilisée contre les nématodes est basée essentiellement sur l'utilisation des champignons nématophages. Concernant le nématode des tiges *D.dipsaci*, les travaux restent peu nombreux et limités.

A cet effet, Cayrol et Franckowsky, (1986) notent l'efficacité du champignon à spores collantes *Hirsutella rhossiliensis* contre *Ditylenchus dipsaci*.

Hay et Regnault(1995) signalent que les spores du champignon *Verticillium balanoides* diminuent les effectifs des juvéniles (L4) de *Ditylenchus dipsaci*. Récemment Khan et al., (2006) rapportent l'efficacité du champignon *Monacrosporium lysipagum* vis-à-vis des juvéniles de *Ditylenchus dipsaci*.

Enfin, la lutte biologique reste peu développée et actuellement très peu d'application industrielle sont disponibles, celles qui existent ne s'emploie qu'à des situations

agronomiques particulières.

## 6.8 Substances naturelles ou Extraits Végétaux

Les plantes sont capables de synthétiser plus de dix mille substances chimiques pour se protéger contre les maladies, les adventices et les organismes nuisibles. Ces produits peuvent être exploités pour l'élaboration des biopesticides. Ces derniers possèdent des avantages écologiques du fait qu'ils sont biodégradables et non polluants et peuvent ainsi réduire l'usage des pesticides de synthèse dans le cadre du développement durable. En effet plus de deux cent plantes appartenant à quatre vingt familles botaniques ont été étudiées pour leurs propriétés nématicides.

Ainsi, l'allélochimie peut être utilisée dans la gestion des nématodes selon plusieurs voies :

Comme cultures intercalaires ou en rotation, c'est le cas des *Tagetes* : *T. erecta* , *T. patula* , et *T. minuta* (*Asteraceae* ) ou encore les Crotalaires : *Crotalaria* spp (*Fabaceae* ) (Sellami et Cheifa , 1997 ; Reynolds et al., 2000 ; Wang et al. , 2003 )

Ces plantes peuvent être également utilisées sous forme de broyats ou d'extraits incorporés dans le sol peuvent servir d'amendements organiques nématicides, c'est le cas des graines de *Azadirachta indica* ( *Meliaceae* ) et de *Euphorbia hirta* ( *Euphorbiaceae* ) (Kumar ,1996 ; Wang et al., 2003 ).

Ces plantes nématicides réagissent en produisant des substances nématicides , ces dernières peuvent nuire aux nématodes de différentes manières : elles peuvent aussi être synthétisées en réaction à l'infestation (phytoalexines )

en inhibant la pénétration des larves dans la plante

en empêchant l'éclosion des œufs

en empoisonnant les nématodes

en bloquant leur développement et leur multiplication

Les travaux réalisés dans ce sens sont très nombreux, les extraits de *Tagetes* spp : ces derniers ont fait l'objet de plusieurs études ; ils sont très efficaces contre plusieurs espèces de *Meloidogyne* sur tomate. Les espèces telles que : *Tagetes erecta* ; *T. minuta* ; *T. patula* ; *T. microglosa* ; *T. filifolia* et *T. jalisciensis*, peuvent provoquer une mortalité des larves et une inhibition de l'éclosion de *Meloidogyne* de 45% à 60% (Sellami et Mouffareh, 1994 ; Naidu et al., 2000 ; Birender et al., 2001 ; Sellami et Zemouri, 2001 ; El Allagui et al., 2006).

Dans les conditions naturelles, l'utilisation de *Tagetes patula* pendant 105 jours réduit les populations de *Pratylenchus penetrans* de 80% sur une culture de pois (Pudasaini et al., 2006 ) .

De même pour les extraits de *Peganum harmala* (*Zygophyllaceae*), *Acacia gummifera*, *Ceratonia siliqua* , *Ononis natrix* (*Fabaceae*) qui sont très efficaces contre *Meloidogyne* sp avec un taux de mortalité des larves variant de 60% à 95% (El Allagui et al., 2006).

### 6.8.1 Contre les insectes et les acariens

L'effet des extraits végétaux a fait l'objet de nombreuses recherches contre plusieurs insectes et acariens appartenant à plusieurs ordres dans le monde et en Algérie. A ce titre d'exemple les travaux de Boudjemma (1999) qui signale l'efficacité des extraits foliaires de *Melia* (Meliaceae), de *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), sur *Phytorimea operculella* (Lepidoptera : Gelichiidae ).

De même, Benrima –Gendouze et Doumandji (2006) rapportent l'activité acridifuge des extraits foliaires de l'*Eucalyptus gomphocephala* (Myrtaceae) et de *Melia azedarac* (Meliaceae) vis à vis de *Schistocerca gregaria* ( Orthoptera : Acrididae) .

Bellatrache (2000) a mis en évidence l'efficacité des extraits foliaires des plantes comme *Lantana camara* (Verbenaceae), *Rosmarinus officinalis* ( Lamiaceae ) et *Ruta chapelensis* ( Rutaceae) contre *Tetranychus cinnabarinus* (Acari :Tetranychidae )

### 6.8.2 Contre les maladies fongiques, bactérienne et virales

Des essais réalisés pour évaluer l'effet des extraits de *Eucalyptus camaldulensis* (Myrtaceae), *Myrtus cimmunis* (Myrtaceae ) et *Punica granatum* (Punicaceae ) ont mis en évidence l'effet antibactérien vis à vis de *Agrobacterium tumefaciens* ; ils réduisent l'infection de 95% (Ibraheem Al Baharen , 2006 ).

L'inhibition complète de la multiplication du virus de la pomme de terre (PVY) a été également rapportée après l'application des extraits de *Thuya* (Cupressaceae) et *Punica granatum* (Punicaceae ) ( Muslah et Al-jebori , 2006).

Enfin , contre les champignons pathogènes ,ce sont principalement les extraits de l'ail qui sont les plus efficaces contre plusieurs champignons pathogènes à savoir : *Alternaria brassicola* , *Botrytis cinerea* , *Phytophthora infestans* , *Magnoportha grisea* , *Sphaerotheca fuliginea* ( Curtis et al .,2004 :In Rebouh, 2006 ; Mahdy et al ., 2006).

### 6.8.3 Contre les plantes parasites et les adventices

L'effet des extraits végétaux sur les plantes parasites et les adventices se traduit par la réduction ou l'inhibition de la germination des graines et inhibition de la croissance.

Ainsi, parmi 31extraits végétaux testés appartenant à différentes familles botaniques deux d'entre eux notamment les extraits de l'ail (*Allium sativum*) et de la lavande (*Lavandula stoechas*) ont montré respectivement une réduction de 91 à 100% de la germination des grains de *Cuscuta campestris* et *Orobancha crenata* (Taoutaua ,2005 ; Rebouh , 2006).

L'utilisation de *Tagete minuta* réduit considérablement la germination et la croissance de deux mauvaises herbes du riz : *Echinochloa crus galli* (Poaceae) et *Cyperus rotundus* (Cyperaceae) (Batish et al., 2007:In Rebouh, 2006 ).

Ces données montrent l'intérêt que suscite l'utilisation des substances naturelles comme moyen de lutte. En effet, ces dernières peuvent être préconisées comme un moyen alternatif dans la lutte contre plusieurs ennemis des cultures. De plus, elles

peuvent assurer un contrôle plus durable car elles sont biodégradables et non polluantes.

### **6.9. La Lutte intégrée**

C'est l'emploi combiné et raisonné de toutes les méthodes dont on dispose contre les différents ennemis des cultures de façon à maintenir leurs populations à un niveau assez bas pour que les dégâts occasionnés soient économiquement tolérables.

Ce système de lutte permet d'assurer une réduction plus durable et plus efficace des populations des nématodes et contribue à réduire les risques associés à l'emploi exclusif des pesticides.

Afin de lutter efficacement contre *Ditylenchus dipsaci*, il est indispensable d'intégrer les mesures prophylactiques, une bonne qualité sanitaire des semences, le respect des rotations de durée suffisante et l'emploi des variétés résistantes quand elles sont disponibles (Caubel et Esquibet, 1995). Enfin, récemment Diez Rojo et *al.*, (2006) signalent l'efficacité d la solarisation associé à un traitement chimique.

## DEUXIEME PARTIE:EXPERIMENTATION

### Chapitre II : Évaluation de l'état sanitaire des semences de fève du à *Ditylenchus dipsaci*

Nous tenons à préciser que les semences responsables dans la transmission des maladies peuvent ne manifester aucun symptôme visible et il est souvent indispensable d'effectuer une analyse pour prouver la présence d'organismes pathogènes. Ces derniers sont de nature très variée : les champignons, les bactéries, les virus, les nématodes peuvent également être transmis par les graines. Jusqu'à présent trop peu d'importance a été accordée à ces graines qui peuvent être à l'origine de développement épidémique de maladies dans des zones de cultures jusque là indemnes. La prise en compte de ces risques impose à la filière semence d'assurer la qualité sanitaire des lots commercialisés. Ceci implique en amont de la production, la mise en place de méthodes de lutte visant à diminuer la contamination du porte –graine (pratique culturale, chimique etc ..) et en aval de la production la mise en place de l'état sanitaire des semences visant à identifier les lots contaminés.

En ce qui concerne, le nématode des tiges : *Ditylenchus dipsaci*. Il est transmis d'une manière interne, il a été décelé au niveau du micropyle et peut influencer d'une manière significative les rendements de la fève (Ait Ighil. et Caubel ,1986). C 'est en 1972,

qu'il a été signalé pour la première fois au Maroc dans des graines destinées à l'exportation vers l'Europe (Schreiber ,1978). Enfin, selon cet auteur le nématode peut avoir une action aussi bien sur la qualité que la quantité et peut entraîner une réduction du poids, la taille et la teneur en protéine.

C'est dans cette optique, que notre étude porte sur l'évaluation du taux d'infestation des semences par ce nématode dans les zones potentielles de la fève en Algérie et d'apprécier l'incidence de ce parasite sur la qualité technologique des graines de fève infestées.

## **I. Etat sanitaire des semences de fève**

---

### **1. Matériel et méthodes :**

#### **1.1. Origine des semences**

Les semences de fève utilisées lors de notre expérimentation proviennent des régions suivantes :Alger , Tizi Ouzou , Chlef , Khemis Meliana , Jijel , Guelma , Skikda , Ain-Temouchant, Sidi-bel-Abbes, Tlemcen, Biskra et émanant des agriculteurs , du marché , des stations expérimentales de : l'Institut National des Grandes cultures( ITGC ) et des Coopératives des Céréales et Légumes secs (CCLS). Au total, nous avons collecté 150 lots de semences pour analyse.

#### **1.2. Mode opératoire**

La méthode utilisée pour déceler la présence de *Ditylenchus dipsaci* est celle décrite par Schreiber (1978). Les graines sont trempées dans l'eau pendant 48 heures, elles se gonflent, les nématodes se séparent du micropyle, après ce temps ils sont récupérés après passage dans un tamis de 40µ de maille. Le nombre de lots infestés est déterminé et le nombre de nématode est compté sous loupe binoculaire. L 'analyse nématologique a été réalisée sur 50 grammes de graines pour chaque lot.

## **II. Effet de la contamination des semences sur la valeur nutritionnelle des semences de fève infestées par *D. dipsaci*.**

---

Afin d'apprécier la valeur nutritive des semences de fève infestées (V: Aguadulce et Séville) par le nématode : *Ditylenchus dipsaci* ; des analyses sur les caractéristiques physico- chimiques et biochimiques ont été effectuées.

### **2. Analyse chimique**

#### **2.1 Analyse des éléments minéraux**

##### **2.1.1 Matériels et méthode**

---

Le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium sont dosés respectivement par photométrie à flamme et spectrophotométrie d'absorption sur l'extrait obtenu par minéralisation selon la procédure générale après étalonnage de l'appareil avec la gamme d'étalon (Pauwels et *al.*, 1992). Cette méthode consiste à prendre 5 g de farine des graines de fève, ces dernières sont passées au four à moufle à 400°C pendant 12 heures. Le résidu ainsi obtenu est attaqué par l'acide chloridrique avant son analyse par spectrophotométrie.

### 2.1.1 Préparation des échantillons

L'étude a été réalisée sur 10 lots de semences de fève infestées variété locale : Aguadulce sensible à *Ditylenchus dipsaci*. Des semences de fèves saines ont été prises comme témoin. En ce qui concerne la préparation du matériel, la mouture des graines a été réalisée dans un moulin expérimental pour blé dur de type Buhler au laboratoire de technologie de l'université de Batna.

## 3. Analyse biochimique

### 3.1 Dosage des protéines

La teneur des protéines des différents échantillons a été déterminée selon la méthode de Kjeldhal : c'est la minéralisation par l'acide sulfurique en présence de catalyseur, alcanisation des produits de la réaction, distillation de l'ammoniac libéré et titrage.

La minéralisation est réalisée sur un gramme de produit en présence d'acide sulfurique concentré et d'un catalyseur, elle consiste à transformer l'azote organique en sulfate d'ammonium. Le coefficient de conversion de l'azote en protéines est de 6.25 pour les légumes secs.

#### 3.1.1 Extraction séquentielle des différentes fractions protéiques

La méthode utilisée est préconisée par Feuillet et *al.* (1977), le protocole d'extraction est schématisé sur la figure (3), dont le principe consiste à faire la séparation des fractions protéiques par des solvants appropriés.

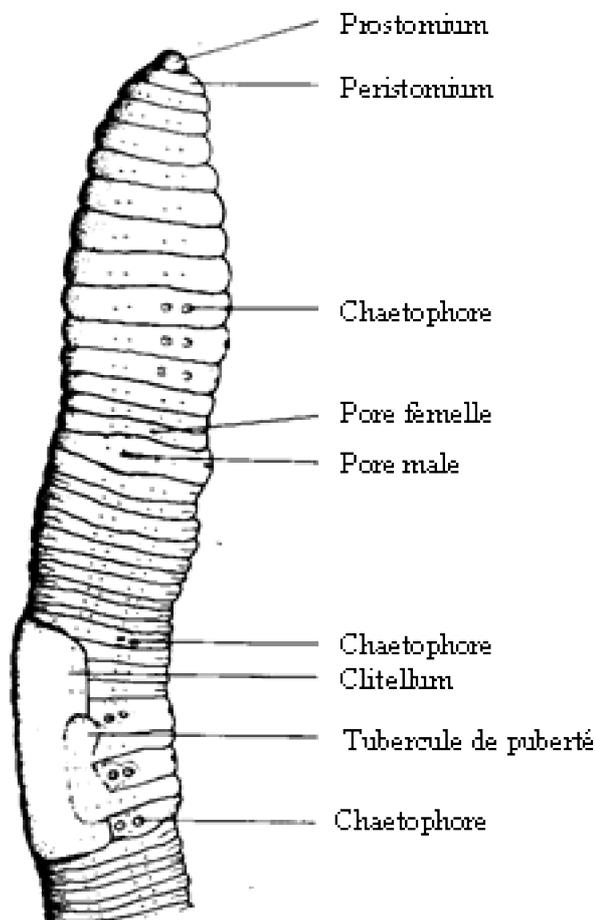
**Solubilité des Albumines et Globulines** : 1g d'échantillon est mis en suspension dans 10ml de solvant (chlorure de sodium 0,5 N amené à un p H 6,8 par un phosphate dissodique). Le mélange est agité pendant 12 heures à température ambiante, puis centrifugé pendant 30 minutes à 3000 G, le culot est lavé deux fois par 5ml de solution saline (NaCl à 0,5 N). Les surnageants sont réunis pour le dosage de l'azote.

**Solubilité des Albumines** : Le culot est mis en suspension dans 10ml de l'éthanol à 68% après 12 heures de contact suivi de 30 mn de centrifugation, les surnageants sont réunis et le culot est lavé deux fois par 5ml d'éthanol à 68% pour la détermination de leur teneur en protéine.

**Solubilité des Glutélines** : Le culot est remis en suspension dans 10ml de tampon borate (TB) à 0,25N contenant 0,5% de sodium dodécyl sulfate (SDS), après 12 heures

de contact et une centrifugation de 3600 G, le culot est repris pour une deuxième extraction et deux lavages par le surnageant sont récupérés pour le dosage de l'azote.

Protocole expérimental pour l'analyse des protéines : Farine de graines de fève



*Fig 3 : Extraction séquentielle des différentes fractions protéiques (Albumine, Globuline, Gliadine, Gluténines) d'après Feuillet et al., (1977)*

## **3.2 Dosage des acides aminés**

### **3.2.1 Matériel et méthode**

Les acides aminés sont dosés par HPLC (chromatographie liquide à haute pression) en phase liquide selon la méthode de Brunet et al., (1988).

500 mg de farine de fève sont dissous dans 100 ml de solution HCL 6N et 60 mg de chlorure stanneux sont mis dans un ballon de 500 ml à col rodé ajusté à une colonne sous reflux .L'hydrolyse dure 24 heures à 100°C .Le volume rétabli à 100 ml après un rinçage du ballon ; 25 ml de l'hydrolyse est prélevés dans un ballon muni d'un rotavapor et réduit à l'état sirupeux 6 à 7 fois par addition à chaque fois de 25 ml d'eau distillée. Par petit rinçage du ballon avec une solution d'HCL 0.1N, le volume est rétabli à 25 ml.

En ce qui concerne l'analyse sous forme de dérivés, les échantillons sont traités successivement avec un mélange constitué de 50 mg de O-phthalaldehyde (OPA) /1 ml

de méthanol 8.9 ml tampon borate (pH 10.4) et 100 µl de mecpto-éthanol (MCE) .Parallèlement des mélanges témoins d'acides aminés sont traités de la même manière.

Les acides aminés dérivatisés sont dilués dans la colonne par un mélange binaire (gradient 0-70) de solvant A qui est constitué de : eau-propionate de sodium-acétonitril (72 :20 :08 v/v) et de solvant B constitué de : eau-acétonitril-méthanol-diméthylsulfoxyde (42 :30 :25 :03 v/v) .la dilution dure 24 mn ,avec un débit de 1 ml/mn .

**Calcul de l'indice chimique des protéines :**

La détermination de l'indice chimique d'une protéine est faite sur la base d'une combinaison type de référence préconisée par la FAO (1973).

L'indice chimique d'une protéine ou d'un mélange de protéines se calcule comme suit :

$$\text{Indice chimique} = \frac{(\text{mg d' acide aminé} / \text{g protéines}) \times 100}{\text{mg d' acide aminé} / \text{g combinaison type}}$$

L'indice chimique indique le plus faible pourcentage trouvé en établissant le rapport de chaque acide aminé dans la protéine testée et dans la protéine de référence.

**III. Résultats et Discussion**

Les résultats présentés dans le tableau II montrent que le pourcentage d'infestation varie d'une région à une autre et également selon l'origine de la semence et la variété (Aguadulce, Séville, V: locales). Le taux le plus élevé est relevé dans les lots de Biskra (Sud du pays) avec 27,27% avec une moyenne de 47 nématodes par graine.

Au centre du pays, le taux d'infestation varie de 20,12 à 26, 66 % respectivement à Chlef et Tizi Ouzou, le nombre de nématodes le plus élevé a été noté dans les lots de Chlef avec un nombre moyen de nématodes de 546 (varie de 50-1253) pour la variété Aguadulce.

A l'Est du pays: le taux d'infestation des graines est respectivement de 12 ,5 , 14.28 et 16.66 % pour Guelma, Jijel et Skikda avec une moyenne de 53, 02 15,2 et 90 nématodes par graine.

A l'Ouest du pays, ce sont les lots en provenance des agriculteurs de Tlemcen (Variété Aguadulce) qui représentent le taux le plus infesté avec une moyenne de 15,38%.

**Tableau II : Evaluation de l'état sanitaire des semences de fève en Algérie du à *Ditylenchus dipsaci*(nématode des tiges).**

Zones d'étude	Nombre de lots analysés	Pourcentage moyen	Nombre de nématodes moyen par graine
---------------	-------------------------	-------------------	--------------------------------------

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

		d'infestation	
Centre du pays :			
Alger	21	19.04	12.25( 2-34)
Chlef	15	20,12	546.3(50-1253)
Khemis –Meliana	10	20, 30	37.5(22-53)
Tizi Ouzou	15	26.66	25.2 (4 –55)
Est du pays :			
Jijel	14	14.28	15 ,2( 8-22 )
Guelma	8	12.5	53,02
Skikda	12	16.66	90(48-132)
Ouest du pays :			
Ain –Temouchant	10	10,18	3
Sidi –Bel abbes	10	10,02	6
Tlemcen	13	15.38	19(6-32)
Sud :			
Biskra	22	27.27	47(30-120)
Total	150	17.50	77.65

L'ensemble des résultats montrent que sur 150 échantillons, le taux moyen de contamination est de 17, 50 % avec une moyenne de 77.65 nématodes, variant en fonction de l'origine (zone de production, marché, agriculteur, coopérative de commercialisation) et la variété. Le taux de contamination des semences relevé dans la littérature diffère d'un auteur à un autre. Ainsi, au Maroc, Schreiber (1978) note que sur 246 échantillons de fève, 79% des lots sont infestés par *D. dipsaci*.

En France, ce taux varie de 19 % sur féverole importée (Caubel, 1993). En Allemagne, il varie de 5 % à 19 % sur féverole et varie en fonction de la zone de production et de la variété (Steneir et Lamprecht ,1983) Enfin, ce nématode est présent dans 32% des lots de fève (Braasch, 1989 in :Caubel et *al.*,1997 ) ; En Syrie, Augustin (1985) signale un taux d'infestation de 53% .

Le nombre de nématodes enregistré dans nos échantillons, reste en général faible en comparaison avec celui rapporté par Green et Smith (1979) qui a dénombré jusqu'à 19000 nématodes par graine. De même, Ait Ighil et Caubel (1986) dénombrent la présence de 25000 nématodes dans une graine après récolte.

L'incidence du niveau d'infestation du sol par le nématode des tiges sur le taux de semences infestées à la récolte est très marquée, ainsi Hanounik ,1983 rapporte que pour 10 à 30 de nématodes par 100g de sol, l'incidence de la maladie atteint respectivement 7 à 13% sur les graines de fève à la récolte. Cependant en cas de forte infestation du sol 20% des graines produites sont infestées ; ce taux atteint 46% lorsque les graines semées sont fortement infestées Ait Ighil et Caubel (1986). Au Maroc, ce nématode est très commun, il a été détecté dans 79 % (Schreiber, 1978) et 71% des échantillons de graines de fève

( Abbad et *al.*, 1996 ).

En ce qui concerne l'impact du nématode sur la qualité technologique, les résultats

montrent que la variété Aguadulce présentent des teneurs identiques en lysine, en histidine ; Les deux variétés présentent un bon équilibre en leucine et isoleucine et une valeur en lysine similaire à la moyenne donnée pour les légumineuses (Williams et al., 1994 ). Par ailleurs, la composition en acides aminés des graines infestées est sensiblement similaire.

De même, l'effet de *D. dipsaci* sur les protéines totales présentés dans le tableau (III) montrent une réduction de ces protéines.

Enfin, L'incidence du nématode sur les éléments minéraux a permis de mettre en évidence des teneurs sensiblement identiques pour le phosphore, le magnésium, cependant cette déficience est significative pour le potassium. Enfin, il est à signaler que les teneurs en fer n'ont pas été décelés dans nos analyses (Tableau III).

Ces résultats s'expliquent par le fait que, étant des parasites obligatoires, les nématodes se multiplient aux dépend de l'hôte, les différents organes de la plante sont partiellement ou totalement perturbés par la présence et le développement de cet agent infectieux. En effet, *Ditylenchus dipsaci* est un endoparasite migrateur, tous les stades sont infectieux, il pénètre dans les tissus parenchymateux , les perforent et s'alimente. Au cours de ce transit, il réalise diverses activités extracellulaires et intracellulaires dans les tissus. Ces prélèvements s'accompagnent toujours d'injection de sécrétions oesophagiennes.

Ces perturbations peuvent conduire d'importantes pertes au niveau du poids et l'altération de la qualité de la teneur en protéines des grains. Ils peuvent induire également un déséquilibre de la composition minérale des grains infestés.

Les travaux réalisés sur le plan technologique pour montrer l'influence des nématodes sur la qualité des graines sont très peu nombreux et n'ont l'objet que d'études descriptives. Ainsi, Caubel et al., (1997) sans donner de précisions sur la méthodologie, signalent que les nématodes agissent sur la diminution de la teneur protéinique des graines récoltées. Des pertes en teneur de protéines de 10 % et 20 % ont été signalées respectivement sur les grains lentilles et pois chiche (Greco et al., 1988). Enfin, L'analyse de ces données indique que le nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci* contribue à la diminution de la teneur en protéines totales et en éléments minéraux essentiellement le potassium provoquant ainsi des pertes sur le plan technologique nutritionnel. Ces résultats méritent d'être poursuivis sur un grand nombre d'échantillons et avec des semences à différents degré d'infestation.

L'ensemble de ces observations témoignent d'abord la facilité avec laquelle ce nématode peut être dispersé par la semence en l'absence de tout contrôle et constitue un moyen très efficace de sa dissémination particulièrement dans les zones indemnes. De même, l'ensemble des tests technologiques mettent en évidence, que la présence du nématode peut avoir une incidence néfaste sur la qualité technologique des graines de fève.

Nous tenons à préciser qu'en Algérie, ce problème reste encore très peu connu par les agriculteurs et les techniciens. Une campagne de sensibilisation auprès de ces derniers peut contribuer à palier ce problème. Enfin, au niveau réglementaire, des mesures doivent être prises pour la production de semences indemnes vis-à-vis de ce

nématode de quarantaine et des autres maladies et insectes transmis par semence.

Tableau III : Incidence du nématode : *Ditylenchus dipsaci* sur les protéines totales, les acides aminés et les éléments minéraux des graines de fève.

Paramètres analysés	Graines saines (témoin)	Graines infestées
<b>Eléments minéraux (% MS)</b> Calcium Magnésium Potassium Phosphore Fer	0,24 0,24 2,23 0,13 - 19,2	0,22 0,23 1,82 0,13 4,15
<b>Protéines totales (100g % MS)</b>		16,56 16,12 14,60 15,1
<b>Protéines insolubles : Albumines Globulines</b>		
<b>Protéines solubles :</b>		
<b>Acides aminés : (g/16gN)</b> Arginine Cysteine Isoleucine Leucine Lysine Serine valine		

## Chapitre III : Contribution à l'étude de l'efficacité de la solarisation du sol contre

Objectif de l'essai

Cet essai a pour objectif de tester l'effet de la solarisation du sol pendant trois périodes afin de déterminer la durée nécessaire de ce traitement solaire dans la région de Biskra d'une part, et de comparer son efficacité par rapport à un traitement chimique d'autre part comme moyen de lutte contre *Ditylenchus dipsaci* sur fève (*Vicia faba* .L).

### I. Présentation de la région d'étude

#### 1.1 Situation géographique :

La Wilaya de Biskra est située au Nord-Est du Sahara septentrional et s'étant sur une superficie de 216712 km<sup>2</sup>. Ses coordonnées géographiques sont :

Altitude : 124 m

Latitude : 34° 48 Nord

Longitude : 05° 44 Est

#### 1.2. Le climat

Biskra est caractérisée par un climat saharien à hiver doux et un été chaud faisant partie de la zone Est du Sahara Septentrional.

### 1.2.1- les températures

Les températures moyennes annuelles sur les dix dernières années sont de 22,57 °C. Le mois le plus froid est janvier avec une température moyenne de 11,58°C et le mois le plus chaud, est juillet avec une moyenne de 34,52 °C (Anonyme, 2006).

### 1.2.2- les précipitations

Dans la région de Biskra, les précipitations sont faibles et irrégulières, la pluviométrie moyenne annuelle atteint 108, 7 mm. Il y a une grande variabilité qui se traduit par une pluviométrie importante en automne, celle –ci est plus faible en hiver et au printemps devient plus rare pendant l'été (Anonyme, 2006).

### 1.2.3- Les vents

A Biskra, ce sont les vents nord –ouest qui prédominent en période hivernale, en revanche ce sont les siroccos qui sont le plus fréquents en saison estivale.

### 1.2.4 Le sol

D'une manière générale, cette région se caractérise par des sols très hétérogènes .La zone nord de M'chouneche , les sols sont de nature limono- argileux , ceux du périmètre d'El Outaya sont argilo –limoneux. Cependant, la zone des Zibans est caractérisée par les sols calcaires, limono-sableux.

## II . Matériel et méthodes

---

### 2.1 Présentation du site d'étude

Le site d'expérimentation de notre essai est situé au sein de la station régionale de la protection des végétaux de Biskra (SRPV). Celle ci est située à six km au Nord - Est de la ville et couvre une superficie de 4 hectares dont 3 hectares sont destinés à l'expérimentation.

### 2.2 Caractéristique de la parcelle expérimentale

L'essai a été réalisé dans une parcelle située au niveau de l'exploitation de l ' SRPV de Biskra. La superficie de cette parcelle est de 288 m<sup>2</sup> avec une longueur de 32 m et de 9m de large. Cette parcelle est caractérisé par un sol ayant une texture argilo-limoneuse avec un pH basique (Tableau IV). Le choix de cette parcelle est due à son infestation par le nématode : des tiges et des bulbes :*Ditylenchus dipsaci*.

Tableau IV : Caractéristiques de la parcelle expérimentale

---

Paramètres	Caractéristiques de la parcelle
<b>Caractéristiques du sol</b>	Argileux
Texture Argile % Limon	limoneuse 26.8 25.3 23.4 16.2 7.4 8.1 3.25 29.5
fin% Limon grossier % Sable	Fève Aguadulce 684
fin % Sable grossier % PH CE	nématodes g /ms dans les tiges et le
1 / .5 ds/m CEC	nombre de nématodes dans le sol est
Cmol/Kg <b>Précédent cultural :</b>	indiqué dans le tableau (11)
Espèce Variété <b>Densité de nématodes :</b>	

### 2.3 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est celui des blocs aléatoires complets avec quatre répétitions pour chaque traitement comme le montre la figure (4).

Caractéristiques du bloc

Chaque bloc comporte 6 parcelles élémentaires

- parcelle élémentaire témoin
- parcelle élémentaire solarisée pendant 04 semaines
- parcelle solarisée pendant 06 semaines
- parcelle solarisée pendant 08 semaines
- parcelle avec traitement chimique Ethoprophos (Mocap )
- parcelle avec traitement chimique phenamiphos (Némacur)

#### Caractéristiques de la parcelle

- superficie de la parcelle : 288m<sup>2</sup>
- nombre de plant par parcelle élémentaire : 20
- nombre de rangs par parcelle élémentaire : 2
- longueur de la parcelle élémentaire : 3 m
- largeur de la parcelle élémentaire : 2 m
- distance entre parcelle élémentaire : 0,5 m ( 1m pour les bordures)
- distance entre bloc : 2 m
- distance entre les plants : 0,3 m

### 2.4 Technique de la solarisation du sol

Le traitement solaire a été réalisé durant la période estivale : du 01 Juillet au 30 août de la campagne 2003-2004. Avant la mise en place du film plastique, un labour profond et un nivelage à la bêche ont été effectués. Après irrigation, le sol a été recouvert par un film plastique en polyéthylène transparent de 0,2 mm d'épaisseur enterré à la périphérie

jusqu'à une profondeur de 30 cm afin de permettre un bon contact du film avec la surface du sol.

#### 2.4.1 Relevés de la température

Les relevés de température du sol ont été effectués quotidiennement durant la période d'étude à l'aide d'un thermomètre à sonde de 15 cm, 30 cm et 45 cm de profondeur aussi bien au niveau des parcelles solarisées que non solarisées (témoin). Les relevés de la température de l'air ont été effectués quotidiennement grâce à un thermomètre (maximal – minima) pendant le traitement.

#### 2.5 Estimation de la flore adventice

Afin de tester l'efficacité de la solarisation du sol sur les mauvaises herbes, un suivi de leur évolution a été réalisé avant et après le traitement solarisation

#### 2.6 Analyse des caractéristiques chimiques du sol

L'effet de la solarisation du sol a été également abordé sur les caractéristiques chimiques du sol. Les prélèvements des échantillons du sol a été effectué avant et après couverture du sol. Les échantillons ont été préalablement séchés pendant 48 heures. Les méthodes utilisées ci dessous sont celles, préconisées par Lambert (1975).

**Mesure du pH** : la méthode électro-métrique à l'électrode de verre est celle que nous avons utilisé pour la mesure du pH du sol à l'aide d'un pH mètre.

**Matière organique** : la méthode utilisée pour le dosage de la matière organique est celle de Wackley-black Elle consiste à oxyder le carbone moyen d'une solution de bicarbonate de potassium (Lambert, 1975).

**Dosage de l'azote minéral** : la méthode de Kjeldahl basée sur le dosage de l'azote a été réalisée pour déterminer cet élément.

**Azote ammoniacale et nitrique** : l'extraction de l'azote minérale  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$  du sol est réalisée par distillation et après un traitement avec les chlorures de calcium et coagulation des protéines par l'acide trichloracétique.

**Dosage du  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Ca}^{++}$**  : la spectrophotométrie d'absorption atomique et la spectrométrie à flamme ont été utilisées pour la mise en évidence de ces éléments .

**Dosage du manganèse** : le principe de ce dosage est basé sur une extraction à partir de la solution acéto-acétique de Barbier (Lambert , 1975).

**Dosage du zinc** : le dosage de cet élément se fait par absorption atomique grâce à l'acide chlorhydrique (HCL ) à une concentration de 0.1 N.

**Dosage du cuivre** : une solution d'acétate de  $\text{NH}_4$  a été utilisée pour le dosage de cet élément.

**Dosage du fer** : le dosage se fait par absorption atomique grâce à une solution de tétrate de sodium à 0.2 N pour déterminer cet élément.

## **2.7 Conduite de la culture**

Notre expérimentation s'est déroulée durant la campagne agricole 2003-2004 , l'ensemble des travaux réalisés sont consignés dans le tableau ( Annexe ).Le matériel végétal utilisé au cours de notre expérimentation est la Fève (*Vicia faba* ) Variété Aguadulce. Le choix de cette variété est due à sa sensibilité à *Ditylenchus dipsaci* , à sa disponibilité et le fait qu'elle soit très utilisée par les agriculteurs. Durant la conduite de la culture, les relevés de la température de l'air et du sol sont notés quotidiennement à une profondeur de 15 cm. L'aspect phytosanitaire de la parcelle a été abordée et différents traitements ont été réalisés (Annexe 2).

### **2.7.1 Application des traitements chimiques et doses utilisées**

L'application des produits chimiques utilisés a été effectuée de la manière suivante :

Après épandage du produit de façon homogène dans le sol, celui-ci est incorporé à l'aide d'une binette à une profondeur de 10 à 20 cm. Après traitement, un arrosage a été effectué afin de favoriser une bonne pénétration du produit.

Les doses appliquées au niveau de chaque parcelle élémentaire sont ceux préconisés dans l'index phytosanitaire 2007 et sont de 50 et 30 kg /ha respectivement pour le Mocap et le Némacur (TableauV). L'application de ces deux produits dépend de la date de plantation. Celle- ci réalisée en septembre a reçu deux applications pour le Mocap, la première juste après la plantation, la seconde deux mois après. En ce qui concerne le Némacur, trois applications ont été effectués espacées de 20 jours.

**Tableau V : Principales caractéristiques des deux produits nématocides utilisés**

Spécialité	Le Mocap	Le Némacur
Matière active	Ethoprophos	Phénomiphos
Origine	Américaine (Mobil chemical company)	Allemande ( Bayer)
Fabriquant	Rhône-Poulen Agrochimie	Bayer Cropscience Australie
Formule brute	C8 H19 O2PS2	C 12 H22 O3PS
Famille chimique	Organophosphorés	Organophosphorés
Solubilité	- dans l'eau : 700 mg/l à 20°C - très soluble dans les solvants organiques	- dans l'eau : 700 mg/l à 20°C - très soluble dans les solvants organiques
Concentration de la matière active	10 %	15 %
Formulation	Granulé	Granulé
Mode d'action	Par contact	Systémique
Mode d'application	Epannage et incorporation à une profondeur de 10 à 15 cm	Epannage et incorporation à une profondeur de 10 à 15 cm
Utilisation et doses d'emploi	Elle est en fonction de la date de semis ou de plantation : - 3 x 50 kg/ha pour la plantation Octobre-Novembre (extra primeur) - 2 x 50 kg/ha pour la plantation de Janvier (primeur) et celle de Septembre (arrière saison)	Elle est en fonction de la date de semis ou de plantation 3 x 30 kg / ha Août et septembre
Toxicité	- très toxique. - DL 50 pour le rat : 62 mg/ kg	-toxique -DL 50 pour le rat 15,3mg /kg

## 2.8 Analyse Nématologique

### 2.8.1 Estimation de la densité de la population de *Ditylenchus dipsaci* du sol

#### Extraction des nématodes à partir du sol :

L'échantillonnage a été effectué sur 10 plants par parcelle élémentaire, chaque échantillon comprend une dizaine de prélèvements de façon à avoir une quantité de sol de 1,5 kg.

La méthode utilisée est celle de Baermann modifié par Dalmaso (1966) Fig (5). Après homogénéisation du sol, un échantillon de 250 g est prélevé et placé dans une passoire de maille de 2 mm de diamètre, la terre entraînée à travers la passoire par un jet d'eau est recueillie dans un sceau, la suspension obtenue est remuée et après décantation (qui dure 5 à 10 mn) : le contenu du sceau est versé sur un tamis de 40 microns, celui-ci permet de retenir presque la totalité des nématodes plus les argiles.

Le refus est recueilli sous un jet d'eau dans un verre à pied, le contenu de ce dernier est ensuite versé dans l'entonnoir de Baermann sur lequel est déposé un tamis de 250

microns. Après 24 heures, les nématodes sont récupérés dans un bêcher placé sous l'entonnoir en ouvrant la pince de Mohr et on laisse écouler 10 à 20 ml d'eau, les nématodes sont observés sous loupe binoculaire.

### **2.8.2 Extraction des nématodes à partir des graines :**

La méthode a été déjà décrite dans le chapitre II.

### **2.8.3 Estimation de la densité de la population de *Ditylenchus dipsaci* dans les plants.**

L'échantillonnage a été effectué en fin de culture sur 10 plants par parcelle élémentaire choisie au hasard. Dans cet essai, nous avons utilisé la méthode d'incubation végétale (Taylor, 1968), qui consiste à découper les tiges de fève en petits morceaux de 1 cm. Après lavage, les morceaux des tiges sont placés dans des boîtes de pétri en verre contenant de l'eau. Après 24 à 48 heures, les nématodes sont libérés et recueillis dans des verres à pied après passage dans un tamis de 40  $\mu$  de maille.

### **2.8.4 Comptage**

Le comptage des nématodes se fait dans des boîtes quadrillées sous loupe binoculaire à l'aide d'un compteur sur une partie aliquote si la densité est élevée ou sur la totalité du refus.

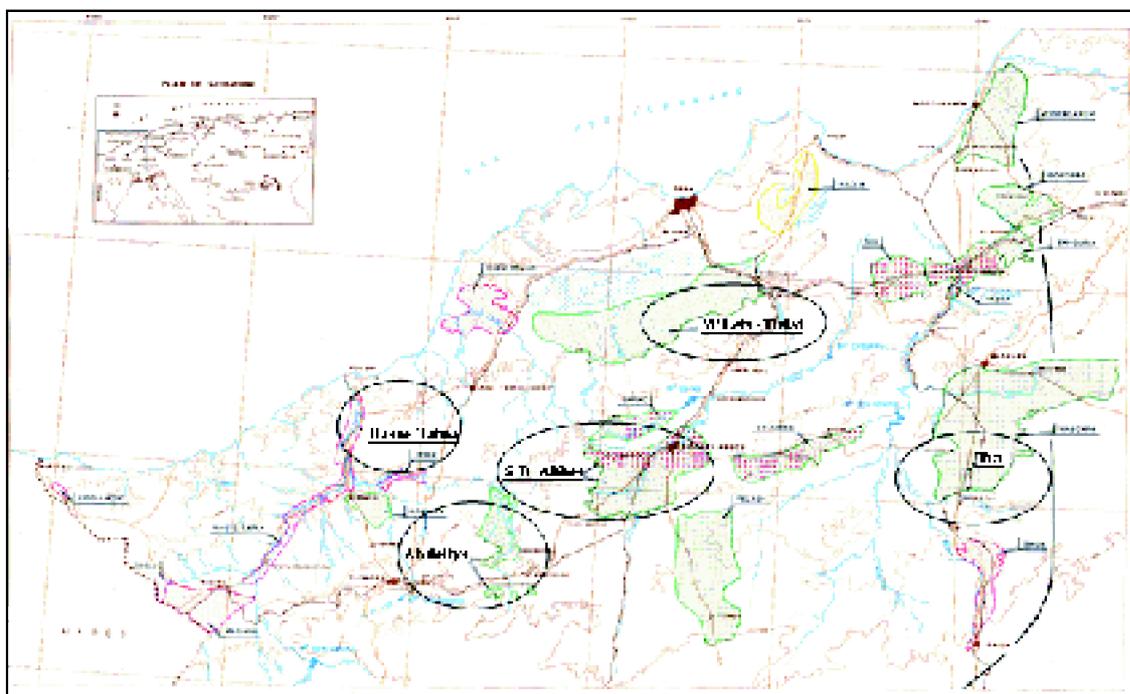


Fig 5 : Méthode d'extraction des nématodes à partir du sol (Dalmasso, 1966)

### **2.8.5 Méthode d'étude de l'interaction hôte – parasite**

Les paramètres retenus pour l'évaluation de l'efficacité des différents traitements lors

---

de notre expérimentation sont basés d'une part :

l'estimation de la population de *D. dipsaci* dans le sol avant et après solarisation du sol et en fin de culture.

l'estimation de la population de *D. dipsaci* dans les tiges en fin de culture.

l'évaluation de la maladie due à *Ditylenchus dipsaci* par une notation des symptômes pendant la floraison selon l'échelle établie par Hanounik et al., (1986).

Il s'agit d'une échelle de 1 à 9 correspondants aux symptômes suivants :

absence de symptômes	1.
nécroses au niveau du collet	2.
nécroses sur tige puis gonflement	3.
nécroses + gonflement + distorsion	4.
plant dépérit	5.

D'autre part sur des paramètres liés à la plante comme la croissance des plants de fève et les composantes du rendement.

#### **La croissance des plants de fève**

En fin de culture, nous avons procédé aux mesures de la hauteur des tiges (en cm) du collet au bourgeon terminal sur 10 plants pris au hasard au niveau de chaque parcelle élémentaire.

#### **Estimation de la production**

Dès que les plants de fève rentrent en production, le nombre de gousses par plant est dénombré, le nombre de graines par gousse ainsi que le poids des 1000 graines pour chaque traitement.

### **III. Résultats**

#### **3.1 Effet de la solarisation sur la température du sol durant la période du traitement solaire**

Les relevés de température de l'air durant la période de solarisation du sol montrent que les valeurs moyennes oscillent entre 35,5 °c et 40,9 °c. Les températures minima et maxima varient respectivement de 27,3 à 31,2°c et de 44,5 à 50°c.

Les températures du sol enregistrées durant la solarisation du sol sont représentées sur la figure (5). Leur lecture montre que la température maximale durant la quatrième semaine de traitement solaire atteint 54,2 °c , 44, 1°c et 30 °c respectivement pour les profondeurs 15,30 et 45 cm .

Les températures minimales relevées durant cette même période et pour les mêmes profondeurs, sont de 48,6°c. 46,8°c et 33,9°c.

Au niveau des parcelles témoins, la température maximale enregistrée est de 37, 3. 32 et 27, 5°c pour les profondeurs de 15,30, et 45 cm. Pour ces mêmes profondeurs, la température minimale relevée est respectivement de 31,2°c. 26 ,7 et 21,8°c.

Après 6 semaines de traitement solaire, les températures du sol maximales relevées sont de l'ordre de 58,5 °c. 46,2°c et 28°c respectivement pour les profondeurs 15 , 30, et 45cm . Les minimales enregistrées durant cette même période et pour ces mêmes profondeurs s'élèvent à 46,8°c. 33,1°c et 22,8°c.

Au niveau des parcelles témoins, la température maximale relevée durant la même période est de 37,3°c 31,2°c et 2 2,8°c respectivement des profondeurs de 15cm, 30cm et 45cm. Pour ces mêmes profondeurs, la température minimale notée est respectivement de 30, 7°c, 27,2°c et 21,8°c.

Les températures maximales du sol après huit semaines de traitements solaire sont de 52,6°c 44,8°c et 30,1°c respectivement pour les profondeurs de 15cm, 30cm et 45cm. Les températures minimales du sol sont de 49,2°c. 39,4°c et 27,8°c pour les même profondeurs ; au niveau des parcelles témoins, et pour les même profondeurs, les températures maximales du sol relevées sont de 37,6°c. 32,9°c 25,1°c et les minimales sont de 28,7°c 25,1°c et 19,7°c.

L'analyse comparative des relevés de températures au niveau des parcelles solarisées et non solarisées montre des écarts importants pour les profondeurs 15 et 30 cm et faibles à 45cm. En effet, après quatre semaines de solarisation de sol les écarts de températures enregistrées entre les parcelles solarisées et non solarisées sont de 16,9. 12,1 et 2,8°c respectivement à 15, 30 et 45 cm de profondeur.

Après un traitement solaire de 6 semaines, les écarts s'élèvent respectivement de 21,2 . 14,6 et 5,2 °c pour les profondeurs 15, 30 et 45 cm entre les parcelles solarisées et non solarisées.

Enfin, après huit semaines de traitement, les écarts enregistrés entre les parcelles traitées et les parcelles témoins sont de 15. 11,9 et 5°c.

La température moyenne du sol durant la culture est de 28°C pour les mois de septembre - octobre, faibles pour les mois de décembre et janvier respectivement de 10 et 12°C, et en mars - avril elle atteindrent respectivement 18et22 °C.

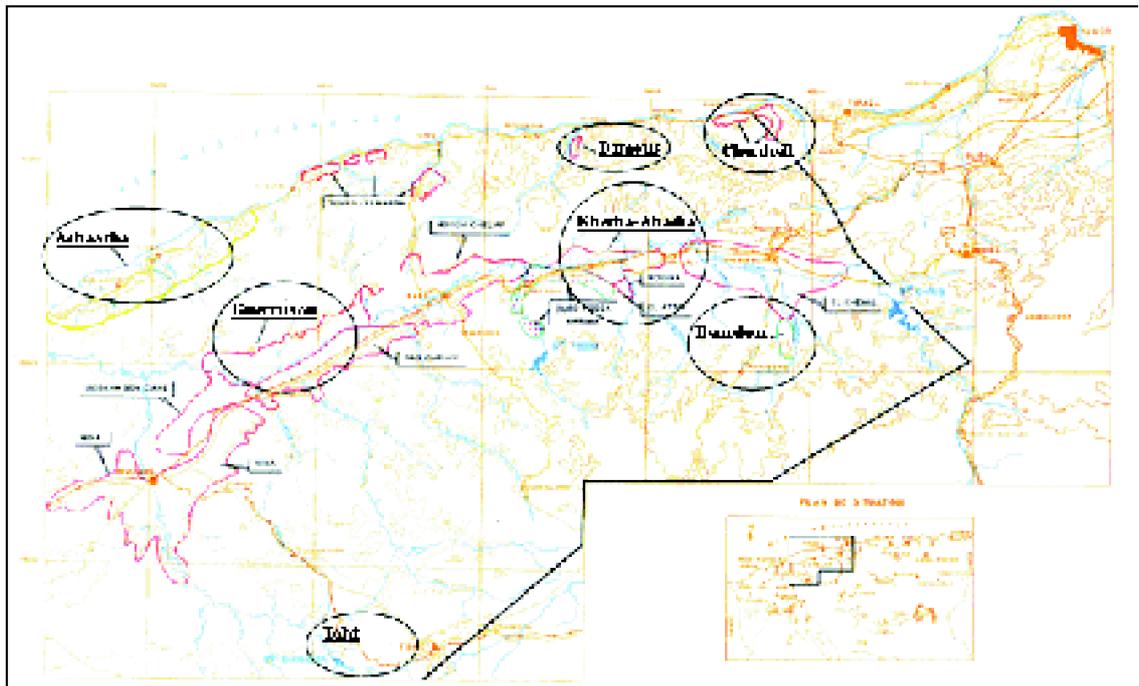


Fig.6 : Températures du sol durant la période de solarisation du sol

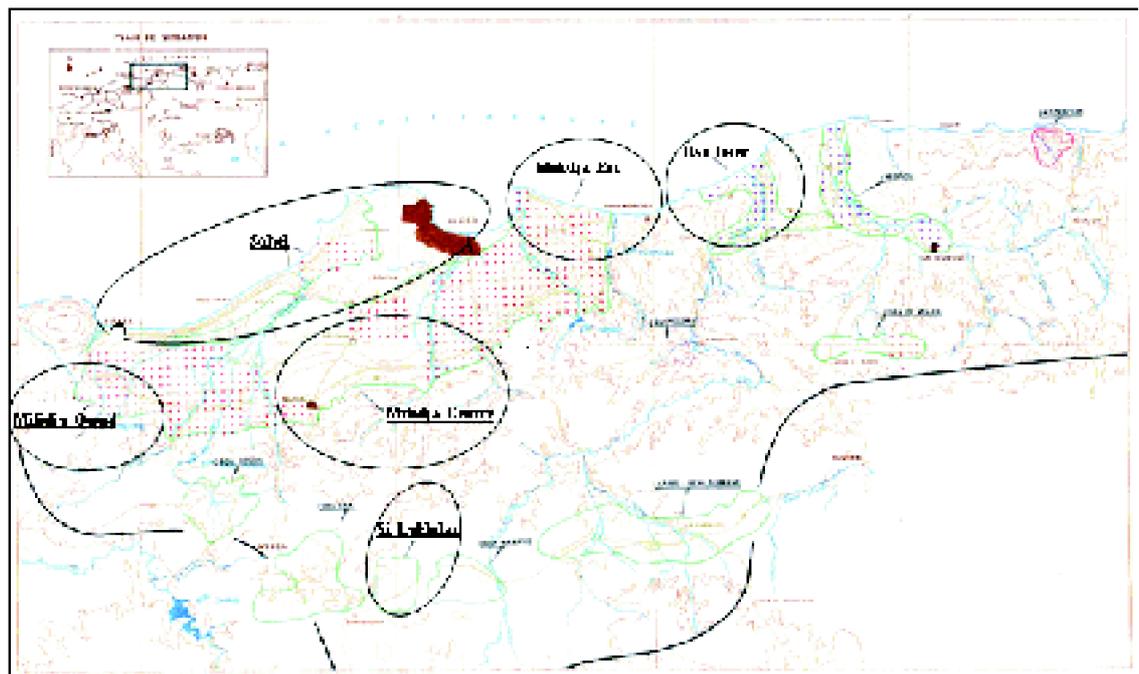


Fig.7 : Températures de l'air durant la période de solarisation du sol

### 3.2 Estimation de l'effet de la solarisation du sol sur les adventices

L'analyse du tableau VI renfermant la liste des espèces récoltées et identifiées montre que la flore adventice est composée de quinze espèces appartenant à douze familles botaniques différentes

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

En effet, on constate que les parcelles témoins sont plus riches que celles solarisées. A travers ce tableau, nous relevons la disparition totale des espèces comme *Sonchus asper*, *Bassia muricata*, *Frankinia pulvirulenta*, *Trigonella stellata*, et *Malva parviflora* pour les trois périodes de traitement solaire.

Une réduction importante des densités est notée pour les espèces annuelles comme *Moricandia arvensis* *Spergularia diandra*

En ce qui concerne les espèces vivaces la réponse à la solarisation du sol reste variable, certaines espèces persistent c'est le cas de *Cyperus rotundus*, d'autres comme *Cressa cretica*, *Oropetium africanum*, *Launea resedifoliana* ne sont contrôlées que pour des périodes d'exposition plus longue (6 et 8 semaines).

Espèce	Densité (nombre/m²)	Nombre de plantes/m² (moyenne)		
		0-2 semaines	4-6 semaines	8-10 semaines
<b>Annuelles</b>				
<i>Sonchus asper</i>	37	-	-	-
<i>Bassia muricata</i>	17	-	-	-
<i>Frankinia pulvirulenta</i>	22	0,3	0,1	0,0
<i>Trigonella stellata</i>	21	0,0	0,1	0,0
<i>Malva parviflora</i>	40	0,0	0,1	0,0
<i>Moricandia arvensis</i>	25	-	-	-
<i>Spergularia diandra</i>	21	0,0	0,1	0,0
<i>Cyperus rotundus</i>	47	0,0	0,1	0,1
<i>Cyperus rotundus</i>	20	0,0	0,0	0,0
<i>Cyperus rotundus</i>	1	-	-	-
<i>Trigonella stellata</i>	1	-	-	-
<b>Perennantes</b>				
<i>Launea resedifoliana</i>	21	0,0	0,0	-
<i>Launea resedifoliana</i>	14	0,0	0,0	-
<i>Launea resedifoliana</i>	21	0,0	0,0	-
<i>Launea resedifoliana</i>	14	0,0	0,0	-
<i>Launea resedifoliana</i>	14	0,0	0,0	-
<i>Launea resedifoliana</i>	14	0,0	0,0	-

Tableau VI: Effet de la solarisation du sol sur la densité de la flore adventice

### 3. 3 Effet de la solarisation du sol sur les caractéristiques chimiques du sol

Les résultats de ces analyses représentés dans le tableau VII montrent que la solarisation

du sol accroît les concentrations en ions  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{K}^+$ . En revanche, nos analyses ne révèlent aucun effet de la solarisation du sol sur le magnésium pour les trois périodes de traitement. En ce qui concerne la matière organique, elle est plus importante dans les parcelles solarisées pendant 6 et 8 semaines. Les concentrations en ions des oligo-éléments sont variables ou sensiblement identiques pour tous les traitements ; l'aluminium reste cependant indécélable.

Tableau VII : Effet du traitement solaire sur la composition chimique du sol

Nature des éléments	Témoin	Parcelles solarisées pendant 4 semaines	Parcelles solarisées pendant 6 semaines	Parcelles solarisées pendant 8 semaines
Mo (%)	0,62	0,92	1,28	1,5
N (%)	0,24	0,30	0,40	0,48
$\text{NH}_4^+$ (ppm)	0,13	0,29	0,31	0,61
$\text{NO}_3^-$ (ppm)	0,12	0,18	0,22	0,88
PH	8,1	8,1	8,2	8,1
Cations échangeables meq /100g				
$\text{Ca}^{++}$	1,68	1,72	1,74	2,02
$\text{Mg}^{++}$	1,12	1,12	1,16	1,12
$\text{K}^+$	0,8	1,9	2,01	2,6
Oligo-éléments (ppm)				
$\text{Mn}^{++}$	0,12	0,12	0,13	0,12
$\text{Fe}^{++}$	0,21	0,22	0,21	0,22
AL <sup>++</sup>	-	-	-	-
$\text{Zn}^{++}$	1,14	1,16	1,16	1,16
$\text{Cu}^{++}$	1,41	1,34	1,37	1,43

### 3.4 Estimation de l'effet de la solarisation du sol sur les effectifs de *Ditylenchus dipsaci* dans les tiges et la sévérité de la maladie

L'estimation de la densité des populations de *D. dipsaci* a été réalisée avant et après solarisation du sol. Le tableau VIII indique les variations du nombre moyen de nématodes.

Avant la solarisation du sol, le nombre de *D. dipsaci* est hétérogène et varie selon les parcelles élémentaires est de 59, à 68, par 250 gr de sol, ce nombre dépasse largement le seuil de nuisibilité de *D. dipsaci*.

Après, solarisation du sol on constate que ce nombre diminue pour atteindre respectivement 27,75, 19 et 14 nématodes pour 250 g de sol pour les traitements solarisés pendant 4, 6 et 8 semaines puis augment en fin de culture. En ce qui concerne le traitement chimique, les effectifs sont sensiblement similaires du fait que les traitements sont réalisés après plantation.

Le facteur de reproduction est inférieur à 1 pour tous les traitements exceptés pour le

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

traitement chimique (Mocap).

En fin de culture, les résultats témoin montrent une diminution des effectifs aussi bien pour les traitements chimiques que solarisés par rapport au témoin.

l'analyse du tableau IX indiquant les effectifs de *D. dipsaci* dans les tiges , montre que tous les traitements diminuent les populations , cette baisse est plus importante pour le traitement solaire pendant les durées de 6 et 8 semaines avec respectivement une diminution de *D. dipsaci* de 75, 97 % et 77,31%. De même, dans le cas de ces deux traitements la sévérité est la plus faible par rapport aux traitements effectués.

Le traitement chimique à base de Némacur et le traitement solaire pendant 4 semaines ont un effet similaire avec une diminution des populations de 62% à 63, % et une sévérité moyenne respectivement de 6,8 et 6 ,4 .

Ces observations sont confirmées par le test de Newman et Keuls aux différents traitements ou les groupes homogènes indiqué dans les tableaux et correspondant respectivement au témoin et aux traitements chimiques et solarisés. Les mêmes observations sont notées pour l 'effet de la solarisation du sol sur le nombre de nématodes dans les graines. Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance (Annexe tableau2 et 3).

**Tableau VIII : Effet des différents traitements sur le nombre moyen de *Ditylenchus dipsaci* dans le sol (par 250g )**

Traitements	Avant solarisation du sol	Après solarisation du sol	Fin de culture	R= Pf /pi
Témoin	63,74	59	85,75	1,34
Traitement chimique Ethoprophos	58,25	60,25	52,8	1 ,01
Traitement chimique Némacur	68,75	66 ,75	38,25	0,55
Parcelles solarisées pendant 4 semaines	65 ,5	27,75	34,5	0,52
Parcelles solarisées pendant 6 semaines	59 ,25	19	25 ,5	0,43
Parcelles solarisées pendant 8 semaines	64,5	14	21 ,25	0 ,32

R : facteur de reproduction ; Pf = population finale ; Pi = population initiale

**Tableau IX: Effet des différents traitements sur le nombre moyen de *Ditylenchus dipsaci* dans les tiges**

Traitements	Nombre moyen de nématodes	Pourcentage de diminution	Nombre moyen de nématodes dans les	Sévérité moyenne de la maladie selon l'échelle de Hanounik et al
-------------	---------------------------	---------------------------	------------------------------------	--

	dans les tiges	par rapport au témoin(%)	graines	(1986)
Témoin	803	-	472	8,6
Traitement chimique Ethoprophos	501,22	37,59	318	7,2
Traitement chimique Némacur	302	62,4	197	6,8
Parcelles solarisées pendant 4 semaines	293,5	63,45	178	6,4
Parcelles solarisées pendant 6 semaines	193	75,97	164	4,4
Parcelles solarisées pendant 8 semaines	182,25	77,31	37	4

### 3.5 Effet des différents traitements sur la croissance de la plante

La mesure des hauteurs des plants de fève représentée dans la figure (8) montre qu'en fin de culture, elle atteint respectivement 45 ,85 49,84 ; 56 ,4 cm dans les parcelles solarisées pendant 4, 6 et 8 semaines soit des augmentations de 24 %, 35% et 53%.

Dans le cas des traitements chimiques et les parcelles non solarisées, les hauteurs moyennes sont de 40,5 cm (mocup) et 44 ,32 cm (némacur) et 36 ,76 cm pour le témoin ; des augmentations de la croissance de plants de fève de 20% et 24%' sont notées pour ce deux traitements.

En effet, l'analyse de la variance révèle une différence significative au niveau des traitements (Annexe3 Tableaux 5 et 6).

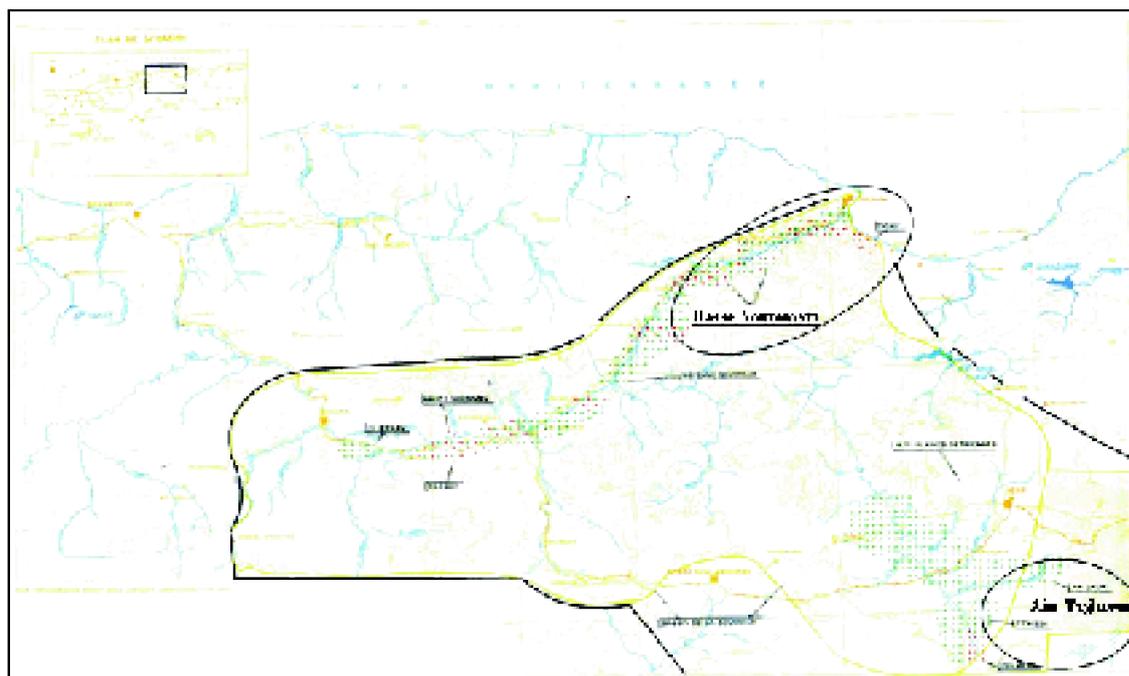


fig.8 : Effet des différents traitements sur la croissance de la fève

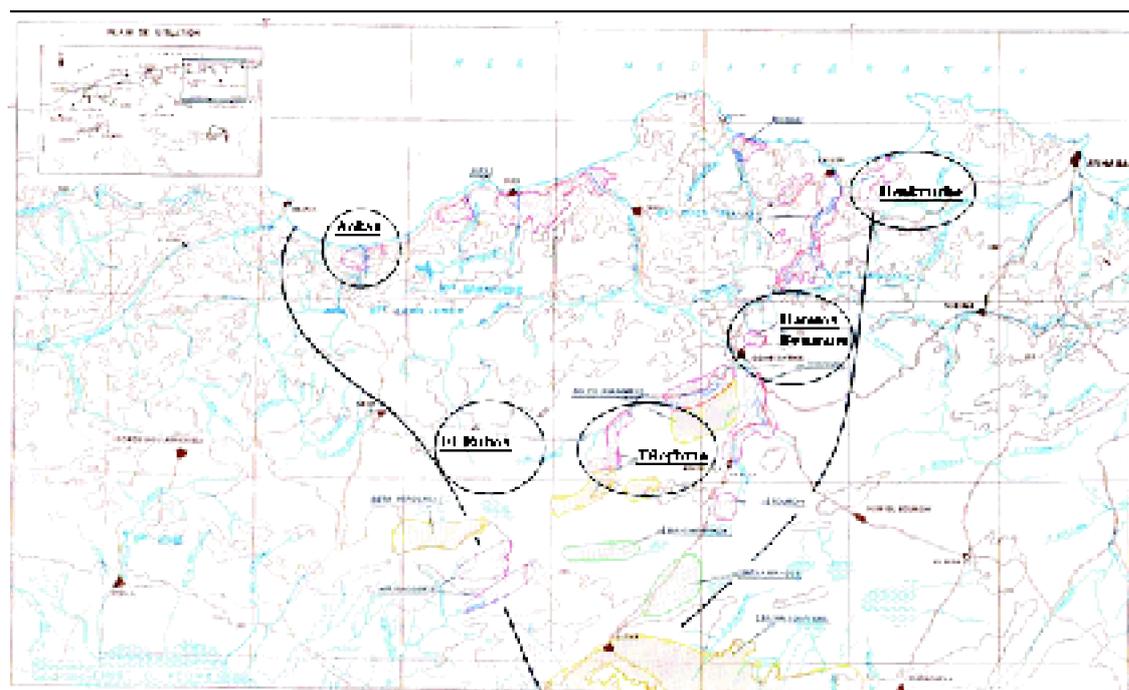


fig.9 : Effet des différents traitements sur le rendement de la fève

### 3.6 Analyse des composantes du rendement

Les résultats des différentes composantes du rendement obtenues ont montré des différences entre les traitements effectués (Tableau X). En effet, les traitements solaires ont permis d'avoir des rendements supérieurs à ceux récoltés chez le témoin et des parcelles traitées. Les analyses statistiques ont révélé un effet hautement significatif du

traitement solarisé pendant 6 et 8 semaines sur le poids des 1000 graines et le nombre de gousses par plant. Cependant, le nombre de graines par gousse n'est pas significativement différent pour tous les traitements. (Annexe 3 : Tableau 7 et 8).

Les moyennes des rendements en grains pour les traitements solarisés sont respectivement de 1,04 kg /m<sup>2</sup>, 1,255 et 1,392 kg /m<sup>2</sup> pour 4, 6 et 8 semaines.

Les rendements des parcelles non couvertes (témoin) et ceux des deux traitements chimiques Mocap et Némacur sont de l'ordre de 0,455, 0,689 et 0,825 kg / m<sup>2</sup> (Fig : 9).

Ce sont les traitements solaires de 6 et 8 semaines qui ont donné des augmentations allant de 50% et 58%.

**Tableau X : Effet de la solarisation du sol sur les composantes du rendement**

Traitements	Nombre de gousse par plant	Poids moyen de 1000 graines	Nombre de graines par gousse
Témoin	28,8	1059,46	5,2
Traitement chimique (Mocap )	32,4	1219,40	5,2
Traitement chimique (némacur )	38,3	1325,80	4,5
Traitement solarisé pendant 4 semaines	43,1	1421,89	5
Traitement solarisé pendant 6 semaines	45,9	1594,32	5,3
Traitement solarisé pendant_8 semaines	49,5	1677,11	5

#### IV. Discussion

La technique de la solarisation du sol a été appliquée durant la période estivale, celle-ci dépend essentiellement du facteur température, de la durée et l'intensité du rayonnement solaire. Ainsi , au cours de notre étude , les températures maximales du sol sont de l'ordre de 54,2 , 58,5 et 52,6°C à 15 cm de profondeur au sein des parcelles solarisées et de 37,6 33,3 et 25,1 °C pour les non solarisées (Témoin) respectivement pour les périodes de couverture de 4, 6 et 8 semaines .

En revanche, à 45 cm, les différences thermiques sont faibles, elles atteignent 30 , 28 et 30 ,1 °C pour les trois traitements.

L'étude a montré également que les températures maximales du sol enregistrées durant la solarisation de sol est fonction de la profondeur. En effet, les écarts de température entre les trois profondeurs sont plus importants au niveau des parcelles couvertes que non couvertes ; ils varient de 15, 11,9 et 5 °C Après 8 semaines de traitement solaire. Ce phénomène s'explique par l'augmentation de capacité thermique et la diminution de la conductivité thermique au fur et à mesure que la profondeur augmente (Katan, 1981 ; Katan, 2000).

Toute fois, l'utilisation du traitement solaire a permis d'obtenir des gains de températures intéressantes, favorisant une hausse de température qui s'explique par la perméabilité du film plastique transparent aux rayonnements solaires et sa capacité de les transmettre à travers le sol provoquant ainsi son réchauffement (Lamberti et Basile, 1991 ; Lamont, 2005 in : Johnson et al., 2007) .

Ces résultats rejoignent et confirment ceux rapportés par de nombreux auteurs (Katan, 1981 ; Elmor et al., 1997 ; Stapleton , 2000 ; Johnson et al., 2007).

En Algérie, les essais réalisés dans ce sens sur le littoral Algérois et dans la région de Ouargla signalent que la solarisation du sol par un film plastique provoque des gains thermiques respectivement de 10 °C et de 17 à 20°C au niveau des couches superficielles et de 2 à 6 °C pour les plus profondes (Lounici , 1998 ; Eddoud , 2000 ; Djeroudi-Zidane , 2001 ).

L'application de la solarisation du sol a montré son efficacité à l'égard de mauvaises herbes qui s'est traduite par une diminution de leur densité. La majorité des espèces s'est montrée sensible au traitement. Les mécanismes mis en jeu dans cette action sont principalement, les fortes températures qui peuvent éliminer les semences dont la germination est stimulée par un sol humide et couvert par le film plastique ou dont la dormance sont levées sous l'action des températures élevées des sols solarisés.

Enfin la décomposition des graines de mauvaises herbes par la chaleur ou par les gaz volatils qui exercent une action toxique sur la germination avec un effet indirect sur les microorganismes antagonistes des semences.

L'action de la chaleur due à au traitement solaire est insuffisante pour contrôler certaines espèces vivaces qui se multiplient par rhizomes (cas de *Cyperus rotundus*).

Certaines espèces annuelles n'ont pas été contrôlées, ce sont probablement des espèces thermotolérantes. Certaines graines peuvent migrer en profondeur échappant ainsi aux fortes températures.

L'effet de la solarisation du sol sur la libération de ces éléments chimiques peut être attribuée à deux facteurs majeurs suggérés par Hayes (1987) : sous film plastique, l'eau du sol et les éléments nutritifs solubles comme les nitrates, migrent par capillarité vers le haut, et il est possible que le taux de minéralisation de l'azote organique ait été stimulé par la présence d'humidité plus abondante sous film plastique pendant la période estivale. En outre, les températures élevées sous film plastique ont activé la minéralisation de l'azote et stimuler la nitrification.

Nos résultats ont montré l'efficacité de la solarisation du sol contre les effectifs de *D. dipsaci* dans le sol, les tiges et les graines. Cette efficacité est plus importante pour 6 et 8 semaines. Cette action est due essentiellement aux fortes températures enregistrées au cours de la solarisation du sol, en effet les températures supérieures à 40°C sont létales pour les nématodes (Caubel, 1971; Reddy, 1983).

L'inefficacité du Mocap par rapport au Némacur relevé dans notre essai s'explique essentiellement par leur mode d'action, le premier agit par contact et le second est systémique, ces deux nématicides agissent par inhibition de l'acétylcholinestérase. De plus, parmi les organophosphorés, le Mocap est celui qui présente la plus forte

réversibilité (Bunt , 1979). Les nématodes rescapés ont pu se développer et se multiplier.

D'autres facteurs peuvent également intervenir notamment, la solubilité du produit et la rémanence ; en effet le Mocap est peu mobile est moins soluble dans le sol que le Némacur (Greco et Volvas, 2007). Enfin, afin d'obtenir une meilleur efficacité par les organophosphorés, ces derniers auteurs préconisent l'application de ces produits avant et après plantation.

En plus du contrôle de *D. dipsaciet* des mauvaises herbes, la solarisation stimuler la croissance des plants et entraîne même une amélioration des rendements de fève.

Des modifications physiques, chimiques et microbiologiques du sol ont toujours été avancées pour expliquer cette action. D'autre part, des mécanismes tels que les échanges qualitatif et quantitatif dans la composition des gaz dans le sol, l'augmentation de certains éléments chimiques dans le sol, la destruction de substances phytotoxiques , la libération des régulateur de croissance, ont été rapportés par Chen et *al.* , (1991) et Ghini et *al.*, (2003 ).

Enfin, Patricio et *al.*, (2006) rapportent que ce phénomène est lié également à la stimulation des microorganismes bénéfiques aux plantes comme les champignons antagonistes, bactéries nématoparasites et les nématodes prédateurs qui sont présents à des densités élevées dans les sols solarisés. Ces antagonistes survivent généralement à la solarisation du sol, ou dans certains cas sont partiellement éliminés peuvent recoloniser le sol rapidement après l'application de ce procédé (Stapleton 2000 ; Ali et *al.* , 2002).

L'effet bénéfique de la solarisation du sol sur la croissance des plants a été observé sur un grand nombre de cultures et vis à vis de nombreux nématodes ( Katan et Devay, 1996 ; Stapleton et Devay ,1995 ; Sinigaglia et *al.* , 2001 ; et Patricio et *al.* , 2006) .

Concernant l'efficacité de la solarisation du sol, les mêmes observations ont été relevées par de nombreux travaux. Ainsi, le traitement solaire diminue les effectifs des *Meloidogyne* sp, *Pratylenchus* sp , *Globodera* sp, *Rotylenchus* sp et augmentent les rendements des cultures (Pinkerton et *al.*,2000 , Chemelli, 2000, Chemilli, 2006). Contre *D. dipsaci* , appliquée pendant 8 semaines , cette technique permet également des diminutions significatives des populations de nématodes et des améliorations des cultures sur fève, , oignon , ail et carottes , ( Greco et *al.*,1985 ; Siti et *al.*, 1998 ; Sassanelli et *al.*, 1998 ; Fe Andres et Cabrera, 2002. ; Greco et Volvas, 2007) .

## Chapitre IV : Evaluation de L'Activité Nématicide de Quelques Plantes Contre *Ditylenchus dipsaci*

Objectif :

L'objectif de notre travail est de montrer l'intérêt des substances naturelles comme moyen alternatif contre le nématode des tiges : *Ditylenchus dipsaci*.

Notre étude porte sur l'effet des extraits de quelques plantes sur la mortalité des

juvéniles de *Ditylenchus dipsaci*, et l'efficacité de l'extrait aqueux de *Tagetes patula* sur le développement du nématode sur fève.

## **I . Matériel s et Méthodes :**

---

### **1. Matériel végétal**

#### **1.1. Origine des plantes étudiées**

Les plantes testées au cours de notre expérimentation proviennent toutes de l'Institut National d'Agronomie appartiennent aux familles des :

Asteraceae : *Tagetes patula*

Meliaceae : *Melia azedarach*

Verbenaceae : *Lantana camara*

#### **1.2. Caractéristiques des plantes utilisées**

***Melia azedarach* L** : Lilas de Perse, Lilas de Japon

Cette espèce est très répandue dans les pays tropicaux et a été introduite en Afrique du nord où elle s'est développée comme arbre d'ornement depuis le littoral jusqu'aux Oasis.

C'est un arbre qui peut atteindre quinze mètres de hauteur dont les feuilles pennées sont composées de folioles distinctes. Les fleurs à pétale mauves pale ou blancs, les fruits sont sphériques ou ovoïde. Elle est cultivée dans plusieurs contrées relativement tempérées par exemple au nord de l'Afrique du nord où elle est parfois naturalisée ; toutes les parties de la plante sont purgatives vermifuges insecticides et nématicides. L'écorce de la racine a été utilisée contre la scrofule et la lèpre (Kerharo et Adam, 1974).

***Lantana camara* L** : le Lantana

C'est un arbrisseau de 1 à 3 mètres de haut parfois presque grimpant, de feuilles opposées ou verticillées simples, dentées et rugueuses. Les rameaux pubescents pourvus de courtes épines crochues. Les feuilles opposées ovales triangulaires au sommet, sont régulièrement dentées sur le bord. Les fleurs de couleur variant du jaune au mauve, main existe de nombreuses variétés blanches, orange vif (Kerharo et Adam, 1974).

Les feuilles possèdent une importante teneur en essence appelée lantanone et plusieurs terpènes parmi lequel prédomine le citral. L'huile essentielle est riche en sesquiterpènes un autre composé dénommé lantanine et le lantadène (ce sont des acides triterpéniques).

***Tagetes patula* L** : l'Oeillet d'Inde.

Plante ornementale originaire de l'Amérique centrale très cultivée dans les pays méditerranéens. La tige est robuste de 30cm de hauteur portant des feuilles pennées,

glabres et de grosses fleurs double de couleur jaune vif, jaune orangé ou brun cuivré. Il existe de nombreuses variétés (des naines). Sa culture est extrêmement facile et s'adapte à tous les sols pauvres et secs, à exposition ensoleillée ou mi-ombragée. Elle supporte le climat maritime. Cette plante est très florifère. Elle contient un certain nombre de principes actifs, les structures chimiques de ces substances s'étendent très largement à diverses familles de molécules dont les principales sont les dérivés biéthynyl et l'alpha-terthienyl (Aldo, 1982 ; Djian Caporalino, 1991) .

Ces plantes sont largement utilisées dans le domaine médical, vétérinaire, en industrie pharmaceutique et en cosmétique. Elles renferment plusieurs constituants comme les alcaloïdes, les acides aminés, les huiles essentielles. Ces composés sont connus pour leur activité bactéricide, fongicide, insecticide et nématocide (Chitwood, 2002).

## 2. Matériel biologique

La souche de *Ditylenchus dipsaci* que nous avons utilisé au cours de notre expérimentation provient des plants de fève infestés, de la Wilaya de Biskra.

### 3. Obtention des extraits aqueux à partir des végétaux

L'extraction des végétaux peut se faire selon plusieurs méthodes parmi lesquelles l'extraction à partir des alcools ou à l'eau. Nous avons opté pour cette dernière ; elle est préconisée par plusieurs auteurs (Nandal et Bhatti; 1983; Sasanelli et Di vito ; 1991).

La technique consiste à broyer dans un mixeur contenant de l'eau distillée des feuilles, des tiges, des racines ou des fleurs ou dans certains cas le mélange des différentes parties des plantes utilisées dans notre expérimentation. Les solutions obtenues sont centrifugées à 3000 tours pendant quelques minutes, puis stérilisées par microfiltration (filtre «Watman» 0,22 µm). Les solutions ainsi obtenues constituent les solutions mères appelées solutions biologiques à partir de laquelle sont préparées les différentes dilutions (S/2,S/5).

## 4- Le produit chimique

Le produit utilisé au cours de notre expérimentation est le phénamiphos (Némacur). Le choix de ce produit est dû à son utilisation fréquente par les agriculteurs et sa disponibilité sur le marché. Les caractéristiques de ce nématocide ont déjà été présentées dans le chapitre III.

## 5. Effet des extraits foliaires sur la mortalité de *Ditylenchus dipsaci*

### 5.1 Matériels et méthode

Ce test permet de mettre en évidence une éventuelle action nématocide au sens propre du mot. L'essai a été réalisé en boîtes de Pétri de 50 mm de diamètre qui contiennent la solution biologique à différentes concentrations 100 %, 50%, 25 %. Nous déposons une centaine (100) de juvéniles de *Ditylenchus dipsaci* âgées de 24 heures à 48 heures. Le

comptage des juvéniles morts a été effectué 24, 48 et 72 heures après. Pour chaque traitement, nous avons effectué 3 répétitions.

L'eau distillée, et une solution du nématicide Ethropophos à 10% de matière active ont été pris comme témoins. Les résultats sont exprimés en pourcentages de mortalité selon la formule ci dessous, et l'efficacité des différents extraits est déterminée par le coefficient de régression (Chatterjee et al ., 1982).

$$\text{Pourcentage de mortalité} = \frac{\text{Nombre de nématodes morts}}{\text{Nombre de nématodes vivants}} \times 100$$

## **2. Effet de l'extrait du mélange de *Tagetes patula* sur le développement de *Ditylenchus dipsaci* sur fève.**

### **2.1. Matériel et méthode s:**

#### **2.1.1 Matériel végétal**

La variété de fève utilisée pour la réalisation de cet essai est la variété Aguadulce : C'est une variété très utilisée par les agriculteurs, elle est très sensible au nématode : *Ditylenchus dipsaci*.

#### **2.1.2 Matériel biologique**

La population de *Ditylenchus dipsaci* (Race géante) utilisée lors de notre essai est celle obtenue à partir des tiges infestées en provenance de la région de Zribet EL Oued (wilaya de Biskra).

#### **2.1.3 Mode opératoire :**

L'essai a été réalisé dans des pots en plastique d'une capacité de 1,5 kg remplis par un mélange de sol et de terreau (2/3,1/3), préalablement stérilisés.

##### **Préparation des plantules**

Le semis a été réalisé dans des bacs contenant du sol préalablement stérilisé après désinfection des graines de fève dans une solution d'hypochlorite de sodium.

##### **Repiquage**

Les plantules de fève variété Aguadulce 2 à 5 feuilles ont été repiquées à raison d'une plantule par pot pour le traitement après plantation et chimique. En ce qui concerne le traitement préventif, le repiquage a été réalisé dix jours après l'application du traitement, ensuite les pots ont été couverts avec un film plastique.

##### **Inoculation**

Quelques jours après le repiquage les plantules ont été inoculées par *Ditylenchus dipsaci* à raison de 200 nématodes par pot.

**Traitement**

Quelques jours après l'inoculation cinq ml de l'extrait aqueux de *Tagetes patula* aux concentrations (100% et 50%) ont été appliqués au niveau de chaque plantule de fève.

**Dispositif expérimental**

Le dispositif expérimental est un bloc aléatoire complet comprenant les traitements suivants :

**Traitement préventif :**

Traitement avant plantation à une concentration de 100%

Traitement avant plantation à une concentration de 50%

**Traitement curatif :**

Traitement après plantation à une concentration de 100%

Traitement après plantation à une concentration de 50%

Les témoins sont représentés par :

Un témoin : fève + nématodes

Un traitement chimique avec l'Ethoprophos (Mocap) a été appliqué après plantation à une dose de 50 kg/ha.

5 répétitions ont été réalisées pour chaque traitement soit un total de 30 pots.

Ces pots ont été disposés en bloc aléatoire complet dans les conditions et arrosés et fertilisés régulièrement (Fig :.10 ).

T1: Témoin

T2: Traitement 100% avant plantation

T3: Traitement 50% avant plantation

T4: Traitement 100% après plantation

T5: Traitement 50% après plantation

TC: Traitement chimique (Ethoprophos)

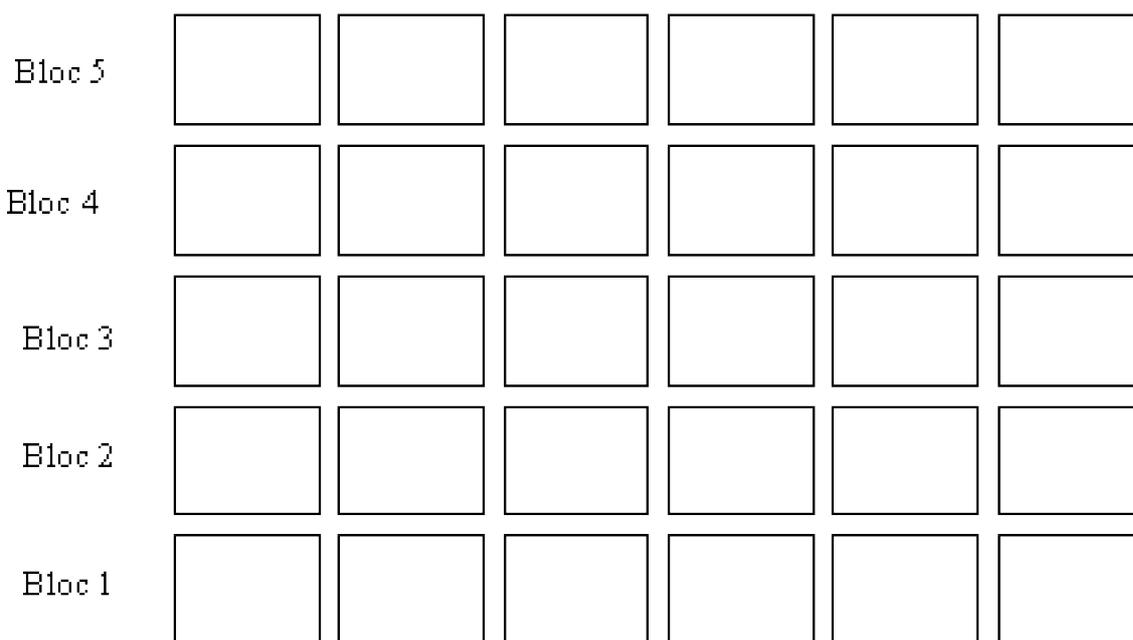


Fig. 9: Dispositif expérimental de l'essai en pot

Les paramètres retenus pour l'évaluation de l'efficacité des différentes solutions biologiques de *Tagetes patula* vis à vis de *Ditylenchus dipsaci* sont :

la notation des symptômes selon l'échelle établie par Hanounik et *al.*, (1986).

le relevé de la croissance des plants de fève par des mensurations cinq mois après la mise en place de l'essai.

la détermination du nombre de nématodes dans les tiges cinq mois après la mise en place de l'essai selon la méthode d'incubation décrite précédemment

la détermination du nombre de nématodes dans les graines

l'effet des extraits de *Tagetes patula* sur les composantes du rendement.

## II. Résultats Effet des différents extraits aqueux sur la mortalité de *Ditylenchus dipsaci*:

---

Pour chaque extrait aqueux, le pourcentage de mortalité moyen est calculé, Le pourcentage de mortalité dans le témoin est nul de ce fait, les résultats n'ont pas été exprimés en pourcentage de mortalité corrigé. Cependant, on procède à une transformation des résultats obtenus au cours de notre essai en probits.

A partir de ces valeurs, il est possible de tracer les droites de régression à l'aide de probits de pourcentage de mortalité en fonction des logarithmes des doses utilisées.

L'analyse des résultats présentés dans le tableau XI montre les extraits aqueux aussi bien foliaire, racinaire ainsi que le mélange des différentes parties de *Tagetes patula* et les extraits foliaires de *Lantana camara* (fig 15), et ceux de *Melia azedarach* (feuilles et graines) présentent une activité nématocide vis à vis juvéniles de *Ditylenchus dipsaci* ; en effet le pourcentage de mortalité augmente lorsque la concentration et la période

d'exposition augmentent.

Ainsi, à une concentration plus élevée S (100%) des extraits foliaires et à une période d'exposition de 72 heures, le pourcentage de mortalité des extraits obtenus à partir de feuilles de *Lantana camara* et le mélange des différentes parties *Tagetes patula* (fig 10), et de graines de *Melia azedarach*, provoquent le taux de mortalité le plus élevé et atteint respectivement 82, 80 et 78 %.

A cette même concentration et à une période d'exposition de 24 heures, le taux de mortalité est de 52, 54 et 61% respectivement pour l'extrait foliaires, racinaires et le mélange de *T patula* (fig 11 et 12) et de et il est de 55, 58 et 58% pour l'extrait foliaires de *Melia azedatrach*, *Lantana camara* et *M azedarach* (graine).

A une dose moyenne S/2 (50%) et après 72 heures de traitement, ces pourcentages sont 65% pour l'extrait mélange de *T. patula* et de 63%, 58%, et 72% respectivement pour les extraits de *L. camara*, *M azedatrach* (feuilles) et *M .azedarach* (graines).

Aux faibles concentrations (20%), Tous les extraits testés présentent une mortalité des juvéniles (L4) non négligeable, excepté celui de *T. patula* (feuilles).

Après 24 heures d'exposition aux concentrations de 20% tous les extraits foliaires testés présentent un pourcentage de mortalité inférieur à 50%.

L'étude comparative des extraits des différentes parties de *Tagetes patula* a montré que les extraits racinaires sont plus efficaces que les extraits foliaires et atteignent respectivement 52 et 65% pour des périodes d'exposition de 24 et 72 heures.

Le traitement chimique provoque une mortalité des juvéniles (L4) respectivement de 72% pour une période d'exposition de 24, 48 et 72 heures.

Enfin, les juvéniles restent actifs dans le témoin (eau distillée) pendant les trois périodes d'exposition la majorité des nématodes sont restés vivants.

L'efficacité des différents extraits aqueux a été également évaluée par les droites de régression.

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

Plantes traitées et période d'exposition.	Pourcentages de mortalité			Poids		
	S (100%)	S/2(50%)	S/5 (20%)	S (100%)	S/2 (50%)	S/5(20%)
<i>Tagetes patula</i> (feuilles)						
24	52	45	23	4,69	4,53	4,23
48	58	48	34	5	4,67	4,16
72	63	52	42	5,13	4,85	4,69
<i>Tagetes patula</i> (racines)						
24	54	48	38	4,55	4,48	4,42
48	59	54	42	5,75	4,67	4,56
72	65	54	52	5,25	5,03	4,73
<i>Tagetes patula</i> (mélange)						
24	61	52	48	5,23	5,05	4,93
48	73	52	50	5,27	5,15	4,19
72	80	65	56	5,31	5,32	5,15
<i>Lantana camara</i> (feuilles)						
24	58	54	45	5,47	5,05	4,87
48	67	54	50	5,74	5,18	5
72	82	61	55	5,91	5,33	5,13
<i>Melba azadirachta</i> (feuilles)						
24	55	47	38	5,13	4,75	4,69
48	62	47	46	5,28	4,97	4,90
72	69	58	52	5,50	5,35	5,05
<i>Melba azadirachta</i> (graines)						
24	58	52	46	5,20	5,05	4,90
48	66	57	52	5,41	5,23	5,05
72	78	72	64	5,77	5,55	5,36
Traitement chimique (Tétracum)						
24	0	0	55	0	0	-
48	0	0	66	0	0	-
72	0	0	72	0	0	-
Témoin						
24	0	0	0	0	0	-
48	0	0	0	0	0	-
72	0	0	0	0	0	-

Tableau XI : Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité de *Ditylenchus dipsaci*

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions





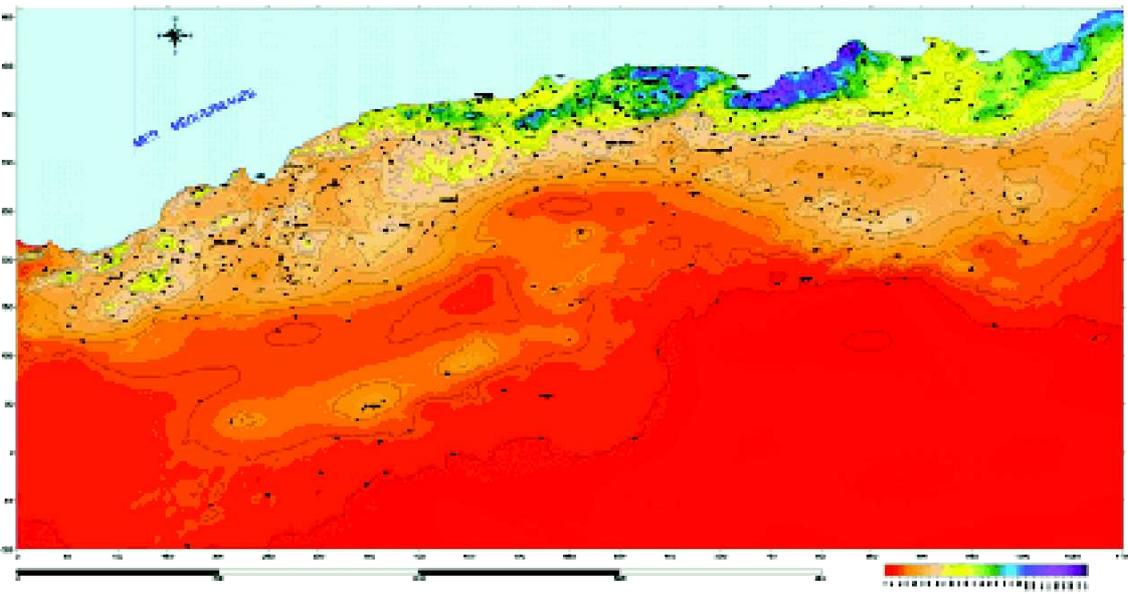


Fig.14 : Droite de régression des probits à différentes doses utilisées dans l'extrait aqueux de *Melia azedarach* (feuilles) sur *Ditylenchus dispaci*

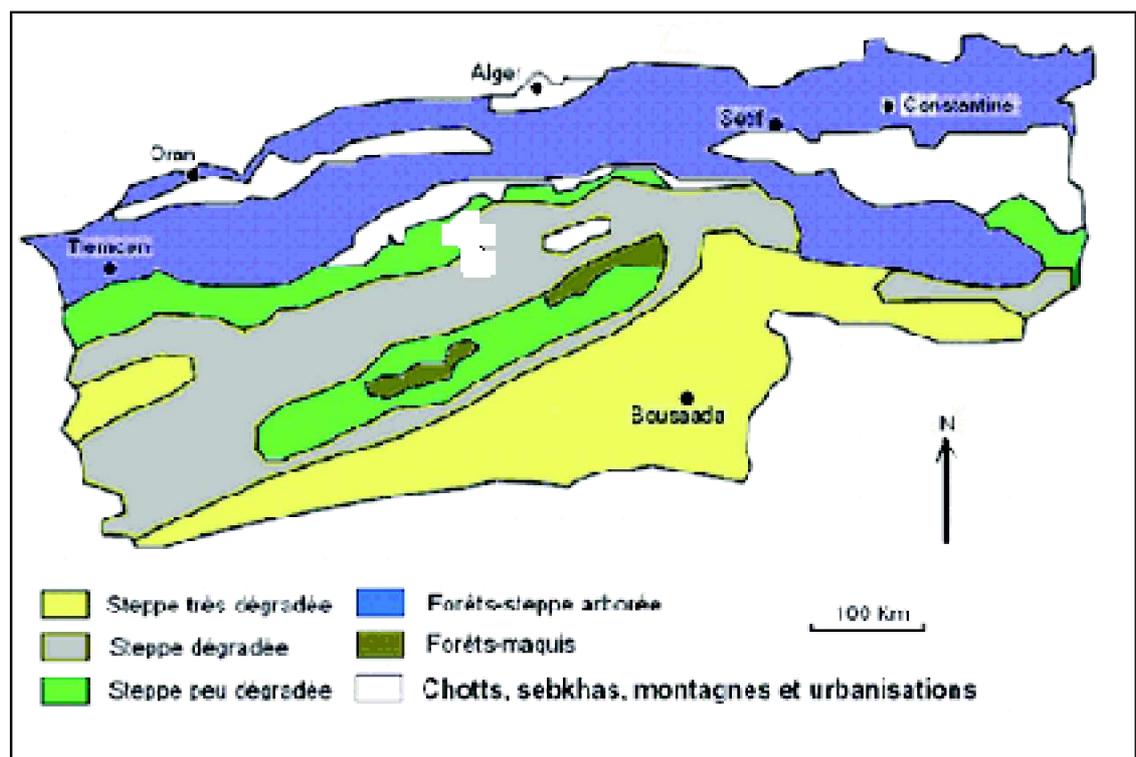


fig.15 : Droite de régression des probits à différentes doses utilisées dans l'extrait aqueux de *Lantana camara* (feuilles) sur *Ditylenchus dispaci*

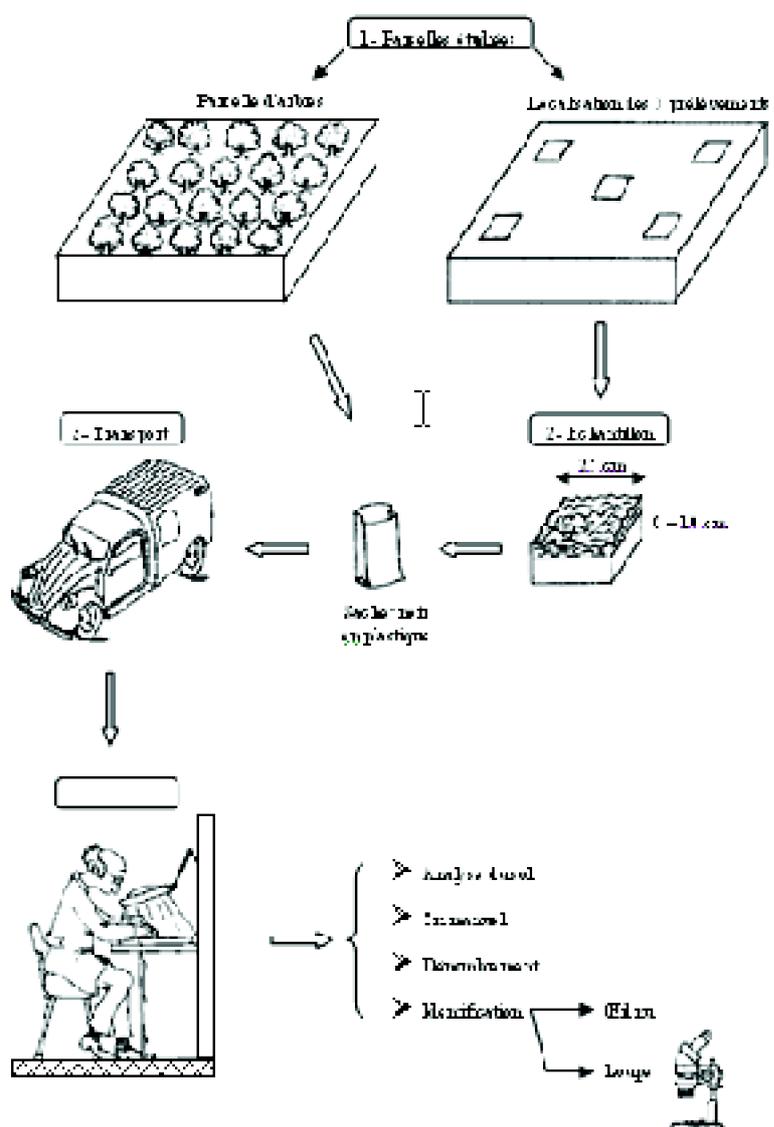


fig.16 : Droite de régression des probits à différentes doses de *Nemacure* sur *Ditylenchus dipsaci*

## 2. Effet de l'extrait aqueux du mélange *Tagetes patula* sur le développement de *Ditylenchus dipsaci* sur fève.

L'analyse nématologique des tiges de la fève des différents traitements nous a permis de déterminer le nombre moyen des nématodes dans les tiges, ces résultats sont consignés dans le tableau XII.

Ces données nous permettent de relever les points suivants :

Avant plantation le nombre de nématodes moyen est respectivement de 686 ,4 et 495,6 par plant pour les concentrations de 50 à 100%.

Après plantation ce nombre atteint 889 et 747,8 nématodes par plant respectivement pour les concentrations 100% et 50% de l'extrait de *Tagetes patula*.

Dans le cas de traitement chimique le nombre moyen de nématodes enregistrés est de 703 nématodes par plant.

Les effectifs de *D. dipsaci* le plus élevé ont été enregistrés dans le témoin avec une moyenne de 1438,2 nématodes par plant.

Enfin, le tableau nous montre que le traitement préventif aux concentrations 50 et 100% est le plus efficace avec respectivement un pourcentage de diminution de 52 et 65% .

Le traitement chimique a révélé une efficacité similaire à celui du traitement préventif à 50%

Après plantation aux concentrations 50 et 100% le pourcentage de diminution du nématode est moindre et il est respectivement de 38 et 48 %.

L'analyse de la variance basée sur le test de Fisher montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différents traitements par rapport au témoin (Tableau XVI).

**Tableau XII: Effet de différents traitements de l'extrait foliaire (mélange) de *T.patula* sur les effectifs de *Ditylenchus dipsaci* sur fève.**

Traitements	Nombre moyen de nématode par plant de fève	Facteur de Reproduction R= Pf/Pi	Pourcentage de diminution (%)
Avant plantation	495,6	2,4	65,5
Traitement 100%	686,4	3,43	52,28
Traitement 50%	747,8	3,73	48
Après plantation	889	4,44	38,19
traitement 100%	703		51,12
Traitement 50%	1438,2		
Traitement chimique			
Témoin			

Pf= population finale, Pi= population initiale

**Tableau XIII : Classement des groupes homogènes des moyennes des effectifs de *D. dipsaci* par plant des différents traitements par rapport au témoin selon le Test de Fisher (LSD).**

Traitements	Moyenne	Groupes homogènes
Traitement 100% avant plantation	495,6	D
Traitement 100% après plantation	889	B
Traitement 50% avant plantation	686,4	C
Traitement 50% après plantation	747,8	C
Témoin	1438,2	A

En effet le classement des moyennes des effectifs de *D. dipsaci* par plant nous

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

---

indique qu'il y'a 4 groupes. Toutefois, le traitement avant plantation aux concentrations 100% et 50% et après plantation à la concentration de 50% présentent une différence non significative par rapport au traitement chimique (tableau XVI) ;

**Tableau XIV : Classement des groupes homogènes des moyennes des effectifs *D. dipsaci* par rapport au traitement chimique selon le Test de Fisher (LSD).**

Traitements	Moyenne	Groupes homogènes
Traitement 100% avant plantation	2,4	<b>B</b>
Traitement chimique	3,5	<b>C</b>
Traitement 100% après plantation	3,73	<b>B</b>
Traitement 50% avant plantation	3,43	<b>B</b>
Traitement 50% après plantation	4,44	<b>A</b>

Les résultats présentés dans le tableau montrent que le facteur de reproduction est élevé chez le témoin et atteint 7,19, le plus faible a été noté au cours du traitement avant plantation avec la solution biologique de *T. patula* à une concentration de 100%.

Les traitements avant plantation à la concentration 100% et le traitement chimique présentent un facteur de reproduction similaire avec respectivement 3, 43 et 3,5. Nous pouvons dire que ces résultats montrent que le nématode s'est bien multiplié, en effet les conditions de l'expérimentation étaient favorables au développement de la maladie.

## **2.2. L'effet de l'extrait de *T. patula* sur la sévérité de la maladie:**

La notation de la sévérité selon l'échelle de Hanounik et *al.*, (1986) a été attribuée tout le long de l'essai afin de déterminer la période d'apparition des symptômes .

Les premiers symptômes de la maladie due à *D. dipsaci* ont été observés 28 jours après l'inoculation au niveau des plants non traités (témoin), la maladie s'est manifestée par la présence des nécroses au niveau du collet, ces nécroses ont évolué progressivement au niveau des tiges. Des symptômes de gonflement ont été notés au bout du 36<sup>eme</sup> jour.

La manifestation des symptômes s'est aggravée à la fin de l'essai. Ainsi, des déformations des tiges et des raccourcissements d'entre –nœud ont été observés.

Des symptômes pratiquement similaires ont été relevés m au niveau du traitement après plantation à la concentration de 50% et le témoin avec des symptômes plus accentués. De ce fait la sévérité moyenne pour ces deux traitements est respectivement 8, 2 et 7,4.

**Tableau XV : Effet des différents traitements sur la sévérité moyenne de la maladie**

Les différents traitements	Sévérité de la maladie selon l'échelle de Hanounik et <i>al.</i> , (1986)
Avant plantation Traitement à 100% Traitement à 50% Après plantation Traitement à 100% Traitement à 50% Traitement chimique Témoin	4,2 5,4 6,2 7,4 5,8 8,2

#### 2.4. Effet de l'extrait aqueux du mélange de *T. patula* sur la croissance des plants:

L'efficacité de l'extrait de *T. patula* a été également estimée sur la croissance des plants de fève. Les résultats sont représentés dans la figure (12). Les valeurs moyennes des hauteurs des plants de fève sont plus importantes au niveau du traitement chimique et celui du traitement avant plantation à la concentration 100% ; en effet elles sont respectivement de 76,6 et 72,6 cm.

En ce qui concerne les traitements avant plantation à 50%, et après plantation à 100% les valeurs obtenues sont sensiblement similaires à celui du témoin avec respectivement 64, 2 63, 6 et 62 ,6 cm. Le pourcentage d 'augmentation de la croissance des plants de fève est important excepté pour et les traitements avant plantation à la concentration 100% (Fig 12 ) et chimique est atteint est respectivement de 15,97 % et de 22, 36 .

Les traitements à 50% avant et après plantation et avant plantation à 100%, le pourcentage de croissance est négligeable et varie entre 0, 3 à 2, 5%.

En effet, l'analyse de la variance basée sur le test de Fisher de la hauteur des plants (en cm) révèle une différence significative pour ces deux traitements. Cependant pour les autres traitements la différence est non significative par rapport au témoin (Tableau XVI).

##### Remarque :

L'effet des extraits aqueux de *Tagetes patula* sur le nombre de nématodes dans les graines et l'effet sur les composantes du rendement n'a pas pu être étudié, du fait des attaques dues aux maladies comme le *Botrytis*, le *fusarium* et aux ravageurs tels que les pucerons et les sitones qui se sont manifestées en fin de culture, de ce fait, il serait souhaitable de poursuivre ces travaux en étudiant ces paramètres.

Tableau XVI. Classement des groupes homogènes en fonction des moyennes de la hauteur des plants part rapport au témoin.

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

Traitements	Moyennes	Groupes homogènes
Traitement 100% avant plantation	72,6	A
Traitement 100% après plantation	62,8	B
Traitement 50% avant plantation	64,2	B
Traitement 50% après plantation	63,6	B
Témoin	62,6	B

La comparaison des différents traitements par rapport au traitement chimique par le test

Fisher de a révélé la présence de deux groupes homogènes tableau XVI.

**Tableau XVI : Classement des groupes homogènes e, fonction des moyennes de la hauteur des plants par rapport aux traitements chimiques.**

Traitements	Moyennes	Groupes homogènes
Traitement chimique	76,6	A
Traitement 100% avant plantation	72,6	A
Traitement 100% après plantation	62,8	B
Traitement 50% avant plantation	64,2	B
Traitement 50% après plantation	63,6	B

### III. Discussion

Cette étude nous a permis de mettre en évidence l'efficacité *in vitro* des extraits différents partis chez les trois plantes testées sur la mortalité de *Ditylenchus dipsaci*.

Les plantes constituent une source importante à partir desquelles on peut obtenir des biopesticides. Des insecticides d'origine végétale comme par exemple le pyrèthre ont été développés et commercialisés contre les insectes, et de composés à activité nématocide ont été isolés à partir des plantes notamment ceux de la familles des *Asteraceae* et des *Meliaceae* .

L'activité nématocide mise en évidence au cours de nos essais peut être attribuée aux composés présents dans les feuilles, graines, ou racines des plantes testées. En effet, ces plantes sont très toxiques et très riches en huile essentielle, cette dernière contient une dizaine de composés parmi lesquels, les terpènes et les alcaloïdes ( Gommers, 1981) .

Ainsi, des dérivés de 2-thiényl, et de composés comme 2,3-4,2-thiényls et plusieurs méthyl polythiényl ont été isolés à partir de *Tagetes erecta* et *T. patula* et se sont révélés efficaces et présentent une forte activité nématocide (Uhlenbroek et Bijloo, 1958 ; Chitwood, 1992).

D'autres composés caractérisés comme étant des thiophènes ont été également identifiés chez différentes espèces de *Tagetes* (Tang et al. , 1986 ; Chitwood, 2002). La présence de métabolites biocides connus comme étant des thiophènes sont présents également dans les feuilles et les racines de *T. mendocina* et *T. argentina* (Benavides et Caso, 1992), ces dernières plantes sont reconnues possédant une activité nématocide.

Enfin, des composés appartenant au groupe des flavonoides ont été identifiés chez le genre *Tagetes*. Ces constituants possèdent également une activité nématocide à l'égard de nombreux nématodes phytophages (Chitwood, 2002 ; El allagui et al., 2006) .

De même, des composés ont été isolés respectivement à partir des feuilles de *Lantana camara* identifiées comme la lantonoside , la lantanone et l'acide camarinique. En ce qui concerne le composés majeurs identifiées dan les feuilles et les graines de *Melia azedarach* sont le limonides comme l'azadirachtine, le nimbin et le salamine (groupes de triterpènes ) sont le plus connus. Des fractions de stéroïdes et de glycosides ont été également déterminés . Tous ces composés présentent une très forte activité nématocide vis à vis de nombreux nématodes phytophages (Gommers, 1981 ; Begum et al., 2000 ; Akhtar , 2000 in : Chitwood , 2002 ).

D'autres composés chimiques sont présents dans les feuilles comme les tanins, l'éstragol, le linéol, les phénols, les tanins, et les saponines, en effet, ces derniers constituants sont connus pour leur intervention dans les mécanismes de défense des plantes contre les nématodes.

Les mécanismes d'action de ces substances restent encore très peu connus , certains auteurs émettent l'hypothèse que la relative sensibilité des différents groupes de nématodes aux composés chimiques contenus dans les plantes est fonction de la perméabilité de la cuticule; en effet les molécules ne peuvent avoir accès aux tissus des nématodes phytoparasites et pénètrent à travers la cuticule; cependant d'autres auteurs avancent que le mode d'action est similaire à celui des insectes c'est-à-dire que ces molécules agissent au niveau du système nerveux par inhibition de l'acétylcholinestérase (Oka et al., 2000 ; Abbaly et al., 2004).

les résultats concernant l'incidence des extraits sur le développement de la maladie qui ont révélé une diminution des effectifs de *D .dipsaci* et un taux de reproduction de 4,2 à 7,19 peuvent être attribués à l'action toxique des solutions biologiques qui contiennent des toxines nématocides, diffusées dans le sol pourraient neutraliser, ou encore désorienter les nématodes (Christie, 1960). ). D'autres auteurs pensent que celles ci en se dispersant dans le sol tuent les nématodes (Korayem et Osman ,1992).

Selon Bekkal 1994 in Caubel et al., (1998) l'extériorisation des symptômes est en relation avec le facteur de reproduction.. D'après ce même auteur, les populations finales de *D. dipsaci* varient beaucoup et peuvent atteindre des dizaines de milliers d'individus quand les conditions sont favorables.

Par ailleurs, le mode d'application de l'extrait avant plantation est celui qui a induit une diminution importante des effectifs de *Ditylenchus dipsac* ; en revanche les traitements après plantation ont enregistré une diminution moindre, de ce fait il serait souhaitable de réaliser des tests en effectuant deux ou trois applications de l'extrait végétal après plantation.

L'effet des extraits végétaux a fait l'objet de nombreux travaux vis à vis de plusieurs nématodes phytophages. Ainsi, l'efficacité de *Tagetes erecta* , *Origanum vulgare*, *Origanum syricum* (Lamiaceae ) , *Peganum harmala* (Zygophyllaceae ) , *Ceratonia siliqua* (Fabaceae) a été signalée contre les *Meloidogyne*.

Aballay, 1995 in : Raimundo (2003) et Belaid (2007) rapportent l'efficacité de *Ruta graveolens* (Rutaceae ) , *Aristolelia chilensis* (Elaeocarpaceae) et *Cestrum parqui* (Solanaceae) contre *Ditylenchus dipsaci*.

Enfin, Insunza et Valenzuela (1995) signalent l'efficacité de *Ruta graveolens* à l'égard de *D. dipsaci* aux faibles concentrations pour une période de 24 heures. Ces mêmes auteurs enregistrent également l'activité nématocide des extraits aqueux d'*Asparagus* spp et *Alium sativa* ( Liliaceae ) , *Tagetes* spp vis à vis des juvéniles de *Ditylenchus dipsaci* .

Vu les potentialités nématocides de *Tagetes*, il serait souhaitable de poursuivre ces travaux notamment en déterminant les mécanismes mis en jeu, identifier les composés responsables de cette action.

Enfin, tester cette plante dans les conditions naturelles comme culture dérobée avec la fève afin de déterminer son mode d'application (densité, période etc ...).

Compte tenu des préoccupations actuelles, l'utilisation des plantes nématocides peut constituer une voie d'avenir très intéressante et prometteuse pour l'agriculture algérienne.

## Conclusion

De part sa large distribution dans les parcelles de fève, et la dominance de la race géante en Algérie *Ditylenchus dipsaci*, constitue l'espèce la plus redoutable pour les légumineuses alimentaires et particulièrement sur fève dans les conditions algériennes. Sa pathogénie est connue depuis plus d'une décennie, par ailleurs, la recherche de méthodes

de lutte contre ce parasite s'avère nécessaire.

De ce fait, l'utilisation de la solarisation du sol de part son intérêt dans le monde

et celle des substances naturelles à partir des plantes constituent une voie intéressante et prometteuse vu les avantages qu'elles présentent. De même l'aspect sur l'état sanitaire des semences de fève du à ce nématode a été abordé, sachant qu'elles constituent un moyen

de dissémination très efficace.

Dans ce présent travail, les résultats ont montré que les semences en provenance de diverses zones sont infestées avec une moyenne de 17, 50 avec 77 nématodes par graine.

Les résultats préliminaires sur la valeur nutritionnelle par les attaques sur graines par *D. dipsaci* ont révélé une diminution des protéines totales et une diminution du potassium. Par contre, aucun effet n'a été mis en évidence sur les acides aminés. Ces résultats méritent d'être confirmés par l'analyse d'un nombre important d'échantillons.

De ce fait la production de semence saine serait l'action à développer à moyen terme,

en délimitant les zones non infestées ; pouvant servir à la multiplication de semences et éviter leur infestation. de même, des actions de vulgarisation en sensibilisant les agriculteurs aux attaques dues à ce nématode doivent être menées.

La solarisation du sol testée dans la région de Biskra s'est révélée efficace en comparaison avec les nématicides , parmi ces derniers le némacur paraît plus efficace.

Il ressort de cette étude que le traitement solaire permet non seulement de réduire les populations de *D . dipsaci* mais aussi stimule la croissance des plantes, diminue les mauvaises herbes et améliore aussi les rendements de la fève ; cependant le coût de ce procédé peut être une contrainte à son application particulièrement pour une culture comme la fève.

En revanche, l'application à court terme de cette technique dans cette région qui offre les conditions favorables, serait une solution intéressante au problème de ce parasite de quarantaine dans les parcelles de production de semences de fève, afin d'obtenir des graines

de qualité satisfaisante.

A long terme, les recherches sur la solarisation du sol méritent d'être développées dans un contexte global ; en effet, cette méthode peut constituer un moyen de lutte efficace contre plusieurs agents pathogènes de la fève et des mauvaises herbes.

Ces résultats confirment les données acquises concernant l'efficacité de cette technique dans les zones sahariennes réalisées sur plusieurs essais en Algérie. Une attention particulière doit être prise pour montrer l'intérêt de cette méthode, une sensibilisation des agriculteurs est indispensable particulièrement dans les zones sahariennes qui offrent les conditions favorables à son application, vu l'importance des données sur cette technique qui est préconisée (et même appliquée) comme méthode alternative aux traitements chimiques dans les pays du moyen Orient.

Enfin, L'effet des extraits aqueux des plantes de *Melia azedarach* , de *Lantana camara* et *Tagetes patula in vitro* sur la mortalité de *Ditylenchus dipsaci* a montré que le taux maximal de mortalité est observé à une concentration plus élevée ( S ) et à la période d'exposition plus longue ( 72heures ) pour chacun des extraits testés .

In vivo, l'application des extraits de *Tagetes patula* dans le sol avant et après la plantation de la fève montre une efficacité seulement pour le traitement préventif.

Après plantation, il serait souhaitable de tester ces extraits avec deux ou trois applications.

Afin de développer les moyens de lutte contre ce nématode, des études plus poussées doivent être entreprises. Elles doivent viser la recherche d'autres plantes nématicides ainsi que leur utilisation dans les conditions naturelles plus précisément si elles peuvent être employées comme préventive et curative.

Enfin, les problèmes nématologiques ne peuvent être résolus par un seul procédé mais, par l'association de tous les moyens disponibles : résistance variétale, solarisation

---

du sol , lutte biologique , date de semis, plantes nématocides .



---

## BIBLIOGRAPHIE

- ABBAD - ANDALOUSSI . F., AUBEL G., et ESQUIBET M, 1995 – Resistance in *Vicia faba* to a gaint of the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci*. *Nematologica*, 41: 278.
- ABBAD - ANDALOUSSI . F., SELLAMI S., KACHOURI N., KHARRAT M., HAMAOU M., 1996 - Le nématode des tiges, *Ditylenchus dipsaci*, parasite de la fève et la féverole (*vicia faba*) dans le Maghreb. In: Rehabilitation of faba Bean. Rabat
- ABBAD -ANDALOUSSI., F., BACHIKI J., 1996 – Les nematodes des cultures des fève et de pois chiche au Maroc. In : Symposium Régionale sur les maladies des céréales et des légumineuses Alimentaires, 11 – 14 Novembre 1996, Rabat, Maroc, 51-56.
- ABBAD -ANDALOUSSI, F BACHIKHI, 1998 - Le nématode des tiges *Ditylnchus dipsaci* , *Vicia faba* au Maroc .In Les légumineuse alimentaires méditerranéenne ,contraintes biotiques et potentialité de développement .Renne ,France P165-162.
- ABBAD - ANDALOUSSI. F., et SELLAMI S., 1998- Screening of *Vicia Faba* resistance to the giant race of *Ditylenchus dipsaci* in Maghreb region . Proceedings: Opportunities for high quality, healthy added value crops to meet European demands. 3<sup>RD</sup> Conference on grain legumes.
- ABBAD- ANDALOUSSI. F., BACHIKHI J., 1998- Les nématodes des tiges *Ditylenchus dipsaci*, *vicia faba*, au Maroc. In : Les légumineuses alimentaires méditerranéennes, contraintes biotiques et potentialité de développement .Rennes, France, P 165 172.
- ABBAD- ANDALOUSSI. F., SELLAMI S., KACHOURI N. & CHADLY F. 2002- Le nématode des tiges, *Ditylenchus dipsaci*, parasite de *Vicia faba* au Maghreb. In:

- Proceeding sur le devenir des légumineuses alimentaires au Maghreb .Hammamat, Tunisie..83p.
- ABBALY L.E., SEPULVEDA R., INSUNZA V., 2004 – Evaluation of five nematode-antagonistic Plants used as green manure to control *Xiphinema index* thorne et allen on vitis vinifera. *Nematologica*. Vol.34, N° 1. pp. 45-52.
- AIT IGHIL.M., & CAUBEL. G., 1986 – Contamination des grains de *Vicia faba* par le nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci*. Conséquences épidémiologiques. *Seed Sci. Technol.*, 14, 413-438.
- ANONYME., 2005 a – FAO Les légumineuses au moyen orient et en Afrique du nord Le bulletin bimensuel, vol. 15,N° 5. [www.uneca.org/eca](http://www.uneca.org/eca).
- ANONYME., 2005 b-*Ditylenchus dipsaci* .Fiche informative sur les organismes de quarantaine .5 p.
- ANONYME, 2006 – Bulletin mensuel Office National de la Météo Aéroport de Biskra.
- ANTOON T.P., STAPLETON J.J., 2001 – Glass-house studies on the effects of time, temperature and amendment of soil with broccoli plant on the infestation of melon plants by *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. *Journal of Nematology* vol 3, N° 8pp. 855-861.
- ALI N.A., SIDDIQUI L.A, SHANKAT I.A., ZAKI M.J., 2002 – Nematicidal activity of some strain of *Pseudomonas* spp. *Soil. Biol. Biochem.* 34. 1051-1058.
- ARRUFAT. A., DUBOIS. M., MARCOTTE. P. and MARTIN. C., 1998 – Désinfection alternative des sols et coûts de production biophysio. *Culture légumière*, H.S. Octobre, 22 -26.
- BAICHEVA O., BUDUROVA L., 1994 – Morphological investigation of *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn, 1857) Filipjev, 1936 from the regions of Bulgaria. *Biotechnol. et biotechnological Equipment*, 8,N°2,112-115.
- BATES J. A., TAYLOR E.J., GANS, P.T., et TOMASJ.E. 2002 -Determination of relative proportion of *Glogodera* species in mixed populations of potato cyst nematodes using PCR product melting peak analysis. *Mol. Plant. Pathol.* 3:153-161.
- BATTY R. S., 1982 - Albumin proteins of eight edible grain legume species : electrophoretic patterns and amino acid composition. *J. agric. Food . chem*, Vol. 30, n. 03, pp 620-622.
- BEGUM S., ANELA W., SIDDIQUI B. S., QUAMAR F.,2001 – nematicidal constituents of the aerial parts of Lantana *J nat. Prod* 63(6) 765-767.
- BELAIB L., 2007 – Evaluation de l'activité nématocide de quelques plantes contre *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda : anguinidae). Thèse; Ing. Agr. INA., El Harrach, 41 p.
- BENAVIDES M.P. CASO ,1992 – Occurrence of thiophenes in two wilt species of *Tagete*. *Phyton*.27-29.
- BELLATRACHL., 2000 – Efficacité de deux acaricides et trois extraits végétaux vis à vis d'une population du *Tetranychus barrabarrinus* (Acari: *Tetranychidae* sur culture de l'haricot Mem. Ing, Inst. Nat. Agro. El Harrach.93 p.
- BOUDJEMMA S.,2004 - Contribution à l'étude de l'influence des extraits foliaires de *Melia azadirachta* d'*Eucalyptus globulus* sur le comportement de ponte de *Platyedra operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) dans les stades . Thèse. Ing. Nat. Agro El

- Harrach.Alger. 59 p.
- BOUSNINA Z., 1995 – Contribution a l'étude de *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn 1857) Filipjev 1936 (NEMATODA, ANGUINIDAE) sur fève : *Vicia faba* dans l'est Algerien. Thèse Magister. Inst. Agro. El Harrach, 118p.
- BOUTALEB A. , 2003 – Elaboration d'un outil d'aide à la décision en matière de traitement phytosanitaire dans la région de Meknès. JOUTEI (Maroc) p1-46.
- BRUNET PH SARROBET B PARIS-PIERYNE N.1988.Adaptation d'une méthode d'analyse des acides aminés par chromatographie liquide à haute performance .J. chrom.455.173-182.
- CAUBEL G., 1968 – L'anguillule des bulbes et des tiges dans les cultures d'alliacées de l'ouest de la France. Phytoma, n°203, I.N.R.A. (Rennes), pp.37-43.
- BUNT JA., 1979 - .Effect and mode action of nematicide ethoprophos. Meded .Fac. landbouwwet .Gent , 44,357-366.
- CAUBEL G. , 1988 – La recherche nématologiques dans le cadre de la coopération France-Maghreb de 1994 à 1996. In : légumineuses alimentaires méditerranéennes, contraintes biotiques et potentialité de développement Rennes, France. 155-156.
- CAUBEL G., 1971- Le problème du nématode des tiges et des bulbes en France; In : les nématodes des culture.Jour. Edude. Informa. ACTA., Paris 218-223.
- CAUBEL G., 1993 – Nématodes as pests of quarantine significance in seeds. Works shop on quarentine for seed in the Near East, Alep Syria.8, N°42, 22-24.
- CAUBEL G., ESQUIBET M., 1995 – Le nématode des tiges en culture de légumineuses. Phytoma, n° 476, Paris,pp. 25-30.
- CAUBEL G., ESQUIBET M., & PORTE C., 1997 – La résistance variétal pour lutter contre les nématodes: cas de *Hererodera schachtii* et *Ditylenchus dipsaci* sur féverole. 4Éme Conf. Int. Ravageurs Agric, Montpellier; Ann, natle Prot Plantes,1013-1020.
- CAUBEL G.,ABBAD ANDALOUSSI .F., BEKAL S., BOSSIS M., ESQUIBET M., & SELLAMI S.,1998- Variabilité de population du nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci* sur quelques légumineuses a grosses graines. In : Les légumineuses alimentaires méditerranéennes, contraintes biotiques et potentialité de développement. Rennes, France. 173-186.
- CAUBEL G., ABBAD ANDALOUSSI F., BEKAL S., DI VITO M., ESQUIBET M., 1998 – Les légumineuses alimentaires méditerranéennes contraintes biotiques et potentialités de développement 2<sup>e</sup> séminaire GRAM, Ed INRA, Paris colloques, N° 88. 58-61.
- CAYROL J.C.,DJIAN C., PANCHAU D., MATTEI E., FRANKOWSKI J.P., PIJAROWSKI L.,1992- La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites possibilité actuelles et perspectives. Bull Info. Zool. N°7,56-62.
- CELETTI M. M., CLARKE T.& POTTER J., 2000 – Bulb and stem nematode in onions and carrot.N°62. 34-39.
- CHATTER A., LASKAR S., GHOSHMAJUMDAR S., 1982 – Nematicidal principales forme specise of *Lamiaceae*,J. Nematol. 14 : 118-120,
- CHELLEMI D.O., 2006 – Effet of urban plant debris and stem nematode in anions and

- parasitic neatodes, Phytophatho blight and *Pythium* root of bell pepper. Crop Protction. 25: 125-128.
- CHEN Y., GAMLIEL A., STAPLETEN JJ ., AVIAD T., 1991 – Chemical, physical and microbial changes related to plant growth on disinfected soils . In : Katan J. De Vay JE (eds) soil solarisation CRC. Press, Boca Raton, Fla, pp 103-129.
- CHITWOOD, 1992 – Nematicidal compounds from plants.pp 185-204 in Nigg and D Seigle, Eds. Phytochemical ressources for medecine and agriculture.New York. Plenum. N°24:258-260.
- CHITWOOD, 2002 : Phytochemical based strategies for nematode control. Ann .Rev. Phytopathol.N.40,221-49.
- COYNE ; D.L. et PLOWRIGHT R.A., 1998 – Use of solarisation to control *Heterodera Sacchari* end other plant parasitic nématodes in the field : a modified technique for experimental purposes. International journal of Nematology. 8(1) : 81-84.
- CULMAN D.L PLOWRIGHIT R.A., 1998 – Use of solarisation to control. Ann. Rev.Phytopathol N°40 221-249.
- DALAMASSO A., 1966 – Methode siple d'extraction des nématodes du sol,Rev,d'Ecol,sol, (3), 474-476.
- DEBRAY F ., ABECASSI E ., 1896 .Le *Tylenchus devastatrix* kuhn et la maladie vermiculaire des fèves en Algérie .Algérie Agricol , 1-55, 143-144.
- DESANGER J., RAO M.R ., 2000 – Effet of field establissement methods on root-knot nematode (*Meoidogyne spp*) infestation and growth of *Sebania sesban* in westen Kenya. Crop Prot. 20 , pp31-41.
- DE GUIRAN G. 1983- Les nématodes parasites des cultures en pays tempérés. Ouvrage : « Nématodes les ennemis invisible » Ed. Le littoral S.A. Beziers. 42p.
- DI VITO M., GRECO N., ORESTE G., CATALAN O., SAXENA M.C., SINGH K. B., KUSMENOGLU I., 1994 – Plant parasitic nematodes of legumes in Turkey. Nematol. Medit, 22, 245 – 251.
- DI VITO, M .GRECO N.; HALILA H.M. ; MABSOUTE L. ; LABDI M. ; BENIWAL SP.S et SOLH, M.B. 1994 - Nematodes of cool season food legumes in North Africa Nematol. medit. 22 : 3-10;
- DI VITO, M. et TROCCOLI, A. 2001 – Endoparasitic nematodes of *Vicia faba* in North Africa. Symposium of Legumed, Grain Legumes in the Mediterranean Agriculture. IAV Hassan II, Rabat, Morocco.
- DJERROUDI O., 2001 – Contribution à l'étude de la nuisibilité de *Meloidogyne javanica* (Nematoda : Meloidogynidae) sur aubergine. Essais de traitements chimique, biologique et solaire contre ce nématode sous abri-plastique dans la région de Ouargla. Thèse Magister. Inst. Agro. El Harrach, 123p.
- EDONGALI E.A. et TUNIS M.M., 2006 . The use solarisation in weeds and nematode management. Abstract Book 9<sup>th</sup> Arab Congress of Plant Protection Damascus 19- 23 Nov, Syria.
- EDDOUD. A.,2001 : Contribution à la mise en place d'une méthode de lutte contre les nématodes à galle du genre *Meloidogyne* (Nematoda- Meloidogynidae) sous abris serres dans la région de Ouargla. Thèse Mag. Inst. Agro. El Harrach, 142p.

- 
- ESQUIBET M., BEKAL S., CASTAGNONE-SERENO P., GAUTHIER J-P., RIVOAL R., et CAUBEL G., 1998 : Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire de Zoologie, Rennes,+ Laboratoire de Biologie des Invertébrés Antibes. *Heredity* 81 291-298.
- ESQUIBET M., GRENIER E., PLANTERD O., ABBAD ANDALOUSSI F. et CAUBEL G., 2003-: DNA polymorphism in the stem nematode *Ditylenchus dipsaci* : development of diagnostic markers for normal and giant races. *Genome* 46 : 1077-1083.
- EL ALLAGUI N., BOURIJAT M., TAHROUCH S., et HATIMI A., 2006- Effet de cinq extraits végétaux sur *Meloidogyne spp* de la tomate In : congrès international de biochimie Agadir, 357-360.l
- ELMOR G.L., STAPLETON J.J., BELL C.E., DEVAY J.E., 1997 – Soil solarization an pesticides ethode fonctrolling diseases, Nematode, and weeds vetebel, recherche and information Univ of California 16p,
- FE ARDRES M., CABRERA J., 2002 – Comparison of physical and chemical methods of controlling *Ditylenchus dipsaci* in garli crops. In: Fourth international congress of namatology programme and abstracts. N°501pp 255-259.
- FEUILLET .,P ABACCASSI J., ALARY R.,1977 - Description d'un nouvel appareil pour mesurer les propriétés viscoélastique des produits céréaliers .Application à l'appréciation du gluten , des pâtes alimentaires et du riz .Bull. Ec. For .Muen.273 :97.
- FILLIACHI K., 2002 – Le developpement des légumineuses alimentaires et les perspectives de relance en Algerie In Garlic crops. In Fourth international congress of neatology programme and abstracts. N° 311: 221227.
- GUENDOUZ-BENRIMA A., DOUMANDJI B., 2006 . Effect of plant extracts of *Eucalyptus gomphocephala* and *Melia azedarach* on *Shistocerca gregaria*,.in Abstract book ; 9th Arab .Congress of Plant Protection. Damascus . Syrie. p153.
- GARIBALDI. A , 1987- Impiego dei materiali plastici nella solarizzazione de terreno. Anno Estratto di colture protette, XVI,n° 11.pp.25-28.
- GRAINGE M., AHMEDS., 1988 – Handbook of plant with pest control properties. Wiley and sons. New York 238-248.
- GAUR. H., et PERRY. R. N., 1991- The use of soil soarization for control of plant parasite nematodes . *Nematological abstrat*, vol. 60, N° 4. pp. 154-167.
- GRECO N , LAMBERTI F BRAN DONISIO A 1976. Susceptibilita di tre varieta di ci copolla *Ditylenchus dipsaci* . *Nematol.Medit.* 4 :57-62.
- GRECO N., BRAN DONISIO A., ELIA F., 1985 - .Control of *Ditylenchus.dipsaci* , *Heterodera avenae*, *Meloidogyne javanica* by solarization . *Nematol.Medit.* 13:191-197
- GRECO N., DI VITO M., SAXENA M.C., REDDY M.U., 1988 – Investigation on the root-lesion nematode, *Pratylenchus thornei*, in Syria. *Nematol. Medit*, 12, 87-93.
- GHINI R., PATRICIO F.R.A., SOUZA M.D., SINIGAGLIA C., BARROS B.C , CANTARELLA H., 2003- Efeito da solarização sobre propriedades físicas , químicas , e biológicas de solos . *Rev.Brasileira de Ciencia so smo.* N°27:71-79.
- GREEN C.D., 1979 – Aggregated distribution of *Ditylenchus dipsaci* on broad bean seeds *Ann. Appl. Biol.*, 92pp 271-274.
-

- HAY F.S., et REGNAULT L., 1995 Introduction of the Endoparasitic Nematophagous Fungus *Verticillium Balanoides* Into White clover ( *Trifolium Repens* ) by Its Host . Stem Nematode (*Ditylenchus dipsaci*).In : Australasian Plant Pathology. Vol. 4, N 24pp 249-251.
- HANOUNIK S.B., HALILA H., HARABI H., 1986. Resistance in *Vicia faba* of stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*); *Fabis, Newsl*, 16pp37-39
- HOOPER D.J., 1972 – *Ditylenchus dipsaci* in description of plante-parasitic nematodes. C.I.H., set 1, n°14,4p.
- HOOPER D.J., 1983. Observation of nematode *Ditylenchus dipsaci* attacking field beans, *Vicia Faba*, Rhamsted report, part 2, 234 p.
- IBRAHEEM AL., BAHREN WE., 2006 – Antimicrobiol effet of some plant extracts on formation of grown galls caused by agrobacterien on pea seedlindAbstract Book 9<sup>th</sup> Arab Congress of Plant Protection Damascus 19- 23 Nov, Syria.257p
- ISRAEL., S MAWAR., R et LODHA., S 2005- Soil solarisation, amendments and bio-control agents for the control of *Macrophomina phaseolina* and *Fusarium oxysporum* f.sp. *cumini inaridisols*. *Annals of Applied Biology* 146 (4), 481-491.
- INSUNZA V.E., ABALLAY E., MACAYA J., 2001 – Nematicidal activity of aque plant extracts on *Xiphinema index**Nematologia mediterranea* 29(1) 35-40,
- JONHNSON W.C., DAVIS R.F., MULLINIX B.G 2007- An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyprus esculentus* and nematode management in the son the astem coastal plain. *Crop pretection* 26 1660-1666.
- KATAN J 1981 – Solar heating (solarization) of soil control of soil-bone pests *Ann. Wiely and Rev.Phytopatathol.*19 : 211-236.
- KATAN. J, 1987- Soil solarization. In Chet I., *Innovative approaches to plant disease control* Ed J. Wiely and soons, New York. Pp.77-105.
- KATAN J., GRINSTEIN A., GREENBERGER A., YARDEN O., DE VAY J.E 1987. The first decade (1976 -1986) of solarisation (solar – heating) : achronological bibliography. *Phytoparasitica* 15 (3) : 229 – 255.
- KATAN J., et DE VAY J.E ., eds 1991 – *Soil solarisation* . CRC Press, London 267 p.
- KATAN J., 2000 – The methyl bromide issue : problems and potentiel solutions. *Journal of plant pathology*, 81 (3). 153-159.
- KATAN J 2000 . *Physical and cultural methods for management of soil born pathogens.* *Crop . Prot .* 19, 725-731 .
- KORAYEM A. M., OSMAN H. A., 1992 – Uber nematicide wirkugender henna plat *lawsonia* gegen den nematode *Melodoigyne incognita* . *Ann Univ* 65: 14-16.
- KHAN A., WILLIAMS K.L.M., 2006. Infection of plant-parasitic nematodes by *Paecilomyces lilacinus* and *Monacrosporium lysipagum*. In: *Journal article.* *Biocontrol.*p 698.
- KUHMHOLD V., KIENNICKS S., SEKORA . R., 2006 – Development of am in vivo bioamay to identify sugar beet resistance to the stem nematode *Ditylenchus dipsaci*. *Nematology*, vol (5), 641-645,
- KERHARO J., ADAM ,1974 – Le phonacopée senegalaise traditionnelle. *Plant*

- medicinale et toxiques; d v.Cot, frèrs Paris 6 p1011
- KUMAR.,S., 1996- Efficac of plant leaves, root amendment and nematicides againt root-knot nematode. Agricultural journal, 38(8).pp530-540.
- LAMBERTI. F. BASILE M., 1991 – Imrovement in plastic techology for soil heating .p. 309-330 In « soil solarization ». Eds., JE., Devay ,JJ., Stapleton , C.I., Elmore, FAO plant production and pretection . P 109. rome 396pp.
- LAMBERTI. F., SASANELLI. N., D'ADDABBO. T., D'ALOISIO. V., et DE COSMIS. P., 2000 – Chemical treatments and soil solarization for the control of the stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* on onion. Nematologia mediterranea . Vol. 29 , N° 2 Italy.p 874.
- LOUNICI., M., 1998 – Détermination spécifique des Meloidogyne et contribution à l'étude de l'efficacité de la solarisation du sol contre ces nématodes. Thèse de magistère INA EL Harrach.
- MAATOUGUI M.E.H ., 1996 – Situation de la culture des fève en Algérie et propective de relance In: Rehabilitation of Faba Bean (Marocco) . 17-23
- MAHDY A.M.M., ABD EL MAGEED M.H., ASHOUR G.M., 2006 -Effect of some crude plant extracts and oils in controlling cucumber powder milden (*Sphaerotheca fuliginea* ) under commercial protected houses . Abstract Book 9<sup>th</sup> Arab Congress of Plant Protection Damascus 19- 23 Nov, Syria.p 188.
- MINUTO A., GIRARLDI G., GULLINO ML.,AND GARIBALDI A. , 2000. Combinaison of soil solarisation and dazomet against soil borne pathogens of glasshouse-grown basil, tomato and lettuce. Proceedings of the fifth International Symposium on Chemical and non Chemical Soil and Substrate Disinfestation . Ed. Lodovien Cullino, Jaacov Kuhn , Alberto Mitth. 165-170.
- MINUTO. A, SPADARO. D . GARIBALDI. A et GULLINO M.L. 2005 : Control of soilborne pathogens of tomato using a commercial formulation of *Streptomyces griseoviridis* and solarization, Crop Prot. **25** (2005), pp. 468-475.S
- MORDUE A.J ., BLACKWELL A., 1993 - Azadirach update. Insect Physiolo 39: 903-924.
- MUSLAH OH and AL –JEBORI MK. , 2006. Influence of some plants extracts in reducing decay of stored tuber of *Solanum tuberosum*. Abstract Book 9<sup>th</sup> Arab Congress of Plant Protection Damascus 19- 23 Nov, Syria.p 114.
- NANDAL S.N., BHATI D.S., 1983 – Prelenery screeniny for some weeds for their nematicidal activity againt *Meloidogyne javania*. J. Nematol. 13: 123-127.
- OKA Y., NACAR S., PUTIEVSKY E., RAVID U, YANIV A.,SPIEGEL Y., 2000 – Nematicidal activity of essential oils and their coponents against the root-knot nematode. Phytopathology, vol 90, N°7 , 710-715.
- PATRICIO FRA SINIGAGLIA C., BARROS B.C. FREITAS S.S TESSARIOLI NETO J .CANTARELLA H., GHINI R. 2006. Solarization and fungicides for control of drop , bottom rot and weeds in lettuce .Crop protection 25. 31-38.
- PAUWELS J.M ., Van RanE ., Verloo M .et Mvondo ZE .A., 1992 : Manuel de laboratoire de pédologie. Méthodes d'analyse de sols et des plantes .Ed : AGCD Section Publications agricoles N° 28.pp 22-29.

- PUDASAINI M.P., WISNE N., MOENS., 2006 - Effect of Marigold (*Tagetes patula*) on population dynamics of *Pratylenchus penetrans* in a field. *Nematology*. Vol 8 (4); 477-484.
- REBOUH K., 2006 – Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux de quelques plantes dans la lutte contre l'orobance. Thèse. Ing.Agro. El Harrach, 50P,
- REDDY. P., 1983- Plant nematology. Ed. Agri. Pul. Acad. India, 287p.
- REYNOLDS B., POTTRE, J.W., BALL-COELHO B. R., 2001 – Crop rotation with *Tagetes* sp in alternative to chemical fumigation for control of root lesion nematodes. *Agron*. 9: 57-66.
- ROGER –REGAULT C., PHILOGENE B., VINCENT C., 2001 – Biopesticides d'origine végétale Ed Tec and Doc Londres-Paris- New york. 323pp.
- RITTER. M., 1972- Place et importance des nématodes dans l'agriculture. *Phytoma*, N°235, Paris, pp. 11-25.
- SASANELLI N., et DI VITO M., 1991. The effect of *Tagetes spp* extracts on the hatching of Italian populations of *Globodera restochiensis*. *Nematod. Med. &c/* 135-137.
- SCHERIBER E.R., 1978 – Biologie, importance et moyens de contrôle du nématode des tiges sur fève au Maroc. *Bull. Prot. Cult.* N° 4, Tanger, 30 P.
- SCHLEVIN M., SILI A., GAMLIEL I., MAHRER S., SAGUY J., KATAN J., 2004 – Modeling thermal inactivation of soilborne pathogens under structural (DRY) and soil (WET) solarization. A Symposium on chemical and non-chemical soil and substrate disinfection. *ACTA Horticulturae* 698.
- SELLAMI, S et MOUFFAREH. A., 1994 – Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité et l'élosion des larves de *Meloidogyne incognita*. *Bandbouw. Univ.Gent.59/2b*, pp. 813-815.
- SELLAMI S., et BOUSNINA Z., 1996. Distribution de *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev 1936 dans l'Est Algérien. *Réhabilitation of Faba bean*, Ed. Actes Rabat (Maroc). 202p.
- SELLAMI S et CHEIFA H, 1997. Effet de *Tagetes erecta* contre les *Meloidogyne* sous abri-plastique *Med. Fac. Landborow Univ. Gent.* 62/3. 337-340.
- SELLAMI. S., 1998- Nématofaune associée à la culture de la fève, et plantes hôtes du nématode des tiges *Ditylenchus dipsaci*. Séminaire National sur les légumineuses alimentaires. Recueil des résumés des communications et posters.
- SELLAMI S., BOUSNINA Z, et BACA F., 1998. Nématofaune associée à la fève et plante –hôtes du nématode des tiges : *Ditylenchus dipsaci* Kuhn ( Filipjev). Dans ACTES: Sémin Nat sur légumineuses alimentaires à Ain Temouchent. 211-218.
- SELLAMI S. LOUNICI M ; EDDOUD A et BENSEGHIR H. : 1999 – Distribution et plantes associées aux *Meloidogyne* sous abris plastique en Algérie. *Nematol. Médit.* 27 :pp.295-301.
- SELLAMI. S., LOUNICI. M., 2000 – Control of root knot nematode by solar heat on tomato. Seven Arab congress of plant production. Oct.22-26.
- SELLAMI, S., & ZEMOURI, S., 2001- Effets of *Tagetes erecta* on the mortality, hatching and development of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood. *Acta phytopathologica and Entomologica Hungarica.* 36 (3-6). 383-387).

- 
- SIKORA R.A., GRECO N. 1990 - Nematode parasites of food legumes. In Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (Ed. by Luc, M. ; Sikora,R.A.;Bridge, J.), pp.181-235. CAB International, Wallingford, Royaume-Uni.356p
- SINIGAGLIA C ; PATRICIO F,R,A; GHINI R , MALAVOLTA V ,M,A ; FREITAS S,S 2001- control of *Sclerotinia minor* ;Rhizoctonia daninhas en alfa alfa solarizaco do solo e sua intregracao com contrôle quimico ,Summa Phytopathol,27,229-235.
- SITI E., CHEN E., KATAN J. M., 1998 -control of *Ditylenchus dipsaci* by bulbe and soil treatment phytoparasits 10;93-100.
- SPIEGEL Y., BURROW P,M et BAR -EYAL ,M ,2003 : A chemo attractant in onion root exudate recognized by *Ditylenchus dipsaci*
- STAPELTON JJ, 1991- Physical effects of soil solarization. Proceeding of the first international conference on soil solarization . Amman . Jordanie 19.25 february 1990 pp. 37 – 47.
- STAPLETON, J.J. DEVAY J.E 1995 – Soil solarization: a naturel mechanisme of integretd pest management. In Noviel approaches to integrated pest management. Lewis Pubishers. Bora Raton,pp309-322,
- STAPLETON, J.J., McKENRY, M.V. and FERGUSON, L. 1999 - Methyl bromide alternatives: CDFA approves a solarisation technique to ensure against nematode pest infestation of containerised nursery stock. UC Plant Protection Quarterly 9(2):14.
- STAPLETON., J 2000. Soil solarization in various agricultural production systems. Statewide Integrated Pest Management Project, Kearney Agricultural Center, University of California, 9240 S. Riverbend Avenue, Parlier, CA 93648, USA.
- STAPLETON, J.J., PRATHER, T.S., MALLEK, S.B., RUIZ, T.S. and ELMORE C. L. 2000 - High temperature solarization for weed control in container soil and potting mixes. 52nd Annual Conference of the California Weed Science Society 52:204-207.
- STEINER A.M ., LAMPRECHT H ., 1983 Der Befall von zertifiziertem saatgut von ackerbohne mit bremflecken (*Ascochyta fabae* ) und dem stengelachen (*Ditylenchus dipsaci* ) landrwisch . Forsch ,3 198-206
- SULIMAN I. A ., EHWAETI M .E and SAAED M A., 2006. The use of solar energy in controlling Root –KNOT nematodes *Meloidogyne javanica* and its effect on growth and productivity of two tomato varietieis Alfukra region ,Libya. Abstract Book 9<sup>th</sup> Arab Congress of Plant Protection Damascus 19- 23 Nov, Syria.
- TAOUTAOU., A2005 - . Evaluation de l'efficacité des extraits aqueux de quelques plantes contre la cuscute champêtre .Thèse. Ing. Agro., INA., El Harrach, 64 p..
- TAYLOR A., 1968. Introduction à la recherche des nématodes phytoparasites. manuel de la FA O, Rome, 135 pp. Thèse Ing. Agro. Inst. Nat. Agro. El Harrach. 61 p.
- TRACOL A., MONTAGNEUX G., 1987. Les animaux nuisibles aux plantes ornementales. 3éme Ed., 434p.
- UHLENBROEK.J.H. & BIJLOO, T.D. 1958 – Investigation namaticides.I. Isolation and structure of a nematocidal principle occurring in tagetes roots. Recueil des travaux chimiques des pays-Bas 77, 1004-1008.
- VOLVAS N., GRECO N., DI VITO M., 1985 – Heterodera ciceri n . sp. (Nematoda :
-

Heteroderidae) on *Cicer arietinum* L. from Northern Syria *Nematol.medit.*, 13, 235-252.

WANG WQ., 1998 - Grille d'identification pour classer les sols désertiques alcalinisés. Bases théoriques d'une alcalinisation par hydrologie . 16<sup>em</sup> Congrée internationale de science du sol .Symposium N°29. Enregistrement scientifique n° : 1619.

WANG W. Q., BEN-DANIL, B.H., & COHEN Y., 2003 – Effet of *Gotalaria juncea* amendement an Nematode communities in soil with different Agricultural Historis *Journal of Nematl* 35 (35): 294-301. Control of plant diseases by extracts of *Inula viscosa*. *Phytopathology*. 94. 1042-1047.

WHITEHEAD A.G., 1998. *Ditylenchus dipsaci*(Kuhn, 1857). In :plant nematode control. CAB International, London, 33-51.

WILLIAMS P. C., BHATTY R. S., DESHPANDES S., HUSSEIN A., et SAVAGE G. P., 1994 – Impoving nutritional quality of cool season food legumesF J muehlhaver an W J Kaiser (Eds). Expanding the production and use of cool season food legumes 113 – 129.

WESTERDAHI B.B., GOODELL P.B., HAFEZ S., KODIRA U.C., 2006 – Alfaf nematodes In: Uc pest management, London, 3-51.

# ANNEXES

## ANNEXE 1

### Calendrier culturel de la campagne agricole

**Analyse des semences de fève (*Vicia faba*) infestées par *Ditylenchus dipsaci* (Nématoda : Anguinidae) et recherche d'une méthode de lutte contre ce nématode.**

Mois	Travaux effectués
Juin Les dix derniers jours	Nettoyage de la parcelle Labour profondeur (50 cm) + un nivellement Traçage et confection des parcelles élémentaires - Apport d'engrais de fond (NPK)
Juillet 30 /06/2003 01/07/2003 02/07/2003 03/07/2003 04/07/2003 05/07/2003 06/07/2003 07/07/2003 08/07/2003 09/07/2003 10/07/2003 11/07/2003 12/07/2003 13/07/2003 14/07/2003 15/07/2003 16/07/2003 17/07/2003 18/07/2003 19/07/2003 20/07/2003 21/07/2003 22/07/2003 23/07/2003 24/07/2003 25/07/2003 26/07/2003 27/07/2003 28/07/2003 29/07/2003	Plastifier Inventaire des mauvaises herbes Mise en place du plastique et début du prélèvement des températures (sol, air) quotidiennement. Pré-irrigation des 4 parcelles élémentaires à plastifier Mise en place du plastique Pré-irrigation des 4 parcelles élémentaires à plastifier
Août 01/08/2003	Mise en place du plastique prélèvement des températures (sol, air) quotidiennement.
Septembre 01/09/2003 08/09/2003 15/09/2003 22/09/2003 29/09/2003	Plastique pour les trois périodes Inventaire des mauvaises herbes des parcelles Prélèvement des échantillons du sol Semis des parcelles
Octobre 16/10/2003 20/10/2003 27/10/2003 03/11/2003 10/11/2003 17/11/2003 24/11/2003	Observations phytosanitaires Stade phénologique : levée
Novembre 10/11/2003 17/11/2003 24/11/2003	Traitements phytosanitaires - Stade phénologique : floraison, début fructification
Décembre	Notation des observations Stade phénologique : fructification
Janvier	Notation des observations Stade phénologique : fructification
Février	Notation des observations Stade phénologique : fructification récolte ( pesée )
Mars	Notation des observations Stade phénologique : fin de récolte - Prélèvement des échantillons du sol et des tiges

## ANNEXE 2

### Aspect phytosanitaire de la culture

Ennemis de culture	Traitements réalisés			Date des traitements	observations
	Produits utilisés		Doses appliquées:		
	Non commerciale	variété			
<i>Apis fabae</i> <i>Scopoli</i>	Insecticide (Decis)	Deltaméthrine	15ml /16l d'eau	20/02/2004	Dès l'apparition des individus au niveau de la partie apicale
	Insecticide (Janate)	Véthomyl	10ml /16l d'eau	14/01/2004	
	Insecticide (Decis)	Deltaméthrine	15ml /16l d'eau	20/02/2004	