



République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre

Département : Sciences Agronomiques

Spécialité : Productions végétales

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème

*Etude de la bioécologie du nématode à kyste *Heterodera avenae* inféodé aux céréales dans la région d'Ain Defla.*

Présenté par

M^{elle} MERIMI Habiba

M^{elle} KHACHOUCHE Hakima

Soutenu le: ...Juin.2018, devant le jury:

Président : Mr KARHAÇANE T.

MCB

Promoteur : Mr MOKABLI A.

Professeur

UDBKM

Examinatrice : M^{elle} TIRCHI N.

MCB

Examinatrice : M^{elle} LADRAA N

MCB

UDBKM

Année universitaire : 2017/2018

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le Dieu, notre créateur de nous avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce modeste travail.

J'adresse le grand remerciement à mon promoteur **Mr Mokabli Aissa** qui nous a proposé le thème de ce mémoire, pour sa disponibilité, ses conseils et la confiance qu'il accorde du début à la fin de ce travail.

Non vifs remerciements vont particulièrement à **M^{elle} LADRAA Nawal**.

Nous tenons très sincèrement à remercier **Mr KARAHACHANE T** et **M^{elle} TIRCHI Nadia** pour avoir fait l'honneur d'examiner et évaluer ce mémoire.

Nos profonds remerciements vont à l'ensemble du personnel du laboratoire de recherche de l'université de Khemis-Miliana, particulièrement Wahiba.

En fin, nous tenons à remercier ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la force de persévérer dans
la vie.

Je dédie mes chers parents que j'aime beaucoup, pour leurs amours
Et leurs sacrifices que Dieu me le garde.

A mes très cher frères : Moussa, Abd elkhader, yassin , Mahmoude.

A mon frère Hakim et sa femme Yassemina et leurs enfants Mohamed et Rama.

A mon frère Djemelle et sa femme Amira et leurs enfants Rouia et Anes.

A ma très cher sœur Rachida, son mari Hamza et leurs enfants Ibrahim et jawad.

A tout la famille MERIMI et la famille DAOUD.

A mon binôme Hakima Khachouche et mon ami et mon frère Abd ellah Haddouche

Pour leurs amitiés et leurs aide que dieu la garde et la protège.

A mes amis sœur : Noura salhi , Noura et Hanen chetti et Fatima zehra Maghni.

A tous les étudiants de 2eme annés master production végétale.

Habiba



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :
A l'être le plus cher du monde ma mère qui est pour un bel exemple de courage, de sagesse
et de sens du devoir, les mots sont bien trop faibles pour lui exprimer toute ma
reconnaissance. Que dieu la garde et la protège.

A mon cher père pour son sacrifice et compréhension.

A mes chers frères : Djilali, Abd el whab.

A mon frère Mohamed et sa femme Bakhta et leurs enfants Ayoub, Marya et Ali.

A mes chères sœurs : Nassira, Zahai, Nadja et Ratiba

A mes petits et petites : Rayad, Fares, , Abd elkader, abd elbasat, Ayoub, youcef, meriem et
Salsabil.

A ma très chère amie « Habiba » et sa famille et mon ami et mon frère Abd ullah. Merci
pour ta patience et de m'avoir tenu la main jusqu'à la dernière ligne de ce mémoire.

A tout les membres de ma famille « Khachouche et Belgacem ».

Pour mes très chers amis : Noura Salhi, Hanen et Noura Chetti, Fatima zahra, Hayat et
Chahira.

A tout mes camarader de la promotion 2017/2018.

Hakima



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 01

I-Ch.1.Généralités sur les céréales

I.1.1. Historique du blé.....03

I.1.2. Importance des céréales.....04

I.1.3. Aires et production céréalières.....04

I.1.4. Cycle de développement.....04

I.1.4.1. Période végétative.....04

I.1.4.1.1. Phase germination.....05

I.1.4.1.2. Phase levée – début du tallage.....05

I.1.4.1.3. Phase tallage-montaison.....05

I.1.4.2. Période de reproduction.....05

I.1.4.2.1. Phase de la montaison.....05

I.1.4.2.2. Phase de l'épiaison.....05

I-Ch. 2 : Les nématodes à kyste de *Heterodera*

I.2. Généralités sur le nématode à kyste des céréales *Heterodera avenae*.....06

I.2.1. Position systématique06

I.2.2. Morphologie.....06

I.2.2.1. Le mâle.....07

I.2.2.2. La femelle.....07

I.2.2.3. Le kyste07

I.2.3. Cycle biologique.....09

I.2.4. Les facteurs qui influencent le développement d'*H. avenae*10

I.2.4.1. Les facteurs abiotiques.....10

I.2.4.1.1. Facteurs climatiques10

I.2.4.1.1.1. L'humidité.....10

I.2.4.1.1.2 La température.....11

I.2.4.1.2. Facteurs édaphiques.....12

I.2.4.1.2.1 Type de sol.....12

I.2.4.1.2.2. La porosité.....12

I.2.4.1.2.3. L'oxygène.....	12
I.2.4.1.2.4. Le pH.....	12
I.2.4.1.3. Les facteurs biotiques.....	13
I.2.4.1.3.1. La plante hôte.....	13
I.2.4.1.3.2. La matière organique.....	13
I.2.4.1.4. Les facteurs de dissémination	13
I.2.4.1.4.1. L'homme.....	13
I.2.4.1.4.2. Le matériel.....	13
I.2.4.1.4.3 Le vent	13
I.2.4.1.4.4. L'eau	14
I.2.5. les Symptômes et dégâts	14
I.2.5.1. Au champ.....	14
I.2.5.2. Sur la plante	14
I.2.5.2.1. La partie aérienne	14
I.2.5.2.1.1. Un rabougrissement.....	14
I.2.5.2.1.2. Une décoloration du feuillage.....	14
I.2.5.2. La partie radiculaire.....	14
I.2.6. La lutte contre <i>H. avenae</i>	15
I.2.6.1. Lutte préventive	15
I.2.6.2. Lutte curative	15
I.2.6.2.1. Les moyens culturaux.....	15
I.2.6.2.1.1. Jachère	15
I.2.6.2.1.2. Labours	15
I.2.6.2.1.3. Fumure et amendements (fertilisants).....	16
I.2.6.2.1.4. Semis.....	16
I.2.6.2.1.5. Les variétés résistances	16
I.2.6.2.1.6. Désherbage et nettoyage.....	16
I.2.6.2.1.7. La rotation.....	16
I.2.6.2.2. Les moyens chimiques.....	16
I.2.6.2.3. Les moyens biologiques.....	17
I.2.6.3. Lutte intégrée.....	17
II.1.1. Partie expérimentale	18
II.1.1.1. Choix de parcelles	18
II.1.1.2. Analyse nématodologique.....	18

II.1.1.2.1. Echantillonnage du sol.	19
II.1.1.2.2. Matériel de l'échantillonnage.....	19
II.1.1.2.2.1. Technique d'échantillonnage.....	19
II.1.1.2.2.2. Séchage.....	21
II.1.1.2.2.3. Le pesage.....	21
II.1.1.2.2.4. Extraction.....	21
II.1.1.2.2.5. Matériel.....	21
II.1.1.2.2.6. la récupération des kystes.....	22
II.1.1.2.2.6.1. Matériel.....	22
II.1.1.2.2.6.2. Dénombrement des kystes.....	23
II.2.2. Enquête sur les nématodes à kystes <i>Heterodera</i> des céréales dans la région d'Ain Defla.....	25
II.2.2.1. Problématique.....	25
II.2.2.2. Objectifs de l'étude.....	25
II.2.2.3. La méthodologie.....	25
II.2.2.3.1. Phase pré enquête.....	25
II.2.2.3.2. Enquête auprès des agriculteurs	26
II.2.2.3.2.1. Choix de l'échantillon.....	26
II.2.2.3.2.2. Elaboration des questionnaires et collecte des données.....	26
II.2.2.3.2.3. Prospection eu niveau des racines de blé au stade tallag.....	30

II. Ch. 3. Résultats et discussion

II.3.1. Importance de l'infestation en fonction des parcelles étudiées.....	31
II.3.1.1. Dénombrement des œufs et des larves d' <i>Heterodera</i> en fonction des communes ...	32
II.3.2. Analyse des résultats des enquêtes des agriculteurs	34
II.3.2.1. Type des exploitations enquêtées.....	34
II.3.2.1.1. Statut des exploitations enquêtées.....	34
II.3.2.1.2. Type de culture.....	35
II.3.2.1.3. La superficie des exploitations enquêtées.....	35
II.3.2.1.4. Niveau de technicité des gérants des exploitations enquêtées.....	35
II.3.2.2. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture.....	36
II.3.2.2.1. Système de culture, variétés cultivées et type de rotation.....	36
II.3.2.2.2. Environnement des parcelles.....	37
II.3.2.2.3. Mécanisation.....	38

II.3.2.2.4. Pratique culturales (irrigation, plantes associées, jachère, labour d'été).....	39
II.3.2.4. Analyse nématologique.....	41
II.3.2.4.1. Réalisation des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.....	41
II.3.2.4.2. Résultats des analyses nématologiques effectuées dans les exploitations enquêtées.....	41
II.3.2.5. Méthodes de lutte utilisée.....	42
II.3.2.5.1. Les pratiques culturales.....	42
II.3.2.5.2. Rotation culturale.....	42
II.3.2.5.3. Désinfection du sol avant culture et en cours de culture avec des produits à effet nématicide	43
II.3.2.5.4. Traitement du sol en cours de culture	43
II.3.2.5.5. Amendement	44
II.3.2.5.6. Autres traitements.....	44
II.4. Identification de l'espèce.....	45
III.3.3. Résultat discussion.....	46
Conclusion générale.....	49
Référence bibliographique.....	51
Annexe.....	59
Résumé.....	61

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Fig. 1	Morphologie du nématode à kyste <i>Heterodera avenae</i> (TAYLOR, 1968). A: Mâle ; B: Larve de second stade ; C: Femelle.	8
Fig. 2	Kyste plein (A), kyste écrasé (B) montrant les oeufs de nématode à kystes <i>H. avenae</i> des céréales. (Hodda et Lowrence, 2009).	8
Fig. 3	Cycle de développement d' <i>H.avenae</i> (Rivoal, 1987).	10
Fig. 4	Cycles d'éclosion de trois populations d' <i>Heterodera avenae</i> dans le sol, à El-Harrach.	12
Fig. 5	Localisation de la commune de Zedine, Bourached, Rouina et Ain Defla (Dhaya) (w. Ain Defla).	18
Fig. 6	Schéma d'échantillonnage au niveau des parcelles prospectées	19
Fig. 7	Appareil de FENWICK Les parcelles choisies pour prélèvements de sol.	20
Fig. 8	Appareil de FENWICK	22
Fig.9	Différence entre les kystes pleins (A) et les kystes vides (B) (original).	23
Fig. 10	Principales étapes de l'analyse nématologique (Original).	24
Fig. 11	Racines de blé prélevées des parcelles prospectées.	30
Fig. 12	Densité de nématodes en fonction des communes étudiées	31
Fig. 13	Densité de nématode (nombre d'œufs) eu fonction des communes	32
Fig. 14	Densité (L2) de nématode par commune	32
Fig. 15	Densité de nématode en larves (L2)	33
Fig. 16	Statut des exploitations agricoles enquêtées	34
Fig. 17	Destination des céréales cultivées dans les exploitations enquêtées	34
Fig. 18	Niveau de formation des agriculteurs enquêtés	35
Fig. 19	Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées	36
Fig. 20	Système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées	36

Fig. 21	Environnement des parcelles enquêtées	37
Fig. 22	Bordure des parcelles enquêtées	37
Fig. 23	Importance de la texture du sol en fonction des exploitations étudiées	38
Fig. 24	Mécanisation dans les parcelles enquêtées	38
Fig. 25	Type d'irrigation utilisé dans les parcelles enquêtées	39
Fig. 26	Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées	39
Fig. 27	Pratique la jachère dans les exploitations enquêtées	40
Fig. 28	Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées	41
Fig. 29	Résultats des analyses nématologiques dans les parcelles enquêtées	41
Fig. 30	Type de la rotation dans les exploitations enquêtées	42
Fig. 31	Désinfection de sol avant la culture	43
Fig. 32	Traitement du sol en cours de culture	43
Fig. 33	La fertilisation utilisée selon les agriculteurs	44
Fig. 34	Autres traitements utilisés selon les agriculteurs enquêtés	44
Fig. 35	Caractéristiques morphologiques majeures du stylet (A) des juvéniles et du cône vulvaire (B) des kystes d' <i>Heterodera avenae</i> . H. manl. H. latipons et du type « Gol land » (Bekul, 1997).	46
Fig.36	<i>Heterodera avenae</i> : Cône vulvaire	47

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
1	Degré de température de chaque stade de développement d' <i>H. avenae</i> en Algérie	11
2	Situation et superficies des exploitations enquêtées	35

Liste des abréviations

FAO : Organisation des Nations Unis pour l'alimentation et l'agriculture.

g : Gramme.

°C : Degré Celsius.

Fig. : Figure.

% : Pourcentage.

µm : micromètre.

M : Moyen.

Par an : durée de neuf mois.

NKC : Le nématode de kyste des céréales.

NH : Nombre d'*Heterodera*.

Ha : Hectare.

H : *Heterodera*.

Kg : kilogramme.

mm : millimètre.

Cm : centimètre.

L2 : deuxième stade de la larve.

P : parcelle.

Introduction Générale

Depuis l'antiquité, les céréales ont constitué l'aliment principal dans la ration alimentaire en Algérie, Cette constance du modèle de consommation dominant s'explique par les traditions alimentaires et les habitudes de consommation (Chehat , 2006), en particulier les semoules qui sont destinées à la panification et la fabrication de couscous (Khaldoun et al., 2006). La culture des céréales contribue également par une grande part à l'alimentation du cheptel ovin et bovin (Hamou et al., 2009).

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place importante dans les systèmes de culture et primordiale dans les programmes de recherche agricole. En Algérie, cette place est d'autant plus importante que le pays veut atteindre une production stable de céréales (kellou, 2008).

La production des céréales en Algérie, avec le blé dur comme l'espèce la plus cultivée en occupant 43% de la sole céréalière (Madr, 2006) demeure très insuffisante pour satisfaire la demande de ce produit de large consommation estimé par (Zachouane et al., 2006) à 220kg/an /habitant. Avec une production atteignant 15 q/ha dans le meilleur des cas et face à une demande sans cesse croissante, l'Algérie continue d'importer massivement le blé dur de l'étranger pour couvrir une partie de ses besoins ce qui pénalise grandement l'économie du pays.

En outre, cette faiblesse de production est due à plusieurs facteurs, biotiques et abiotiques qui menacent sa production et son rendement sur le plan qualitatif et quantitatif.

En effet, le blé peut être est attaqué par de nombreuses maladies et ravageurs à différents stades de son développement qui occasionnent des pertes importantes à l'échelle mondiale et nationale.

Parmi ces ravageurs les nématodes à kystes des céréales peuvent provoquer des diminutions de rendement jusqu'à 26 à 96% (Kachouri, et al., 1997). *H. avenae* (Woll., 1924), est considérée comme étant l'espèce la plus dommageable en raison de sa large distribution géographique et sa spécificité aux graminées (Rivoal et al., 1978).

Notre travail consiste à faire une enquête préliminaire sur la mise en évidence d'éventuelles espèces de nématode à kystes du genre *Heterodera* dans des parcelles emblavées en céréales et déterminer les principaux facteurs qui régissent leur absence dans ces champs.

Introduction Générale

En suite, une évaluation de la densité de nématode est réalisée pour avoir une idée sur les degrés d'infestations, Des observation sur les filiforme sont envisagées pour qu'à la avenir, des études globales seront envisagées pour une lutte intégrée conte tout les espèces de nématodes phytophage qui attaque de céréale.

I.1. Généralités sur les céréales

I.1.1. Historique

Les premières évidences archéologiques de récolte de céréales datent d'un peu moins de 8000 ans avant J.-C. et se trouvent au Moyen-Orient dans le « croissant fertile » comprenant la Mésopotamie, la Turquie et la Palestine (Feldman, 1976). A cette époque, l'engrain (*Triticum boeoticum*) et l'amidonier (*Triticum dicoccoïdes*) faisaient l'objet de cueillette (Doussinault et al., 1992). Le passage d'une civilisation de nomades à celle des agriculteurs sédentarisés est le résultat de la domestication progressive de graminées cultivées. Le blé est devenu indissociable de la culture Européenne, tout comme le maïs, le riz et le sorgho qui sont des cultures de l'Amérique latine, de l'Asie et de l'Afrique (Feillet, 2000).

La culture de céréales en Algérie semble remonter à la plus haute antiquité, approximativement au 12^{ème} siècle avant J.-C. et constituait la spéculation essentielle du pays (Doc.alg., 2005).

Les zones de production céréalière s'étendaient sur Guelma, Constantine et Chlef, avec de haute zones se situant à plus de 1000 m d'altitude comme Sétif et Tiaret. Le blé dur et l'orge étaient cultivés au Hodna jusqu'aux hautes vallées des Aurès. La production céréalière de ces zones suffisait pour approvisionner les Romains, les Génois et les Marseillais (Doc.alg.). L'Algérie était le grenier de la "Rome antique" pour le blé (Zabat, 1980).

Les principales céréales cultivées étaient celles d'hiver dont le blé, l'orge et l'avoine. Le paysan ne cultivait que le blé dur « guemah » destiné à la fabrication de la semoule avec une multitude de variétés rustiques et peu exigeantes mais susceptibles aux maladies et aux aléas climatiques. Le blé tendre était inconnu en Afrique du Nord avant l'arrivée des colons en 1830 sauf dans les oasis où existait une variété spéciale : *T. vulgare* var. *oasicolum* L. (Doc. Alg, 2005). Les blés métropolitains introduits n'ont jamais donné satisfaction en raison de leur maturation tardive ou sensibilité à la rouille jaune ; exception faite à la Tuzelle d'Aix dont le mélange avec les blés Mahons, forme les blés dits « Colons ». Ces derniers étaient estimés pour leurs rendements et la qualité de leur grain (blés blancs) recherchée localement et par le marché métropolitain (Doc. Alg., 2005). Quant aux orges, elles étaient dominées par l'orge carrée (escourgeon d'Afrique), quelques orges à six rangs et à deux rangs et les orges Saïda et Tichedret ayant fait l'objet de sélection durant la période coloniale et maintenues jusqu'à nos jours en raison de leur adaptation et leur utilité dans l'alimentation humaine et animale (Doc.alg., 2005 et FAO, 2006).

I.1.2. Importance des céréales

Les céréales constituent la plus importante source d'alimentation au monde. Environ 70% des terres destinées pour les cultures vivrières sont consacrées aux cultures céréalières (Riley *et al.*, 2009). Le blé, le maïs et le riz occupent la position la plus éminente avec 58 pour cent des cultures annuelles en termes de superficie et de production. En 2030, la population mondiale atteindra environ 8 milliards et la demande en céréales augmentera considérablement (Fischer *et al.*, 2009).

Les céréales telles que le blé et l'orge sont des cultures annuelles qui appartiennent à la famille des Graminées (Poacées), sous famille des Festucoïdées. Le blé dur et le blé tendre appartiennent au genre *Triticum* et l'orge appartient au genre *Hordeum* (Boulal *et al.*, 2007). En Algérie, la céréaliculture revêt un intérêt agro-alimentaire et socio-économique important. Les céréales d'automne (blé dur, blé tendre et orge) ont une importance stratégique dans la nutrition humaine et l'alimentation animale. Les céréales et leurs dérivées fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. La consommation des produits céréaliers avoisine les 205 kg /habitant /an (Chehat, 2007).

I.1.3. Aires et production céréalières

Les terres céréalières (jachère comprise) occupent environ 80% de la superficie agricole utile (SAU). La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'hectares et les superficies récoltées annuellement représentent 63% des emblavures. Cette spéculation est présente dans toutes les étages bioclimatiques, y compris dans les zones sahariennes mais un tiers seulement de ces emblavures est localisé dans l'étage bioclimatique à pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 450 mm (Djermoun, 2009).

Le nombre de variétés céréalières autorisées à la production et à la commercialisation a augmenté avec les nouvelles variétés sélectionnées et homologuées depuis 2006. Il atteint 103 variétés, dont 32 variétés de blé dur, 26 variétés de blé tendre, 23 variétés d'orge, 11 variétés d'avoine et 11 variétés de triticales.

I.1.4. Cycle de développement

Au cours de son développement, les céréales subissent des modifications morphologiques correspondant aux différents stades de leur croissance (Boulal *et al.*, 2007). Le cycle de développement des céréales comprend trois grandes périodes :

I.1.4.1. Période végétative

C'est la sortie du grain de son état de vie ralentie, elle comprend les phases suivantes :

I.1.4.1.1. Phase de germination

C'est la naissance d'une jeune plantule au dépend de la graine. Elle commence par l'imbibition de la graine qui permet la libération des enzymes et la dégradation des réserves assimilables par la graine suivie par la croissance caractérisée par l'allongement de la racine (Vertucci, 1989).

I.1.4.1.2. Phase levée - début du tallage

Elle est caractérisée par les apparitions successives à l'extrémité du coléoptile et les premières feuilles fonctionnelles imbriquées les unes dans les autres, partant toutes d'une même zone dite plateau du tallage. C'est la phase critique en cas d'attaque par les parasites et les ravageurs (Vertucci, 1989).

I.1.4.1.3. Phase tallage-montaison

La différenciation des épillets se poursuit par étranglements successifs du cône formateur de l'épi. Les talles herbacées se forment activement (Clement Grand Court et Prat., 1970).

I.1.4.2. Période de reproduction

Elle s'étend de la montaison à la fécondation :

I.1.4.2.1. Phase de la montaison

Au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance en taille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 à 30 jours (Clément Grandcourt et Prat, 1970).

I.1.4.2.2. Phase de l'épiaison

Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets à la fécondation. La durée de cette phase est d'environ 32 jours.

I.2. Généralités sur le nématode à kyste *Heterodera avenae* (wellenweber, 1924) des céréales

Les nématodes à kyste *Heterodera avenae* est un endoparasite sédentaire des racines, C'est le biologiste allemand kuhn qui le mentionne pour la première fois en 1874. Ce parasite est inféodé aux céréales (Reddy, 1983), Selon Mokabli (2002), il parasite de nombreuses graminées sauvages et cultivées.

I.2.1. Position systématique

Le nématode de kyste des céréales (NKC) est représenté par un groupe de 12 espèces qui infestent les céréales et les graminées sauvages. La classification des nématodes est basée essentiellement sur les critères morphologiques et biométriques des kystes : forme générale, couleur, taille (Romero, 1982 ; Rivoal et Cook, 1993), surtout le cône vulvaire (Shepherd et *al.*, 1973) et le stylet de la larve de deuxième stade (Stone, 1977; Wouts et *al.*, 1985). Selon Stone (1977) et Reddy (1983), *Heterodera avenae* occupe la position systématique suivante :

Règne : Animal

Sous Règne : Métazoaires

Embranchement : Némathelminthes

Sous Embranchement : Nématodes

Classe : Nematoda

Sous Classe : Secernentea

Ordre : Tylenchida

Sous Ordre : Tylenchina

Super Famille : Heteroderoidea

Famille : Heteroderidae

Sous Famille : Heteroderinae

Genre : *Heterodera*

Espèce : *Heterodera avenae* (STONE, 1977 et Reddy, 1983)

I.2.2. Morphologie :

Solon Rivoal et *al.*, (1978) *Heterodera* présente un dimorphisme sexuel prononcé à l'état adulte. D'après Williams et Siddiqi (1972), les oeufs d' *Heterodera* mesurent 126 µm de longueur et 56 µm de largeur. Ils sont hyalins, lisses et de forme ovale (Vovlas, 1985). On les trouve renfermés dans le corps de la femelle adulte transformée en kyste (Schneider, 1965 ;

Sacristan et *al.*, 1983). Les larves du 1^{ier} stade (L1) sont immobiles et rudimentaires, et les larves du 2^{ème} stade (L2) sont mobiles et migratrices (Shephard et *al.*, 1972), Elles représentent le stade infestant (Wouts, 1972 ; Person-Dedryver, 1989). Elles sont munies à leur partie antérieure d'un stylet buccal puissant dont il possède l'un des critères d'indentifications (Wouts, 1985). D'après Nobbs (1989), elles sont vermiformes. Les larves du 3^{ème} et du 4^{ème} stade (L3 et L4). Sont sédentaires et gonflées avec une queue courte à la partie postérieure et un stylet buccal à la partie antérieure (Wouts, 1985). Une seule différence existe entre elles. Les L4 ont un anus terminal (Wouts, 1985).

I.2.2.1 Le mâle

Le mâle est mobile et migrateur (Shephard et *al.*, 1973 ; Person-Dedryver, 1989). Filiforme, il mesure 1,5 mm (Rivoal et *al.*, 1978) et possède une paire de spicules d'une longueur de 35 à 36 µm (Vovlas, 1985) qui jouent un rôle lors de la copulation (Person-Dedryver, 1989) (Fig.1A).

I.2.2.2 La femelle

Sédentaire (Wouts, 1972 ; Stone et Hill, 1982), globuleuse, sphérique ou citriforme, elle est de 0,5 à 0,8 mm de longueur et 0,4 à 0,6 mm de largeur (Schneider, 1965 ; Williams et Siddiqi, 1972 ; Rivoal, 1973 et Rivoal et *al.*, 1978 ; Rivoal et Cook, 1993). Elle est de couleur blanchâtre puis elle devient sombre à la maturité (De Guiran, 1983). Sa tête présente un cou proéminent et sa partie postérieure présente un cône vulvaire (Williams et Siddiqi, 1972 ; Mulvey et Golden, 1983 et Wouts, 1985). (Fig.1C). La femelle assure la ponte, puis se transforme en kyste brun (Nobbs 1989) bourré d'oeufs (Shneider, 1965 ; Rivoal, 1973 ; De Guiran, 1983 ; Reddy, 1983 et Person-Dedryver 1989).

I.2.2.3 Le kyste

Le kyste est une forme de résistance. C'est le corps de la femelle adulte dont la cuticule subit un tannage quelques semaines après sa mort, puis durcit et devient rugueuse. Elle se présente en zigzag (Williams et Siddiqi, 1972 ; Rivoal, 1973; de Guiran, 1983 ; Vovlas ,1985 et Nobbs, 1989). Son rôle est principalement protecteur (Shepherd et *al.*, 1972). Cependant, Williams et Seddiqi, 1972) rapportent que le kyste contient de 200 jusqu'à 600 oeufs. (Fig. 2B) La forme, la taille et la couleur du kyste sont fortement variées d'une population à l'autre (Mokabli, 2002). Il est généralement citriforme, dont sa largeur s'étale de 412 à 555 µm et sa longueur varie de 618 µm jusqu'à 823 µm, de couleur brun foncé (Anderson, 1968 ; Rivoal, 1973 ; Reddy, 1983 ; Rivoal et SARR, 1983 ; Sacristan et *al.*, 1983; Vovlas, 1985 et Noobs, 1989, Mokabli, 2002, Oudene, 2010).(Fig.1B). Le kyste est constitué d'un cou, d'un cône

vulvaire dont les coupes sont faites afin de déterminer les espèces d'*Heterodera* (Vovlas, 1985 ; Nickle et William 1991).

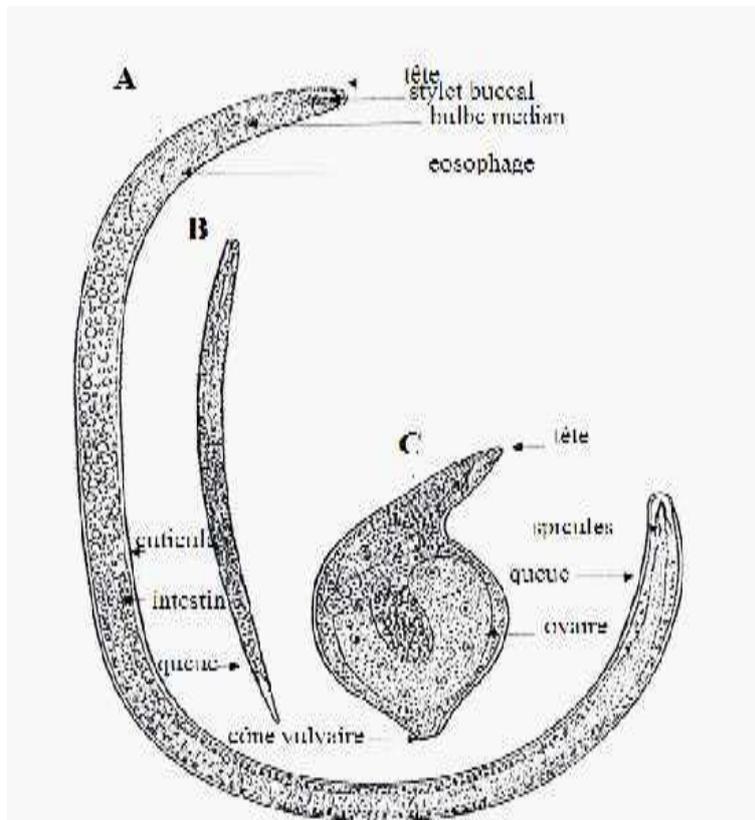


Fig.1 : Morphologie du nématode à kyste *Heterodera avenae* (Taylor, 1968).

A: Mâle ; B: Larve de second stade ; C: Femelle.

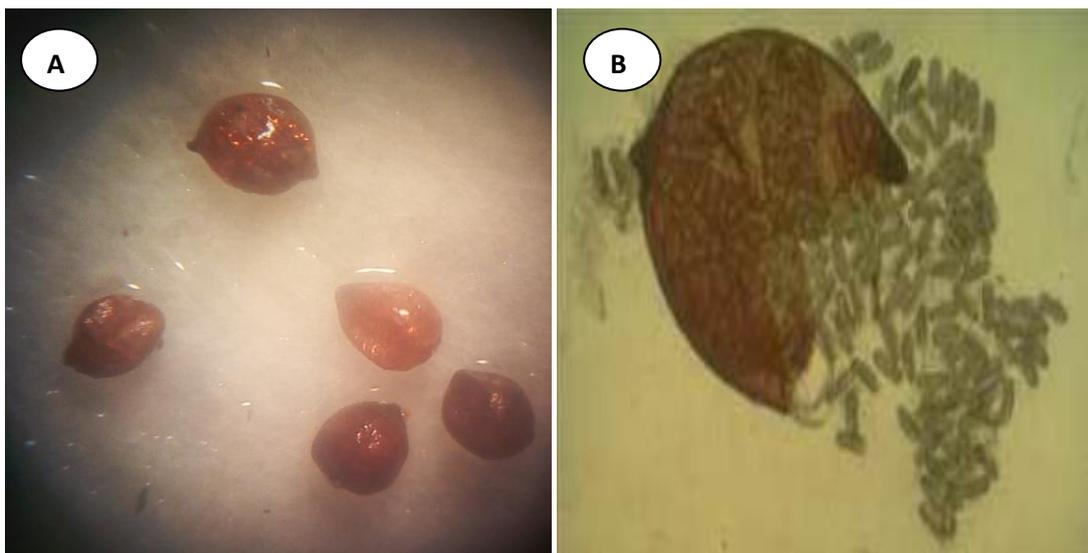


Fig.2: Kyste plein (A), kyste écrasé (B) montrant les œufs de nématode à kystes *H. avenae* des céréales. (Hodda et Lawrence, 2009).

I.2.3. Cycle biologique

Le cycle évolutif d'*Heterodera* des céréales comprend cinq stades larvaires séparés par quatre mues (Choppin de Janvry, 1971). La première a lieu à l'intérieur de l'oeuf. Lorsque les conditions climatiques (humidité et température) sont favorables, les larves L2 éclosent. Ces dernières sont mobiles et émergent du kyste par la fente vulvaire (Banyer et Fisher, 1971). Une fois libérées dans le sol, celles-ci attaquent les racelles dès la levée de la plante hôte (céréales) (Shneider, 1965) et pénètrent dans les tissus de la racine près de son extrémité et elles se fixent pour s'alimenter et s'agrandir passant par la troisième et la quatrième mue larvaire quelques jours après. Les larves subissent la dernière mue larvaire. Elles deviennent gonflées et sédentaires et complètement internes. Ces larves deviennent soit des femelles fixées par le cou et dont le corps est émergé à la surface de la racine soient des mâles filiformes libérés dans le sol (Choppin de Janvry, 1971). Ces derniers se déplacent et fécondent les femelles (Lachenaud, 1977). Les mâles meurent après la fécondation et les femelles commencent à pondre les oeufs qui restent à l'intérieur du corps de la famille. Après sa mort, la femelle se transforme en kyste contenant presque toujours des oeufs et quelques larves à la fois (Choppin de Janvry, 1971). En effet, les larves se trouvent en arrêt de développement sous l'effet d'une diapause et le cycle est ainsi bouclé (Rivoal et Cook, 1993). De ce fait, ce nématode n'a qu'une seule génération par an (dure neuf mois), dont il peut être différent d'une région à une autre selon la localisation géographique des populations (Rivoal, 1982) alors que l'éclosion du même kyste se manifeste pendant trois à quatre ans successifs (Rivoal, 1983), (Mokabli, 2002), (Fig.3)

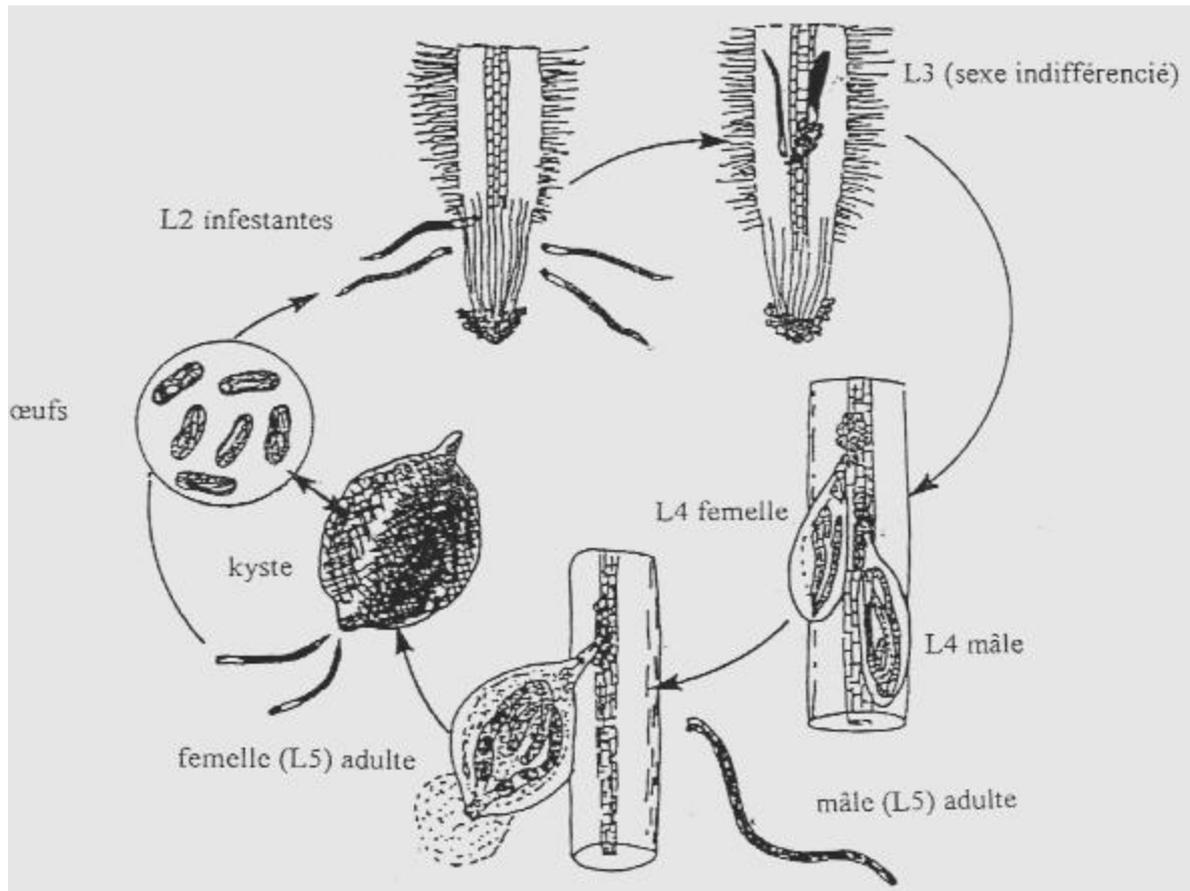


Fig. 3: Cycle de développement d'*H.avenae* (Rivoal, 1987).

I.2.4. Les facteurs qui influencent le développement d'*H.avenae*

I.2.4.1. Les facteurs abiotiques :

I.2.4.1.1. Facteurs climatiques

I.2.4.1.1.1. L'humidité

La présence d'une humidité convenable au niveau des sites d'attaque d'un nématode endoparasite favorise la pénétration des larves (Caubel et al., 1980), c'est pourquoi les attaques d'*Heterodera* coïncident avec les périodes pluvieuses (Meagher, 1970 ; Caubel et al., 1980 ; Lacombe et Garcin, 1980). Lorsqu'il n'existe pas de film d'eau, les nématodes se déshydratent et meurent ou s'enkystent, par conséquent, l'excès d'eau induit une réduction de l'oxygénation du sol et une asphyxie du parasite ainsi que des phénomènes secondaires tels que la multiplication de certains microorganismes, libérant dans le sol des substances toxiques pour *Heterodera* (Cayrol, 1975).

I.2.4.1.1.2. La température :

Elle a un rôle prédominant dans le développement d' *H. avenae*. Selon Greco (1981) et Mokabli et al., (2001), les basses températures stimulent l'éclosion et le développement des larves, alors que les hautes températures les inhibent. En effet, une température au dessous de zéro, en l'occurrence, s'avère nuisible pour le nématode. En Algérie, d'après Smaha (1998), Mokabli et al., (2001) et Hamroun (2006), la température optimale pour l'évolution de ce parasite s'étale de 7 à 25°C. Selon Mokabli et al., (2001), les exigences de la température varient d'un stade à un autre, voir, d'une population à une autre (Tableau 1) .

Tableau 1 : Température de chaque stade de développement d'*H.avenae* en Algérie.

Stade de développement	La température(C°)
Obtention des larves	7 à 10
Développement des L2	10 à 15
Formation des femelles	15 à 25

-*H.avenae* présente des caractéristiques biologiques particulières. L'éclosion des larves s'effectue selon des cycles successifs à raison d'un cycle par année sur trois années. Ce phénomène pourrait s'expliquer par l'aptitude du nématode à survivre de la nature Fig(4).

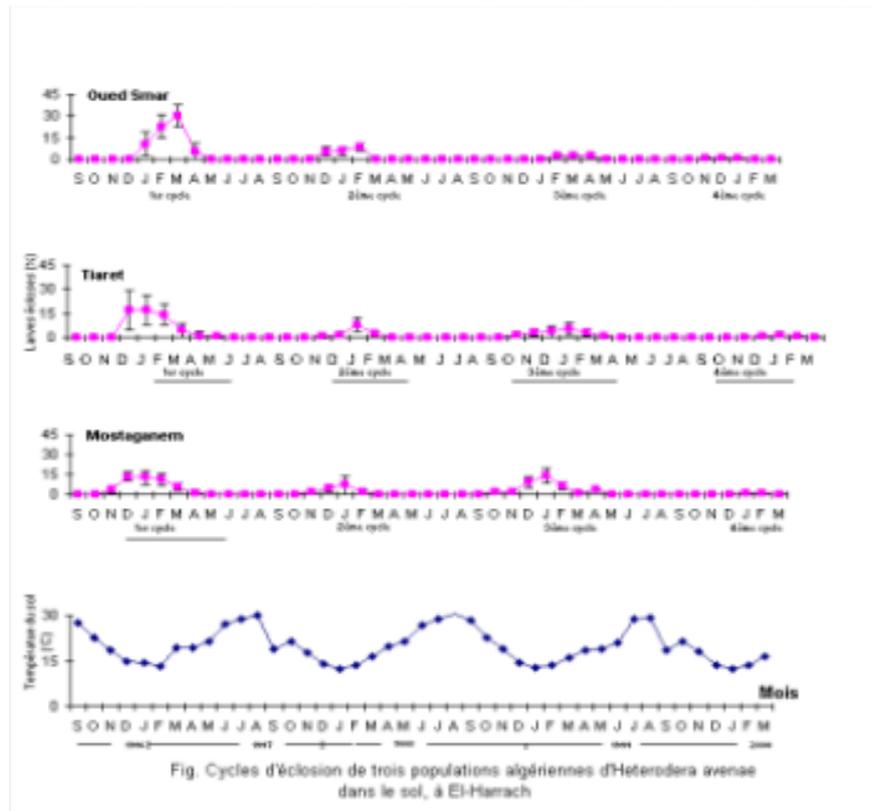


Fig.4 : Cycles d'éclosion de trois populations d'*Heterodera avenae* dans le sol, à El-Harrach.

I.2.4.1.2. Facteurs édaphiques

I.2.4.1.2.1. Type de sol :

H. avenae se rencontre sur tous les types de sol (Caubel et al., 1980), mais ses attaques sont plus redoutées en sols légers, (Williams et Siddiqi, 1972 ; Caubel et al., 1980) qu'en sols lourds (Choppin de Janvr, 1971). D'après Trigiano et al., (2004), la texture et la structure de sol sont d'importance primaire en déterminant le nombre et le type de nématode.

I.2.4.1.2.2. La porosité :

Elle favorise le déplacement des nématodes vers les horizons profonds où ils constituent un potentiel infectieux assurant ainsi la pérennité du parasite (Choppin de Janvry, 1971 ; Williams et Siddiqi, 1972 ; Caubel et al., 1980).

I.2.4.1.2.3 L'oxygène

L'absence d'aire dans les sols inondés (Cayrol, 1975) et dans les sols lourds, (Choppin de Janvry, 1971), limite le développement d'*H.avenae*.

I.2.4.1.2.4. Le PH

Un sol à pH neutre ou légèrement basique 7,8 est favorable au développement d'*H.avenae* (Caubel et al., 1980).

I.2.4.1.3. Les facteurs biotiques**I.2.4.3.1 La plante hôte**

Les plantes hôtes des nématodes à kystes des céréales incluent toutes les céréales cultivées Rivoal et Cook, (1993). En fonction du degré de sensibilité, Gaire et al., (1965) ; Johnson et Fushthey, (1966) ont classé l'avoine comme étant l'hôte le plus sensible. Ritter (1982) a classé le blé et l'orge en deuxième position, tandis que le maïs est atteint de manière variable selon les régions. On ajoute le degré de résistance des variétés utilisées de chaque plante cultivée. Ces espèces de graminées et autres sauvages maintiennent en permanence ces nématodes, notamment dans les zones où la céréaliculture est la plus dominante (Mokabli, 2002).

I.2.4.1.3.2 La matière organique

D'après Jones (1982), la composition de la matière organique dans le sol libère certains produits toxiques tels que l'acide butyrique qui agit négativement sur le développement des nématodes. La matière organique induit une augmentation ou une diminution dans l'abondance des nématodes du sol.

I.2.4.1.4. Les facteurs de dissémination**I.2.4.1.4.1. L'homme**

Les kystes d'*H.avenae* peuvent être transportés d'une parcelle infestée à une autre par les chaussures non nettoyées. L'homme est le principal responsable de la dissémination par ses différentes activités.

I.2.4.1.4.2. Le matériel

Le matériel agricole joue un rôle important dans la dissémination des nématodes à kystes comme le genre *Heterodera*. Les mottes de sol contenant des kystes sont transportées par le matériel agricole. Ces derniers constituent un mode de propagation de ce nématode. Les kystes sont transportés par le matériel à travers les champs.

I.2.4.1.4.3. Le vent

Plusieurs auteurs montrent que le vent joue un rôle dans la dissémination des nématodes à kyste parce qu'ils sont légers (Sadek, 1977 ; Gaur, 1988).

I.2.4.1.4.4. L'eau

L'eau d'irrigation est un moyen de transport des nématodes à kystes (Sadek, 1977). La technique d'irrigation par rigole constitue l'un des facteurs de dissémination des parcelles par *H. avenae* (Mokabli com. Personnelle).

I.2.5. Symptômes et dégâts**I.2.5.1. Au champ**

Une parcelle infestée par *H. avenae* présente des taches claires, des plages jaunâtres où poussent des plants chétifs avec un tallage très faible (Williams et Siddiqi, 1972 ; Reddy, 1983; Person-Dedryver, 1989) (Fig.15A). La culture est hétérogène et est aussitôt envahie par les mauvaises herbes (De Guiran, 1983 ; Sacristan et al 1983).

I.2.5.2. Sur la plante**I.2.5.2.1. La partie aérienne**

Au niveau de la partie aérienne, les attaques d'*H.avenae* se traduisent par :

I.2.5.2.1.1. Un rabougrissement

On observe chez les céréales attaquées un nanisme puis un ralentissement de la croissance au niveau de la tige et une réduction du tallage donnant des épis maigres (Reddy, 1983 ; Rivoal et al., 1990; Mor al., 1992).

I.2.5.2.1.2. Une décoloration du feuillage

Les feuilles de plantes attaquées se décolorent puis prennent une couleur jaune, rouge, jaune rougeâtre pour l'orge, l'avoine et le blé respectivement (Williams et Siddiqi, 1972 ; Sacristan et al., 1983 et Rivoal et Cook, 1993). Ces symptômes (rabougrissement et décoloration du feuillage) ne sont pas spécifiques et résultent d'un dysfonctionnement du système racinaire.

I.2.5.2. La partie racinaire

C'est à ce niveau que les symptômes sont très spécifiques (Schneider, 1965). Les racines prennent un aspect touffu, avec de nombreuses racelles courtes. Le symptôme le plus caractéristique est la formation des noeuds au niveau des racines. (Ritter, 1965 ; Caubel et Rivoal, 1972 ; Esmenjaud et al., 1987 ; Mokabli, 2002) (Fig.15.B.). L'analyse nématologique reste la seule technique fiable et efficace pour un bon diagnostic de ce parasite (présence, degré d'infestation), en tenant compte des facteurs (biotiques et abiotiques cités précédemment). Selon Sosa Moss (1966), une infestation de 10 larves par gramme de sol engendre une diminution importante de la production. Aussi, il peut ouvrir des portes d'entrée pour d'autres agents pathogènes comme le champignon *Rhizoctonia solani* (Meagher, 1974).

I.2.6. La lutte contre *H. avenae*

Les nématodes à kyste *Heterodera* et *Globodera* causent le dommage majeur aux récoltes (Riggs et Schuster, 1998, in Perry et Moens, 2005 ; Burns, 2009). Beaucoup ou tous les œufs sont produits à l'intérieur du corps de la femelles qui, après sa mort, devient un kyste avec un mur protecteur durci. Cette structure protège les oeufs à l'intérieur contre la dessiccation rapide, augmentant leur capacité de rester viable pendant plusieurs années (Perry et Moens, 2005). Ces causes et autres rendent le contrôle et la gestion de ces parasites difficile et très compliquée (Agrios, 2005 ; Perry et Moens, 2005).

I.2.6.1. Lutte préventive

La lutte contre le nématode doit commencer avant sont installation dans la parcelle, en maintenant les parcelles indemnes et propres avec :

a- La sensibilisation et la vulgarisation au profit des agriculteurs par la collaboration des différentes institutions et l'utilisation des différents moyens (tv, radio, journaux, conférence, sorties, etc.) pour mieux gérer l'infestation des parcelles de céréales dans le temps et dans l'espace.

b- Le nettoyage du matériel utilisé (tracteurs, charrues, chaussures,... etc.), les semences certifiées (sains) et l'irrigation bien contrôlée (Reddy, 1983 ; Baldwin et Mundo-Ocampo, 1991).

c- L'utilisation des moyens culturaux comme étant des moyens de lutte préventive.

I.2.6.2. Lutte curative

L'utilisation des moyens culturaux et biologiques.

I.2.6.2.1. Les moyens culturaux

Naturellement, l'attitude du fermier à pratiques culturelles devrait être d'optimiser la culture avec toutes les mesures qui réduisent l'établissement et le développement du parasite (Waller et al., 2002). Donc, le contrôle cultural doit s'insérer dans le système de production employé par le fermier et doit être assez efficace (Trigiano et al., 2004).

I.2.6.2.1.1. Jachère

Une jachère annuelle entre deux cultures consiste à priver le parasite des plantes dont il se nourrit (Taylor, 1968). Elle se traduit par une réduction annuelle de population de 50 à 60 % (Caubel et al., 1980).

I.2.6.2.1.2. Labours

Le labour pendant les périodes sèches permet de détruire les densités de nématodes grâce à leur exposition à la chaleur (Taylor, 1968).

I.2.6.2.1.3. Fumure et amendements (fertilisants)

L'apport d'engrais verts et de certains amendements organiques augmentent l'activité biologique du sol et le taux des champignons nématophages et des bactéries antagonistes, et par conséquent, réduit l'infestation de nématode (Oka et Yermiyahu, 2002 in Vidhya Sekaran, 2004). D'après Caubel et al., (1980), l'apport de quantités considérables expérimentales de potasse et de nitrate de chaux ou d'urée provoque une diminution de taux de multiplication de ces populations d'*H.avenae*.

I.2.6.2.1.4. Semis

Les dates et les conditions de semis influencent le développement d'*H.avenae*. Un semis précoce des cultures permet aux plantes de développer un système racinaire vigoureux au moment où les larves sortent des kystes (Schneider, 1965).

I.2.6.2.1.5. Les variétés résistances

Selon Taylor (1968), l'utilisation des variétés résistantes est l'un des meilleurs moyens pour combattre les nématodes. Les variétés résistantes constituent de véritables plantes pièges pouvant occasionner des diminutions de 50 à 80 p. cent des effectifs du parasite en une seule année de culture. En France, Caubel et al, (1980) ont obtenu des diminutions importantes de l'ordre de 60 à 80 % après cultures de variétés résistantes d'orge et d'avoine.

I.2.6.2.1.6. Désherbage et nettoyage

Il faut maintenir nos parcelles propres de tous résidus des cultures et des mauvaises herbes qui peuvent être des hôtes à ce parasite (Mokabli, 2002).

I.2.6.2.1.7. La rotation

Elle joue un rôle dans la constitution des sols, la lutte contre les organismes nuisibles comme les nématodes et l'accroissement du rendement, la rotation est plus efficace lorsqu'on la combine à des pratiques telles que l'épandage d'engrais (Balduin, 2006).

I.2.6.2.2. Les moyens chimiques

H. avenae peut être maîtrisé en utilisant certains traitements à action de contact à base de fumigants (dichloropropane dichloropropène (DD), dibromide d'éthylène (EDB) et Dazomet) (Rivoal et al., 1986 b), d'organophosphorés (Ethoprophos), (Caubel et Rivoal, 1977) ou à action systémique à base de carbamates (aldicarbe, carbofuran) (Rivoal et al., 1985). En Algérie, l'application de la lutte chimique contre *H. avenae* est rarement utilisable dans la pratique en raison du coût généralement élevé des produits nématicides.

I.2.6.2.3. Les moyens biologiques

Les ennemis naturels des nématodes les plus utilisés dans la lutte biologique sont les champignons. Ces derniers sont connus comme parasites des *Heterodera*. En l'Algérie, ces moyens ne sont appliqués qu'à titre expérimental.

I.2.6.3. Lutte intégrée

C'est une approche de planification et de gestion des cultures et alors de décision dans laquelle on va combiner différents moyens de lutte : culturaux, chimiques et biologiques, de manière raisonnable, efficace, durable et économique, avec la préservation de l'environnement.

II.1.1.2.1. Echantillonnage du sol**II.1.1.2.2. Matériel de l'échantillonnage**

- Une binette
- Des sachets en plastique
- Des étiquettes
- Marqueur
- un carnet

II.1.1.2.2.1. Technique d'échantillonnage

L'échantillonnage est effectué dans des parcelles cultivées en céréales qui montrent des plages susceptibles d'être infestées par le nématode à kystes (Fig7.A, B, C, D). Les échantillons sont prélevés à partir de 04 parcelles situées dans 04 communes de la wilaya d'Ain Defla. La technique utilisée est celle de l'échantillon global (Merny et Luc, 1969) qui consiste à prélever des échantillons (plusieurs points de la parcelle d'environ 100 g) qui vont être réunis en un seul échantillon global d'environ 2 kg, représentatif de la parcelle (pour l'hétérogénéité de la distribution des nématodes dans la parcelle). Les prélèvements sont effectués suivant les deux diagonales (Fig.6) dans la couche du sol de 10 à 30 cm. 10 à 20 échantillons élémentaires sont prélevés à l'aide d'une binette. Les échantillons sont mis dans des sacs en plastique juste après le prélèvement. On note la date d'échantillonnage, le lieu et toutes les informations (la variété cultivée, type d'irrigation, précédent cultural...etc.).

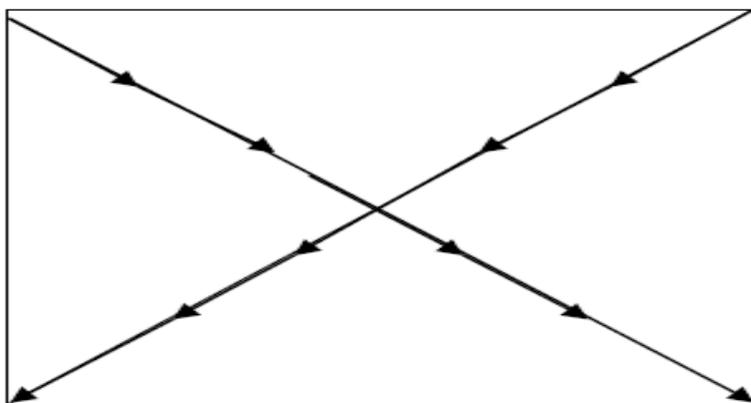


Fig.6 : Schéma d'échantillonnage au niveau des parcelles prospectées.



Fig 7 : Les parcelles choisies pour prélèvement de sol (A: Ain Defla, B: Zedine , C: Bourached, D :Rouina)

II.1.1.2.2.2. Séchage

Le sol est étalé sur un journal dans un endroit bien aéré pour permettre son séchage qui dure de 2 à 3 jours. Une fois séché, il subit une analyse nématologique qui consiste à l'extraction des kystes à l'aide de l'appareil de FENWICK.

II.1.1.2.2.3. Le pesage

Le sol préalablement séché est pesé à l'aide d'une balance de précision. Nous prenons en considération 100 g par échantillon de sol.

II.2.1.2.2.4. Extraction

Afin d'extraire nos échantillons, nous avons utilisé la technique de FENWICK (1940) qui est basée essentiellement sur le principe de flottaison des kystes (basé sur la densité des kystes par rapport à celle de l'eau). Les kystes secs, quelque soit leur contenu, ont une densité inférieure à 1. Ainsi, les kystes pleins et humides sédimentent très vite alors que les kystes secs flottent à la surface de l'eau, ce qui permet de les récupérer facilement. Un échantillon de 1000g est retenu pour l'analyse pour chaque parcelle. D'abord versé dans passoire (1mm de maille) l'échantillon est entraîné par un jet d'eau dans le corps de l'appareil. Les gros éléments restent dans la passoire, les kystes et les particules fines sont entraînés dans le récipient où ils flottent et débordent à travers la gouttière de l'appareil dans un tamis de 250 microns. Ensuite, ils sont récupérés sur un papier filtre par le jet d'une pissette. Le filtre et son contenu sont alors mis dans une boîte de pétri.

II.2.1.2.2.5. Matériel

- Appareil de FENWICK
- Tamis de 250 μ m
- Papiers buvard
- Des entonnoirs portés par des Erlen-Meyer
- Récipient
- Boîtes de pétri

- Pissette

Description de l'appareil de FENWICK

L'appareil de FENWICK (Fig. 8) est un récipient en forme de cône dont le fond est constitué par un plan oblique incliné vers un orifice permettant la vidange. La partie supérieure est aménagée d'une gouttière orientant l'écoulement lorsque le récipient déborde. L'écoulement

est orienté vers un tamis de 250 μm . Selon SOUTHEY (1959) in LOUNIS (1992), il y'a une perte de kystes de 6% jusqu'à 20%. L'efficacité de l'appareil de FENWICK peut être considérée en général comme satisfaisante. Toutefois, cette perte des kystes reste un des inconvénients majeurs.



1. La passoire
2. L'entonnoir
3. La gouttière
4. Le corps de l'appareil
5. Le bouchon
6. Le tamis

Fig.8 : Appareil de FENWICK

II.1.1.2.2.6. La récupération des kystes

II.1.1.2.2.6.1. Matériel

- Une loupe binoculaire
- Une épingle
- Un pinceau
- Une pissette
- Boite de pétri
- Étiquettes

- Marqueur.

Les kystes en mélange avec la matière organique sont récupérés à l'aide d'un pinceau sous une loupe binoculaire et mis dans une boite de pétri portant du papier filtre et une étiquette.

II.1.1.2.2.6.2. Dénombrement des kystes

Sous une loupe binoculaire et à l'aide d'un pinceau très fin, on sépare les kystes vides (Fig.8 B) et les kystes pleins (Fig. 8A). Ils sont dénombrés par la suite. Les kystes pleins sont reconnus grâce à leur couleur foncée ou parfois claire, alors que les kystes vides sont identifiés par leur couleur claire qui, par transparence, au contact d'une goutte d'eau, apparaissent dépourvus des œufs ou des larves.



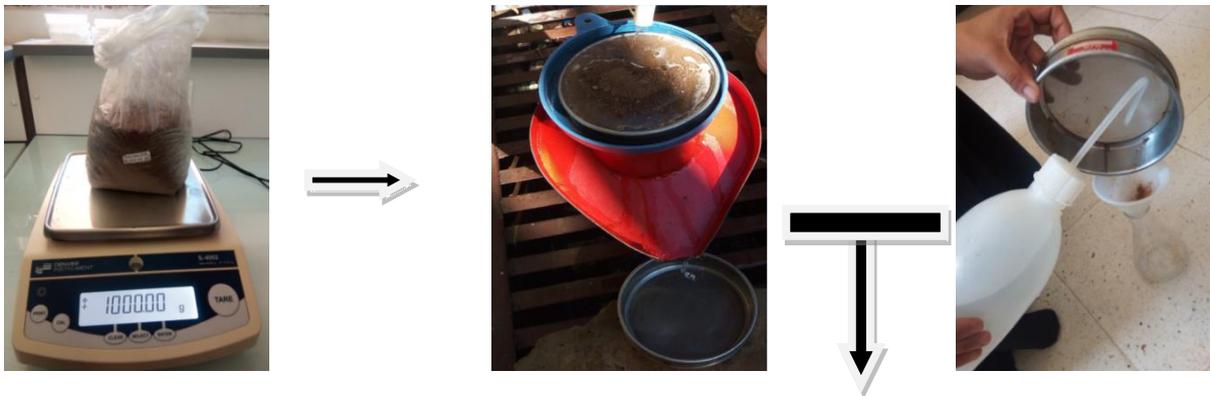
Fig.9 : Différence entre les kystes pleins (A) et les kystes vides (B) (original).



Echantillonnage de sol

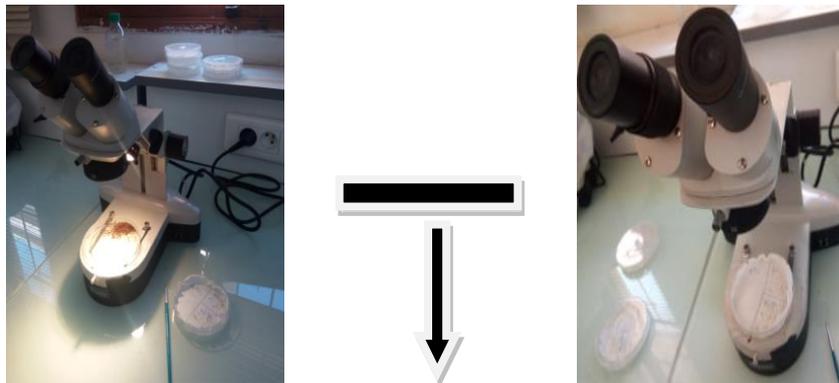
Echantillons de sol

Séchage à l'air



Prise de poids de l'échantillon

Extraction



Récupération des kystes

Fig.10 : Principales étapes de l'analyse nématologique (Original).

II.2.2. Enquête sur les nématodes à kystes Heterodera des céréales dans la région d'Ain Defla

II.2.2.1. Problématique

Afin d'obtenir une idée sur l'importance des nématodes à kyste dans la région de Ain Defla un questionnaire sous forme d'enquête est réalisé pour savoir si ces nématodes sont connus par les agriculteurs (leur forme, couleur et Symptômes) ainsi que les différentes pratiques culturales utilisées contre ce parasite. A partir de ces informations, nous pouvons dégager les principaux facteurs qui influent sur le développement de ce parasite.

- les connaissances des agriculteurs sur ce nématode.
- les caractéristiques et le mode de conduite de la culture des céréales.
- la méthode d'analyse du sol (la pratique des analyses avant et après).
- les connaissances sur les dégâts et ces différentes méthodes de lutte.

II.2.2.2. Objectifs de l'étude

- L'étude nématologique (prélèvement de quelques échantillons du sol des parcelles étudiées pour mettre en évidence des nématodes susceptibles d'exister dans ces parcelles.
- L'étude de nématodes au laboratoire pour se familiariser avec les techniques nématologiques.

II.2.2.3. La méthodologie

Nous avons pris en considération la spécificité de la région et la vie socio économique et culturelle des agriculteurs. Des difficultés sont parfois rencontrées par l'enquêteur. Elles sont incomplètes, dès fois absentes parce que l'agriculteur ne veut pas donner toutes les informations de son exploitation.

II.2.2.3.1. Phase pré enquête

Après une étude bibliographique et les entretiens auprès des agriculteurs et techniciens travaillant dans la région, nous avons pu avoir des informations globales sur les exploitations de la région.

II.2.2.3.2. Enquête auprès des agriculteurs (responsables d'exploitations agricoles)

II.2.2.3.2.1. Choix de l'échantillon

Nous avons enquêté sur 20 exploitations agricoles. Nous avons utilisé un certain nombre de critères pour assurer la représentativité de l'échantillon en fonction de l'accessibilité aux exploitations agricoles :

- Les exploitations sont situées dans différentes communes de la wilaya.
- Les exploitations enquêtées sont réparties en différentes catégories (EAI, EAC, fermes pilotes et privés).

II.2.2.3.2.2. Elaboration d'un questionnaire et collecte des données

L'enquête consiste à utiliser un questionnaire qui s'oriente aux agriculteurs et aux responsables des différentes exploitations agricoles :

1. Présentation de l'exploitation : localisation, type d'exploitation, superficie de l'exploitation ainsi que la superficie totale des céréales et niveau de la technicité du gérant.
2. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture : cette partie prend en considération la culture en place et les précédents culturaux et toutes les techniques culturales (système de culture, variété, type d'irrigation...) qui peuvent avoir une influence sur le développement de ces parasites.
3. Connaissance des nématodes à kystes *Heterodera*: la connaissance de nématodes par les agriculteurs et les responsables des exploitations agricoles, ou ils ignorent leur existence. Les questions posées concernant l'appellation de ce nématode (couleur, forme, symptôme) et sur la réalisation de l'analyse nématologique.
4. Moyens d'intervention utilisés contre les nématodes : ils concernent les différentes méthodes de lutte pour protéger ce type de culture (rotation, désinfection du sol, utilisation des nématicides, pesticides, amendement...).

Fiche d'enquête sur les nématodes à kystes *Heterodera* de la culture des céréales

Date de sortie :

Localisation

Wilaya.....Commune :.....Ville ou village proche.....

Type d'exploitation

- Statut :
- EAC
- EAI
- Privé
- Ferme pilote

Type de culture

Autres

Destination : Semences

Superficie étudiée.....ha

Superficie totale des céréales.....ha

Superficie totale plantes herbacées.....ha

Superficie totale exploitation.....ha

Niveau de technicité de Gérant

- Pas de formation
- Agriculteur qualifié
- Technicien
- Ingénieur agronome

Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture

Culture en place.....Variété.....

Précédant cultural (n°1).....Variété.....

Précédant cultural (n°2).....Variété.....

Précédant cultural (n°3).....Variété.....

Précédant cultural (n°4).....Variété.....

Précédant cultural (n°5).....Variété.....

Système de culture Intensif Extensif Traditionnel

Environnement de la parcelle

Même culture

Autre culture

Autres

Bordure : Oui Non

Texture du sol :

Mécanisation Oui Non

Type d'irrigation Absence d'irrigation Asperersion

Plantes associées aucune Principales adventices.....

Cultures..... Autres fruitiers.....

Pratique de la jachère Oui Non

Type de jachère Travaillée Non travaillée

Type de labour Profond Labour d'été

Type de charrue A disque A c Autre

Connaissance des nématodes à kystes *Heterodera*

Connaissez-vous les Nématodes *Heterodera* ? Oui Non

Depuis quand ?

Comment vous les appelez? En Français.....

En arabe.....

Dialecte local (Derdja).....

Quelle est leur forme ?

Quelle est leur couleur ?.....

Quels sont les symptômes de ces nématodes ?

Sur feuilles.....

Sur racines.....

Avez-vous réalisé une analyse nématologique Oui Non

Qui a fait l'analyse ?.....

Quant ?..... Résultat de l'analyse Pos Nég

Méthodes de lutte utilisées contre les nématodes

Lutte préventive

Rotation culturale Monoculture Polyculture Jachère Labour d'été

Désinfection du sol avant culture : Oui No

Nématicide utilisé :

Nom commercial.....Matière active

Dose.....

Mode d'action..... Mode d'application

Plante nématocide Oui Non

Biofumigation Oui Non

Traitement du sol en cours de culture Oui Non

Produit utilisé :

Nom commercial.....Matière active.....

Dose..... Mode d'action.....

Mode d'applicationNombre de traitements.....Alternance.....

Amendement

MinéralDose.....

Organique..... Dose.....

Fertigation..... Dose.....

Autres traitement

InsecticidesFréquence..... Effet nématocide Oui Non

Fongicides Fréquences..... Effet nématocide Oui Non

Herbicides Fréquence..... Effet nématocide Oui Non

Autres Fréquence..... Effet nématocide Oui Non

II.2.2.3.2.3. Prospection eu niveau des racinas de blé au stade tallage

A ce stade phréologique où nous considérons que les nématodes phytophages susceptibles d'existeront atteint sur stade de développement avancé, nous procédons au prélèvement de quelques racines entières pour les dilacérer et voir si elles hébergent des filiformes (Fig.9).



Fig. 11 : Racines de blé prélevées des parcelles prospectées.

II.3.1. Importance de l'infestation en fonction des parcelles étudiées

Les prélèvements du sol ont été effectués dans 20 parcelles dans quatre communes (Rouina, Ain Defla (Dhaya), Zedine, Bourached) de la wilaya d'Ain Defla afin d'étudier l'état d'infestation de ces parcelles par le nématode à kyste *Heterodera*. Les résultats de l'analyse nématologique des différents échantillons sont présentés dans la figure (12).

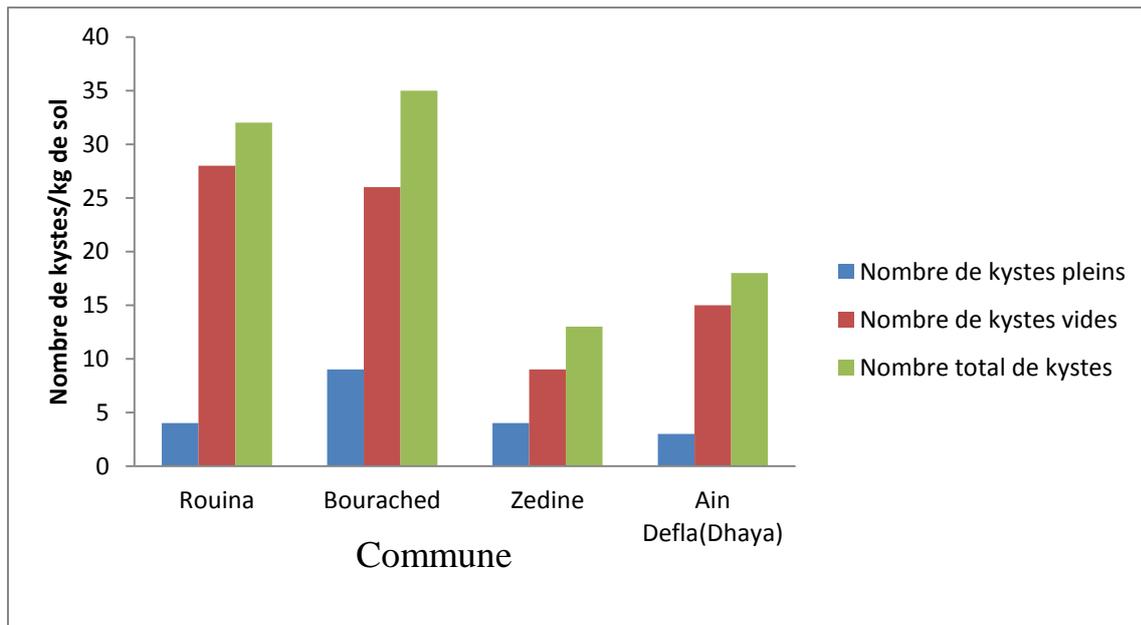


Fig. 12 : Densité de nématodes en fonction des communes étudiées.

La commune de Bourached présente un nombre de kystes total plus élevé par rapport aux autres communes, suivie de Rouina, Ain Defla et Zedine. Quant au nombre de kystes pleins, cette même commune se démarque des autres par une densité plus élevée.

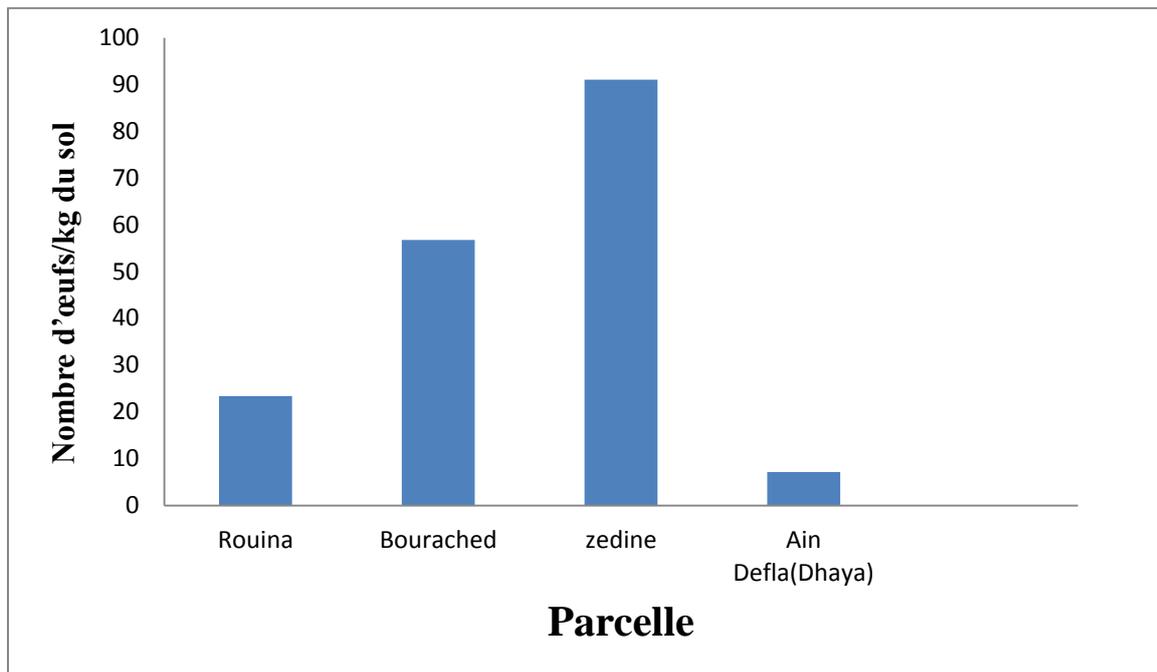
II.3.1.1. Dénombrement des oeufs et des larves d' *Heterodera* en fonction des communes

Fig. 13: Densité de nématode (nombre d'œufs) eu fonction des communes.

La comparaison entre les parcelles selon le nombre d'œufs /kg du sol la densité la plus élevée. Il est obtenue dans la commune de Zedine (91 L2/kg du sol). Dans les communes de Bourached, Rouina et Ain Defla, elles sont estimées à 65.74 L2/kg du sol et 23.4 L2/kg du sol et 7.16 respectivement.

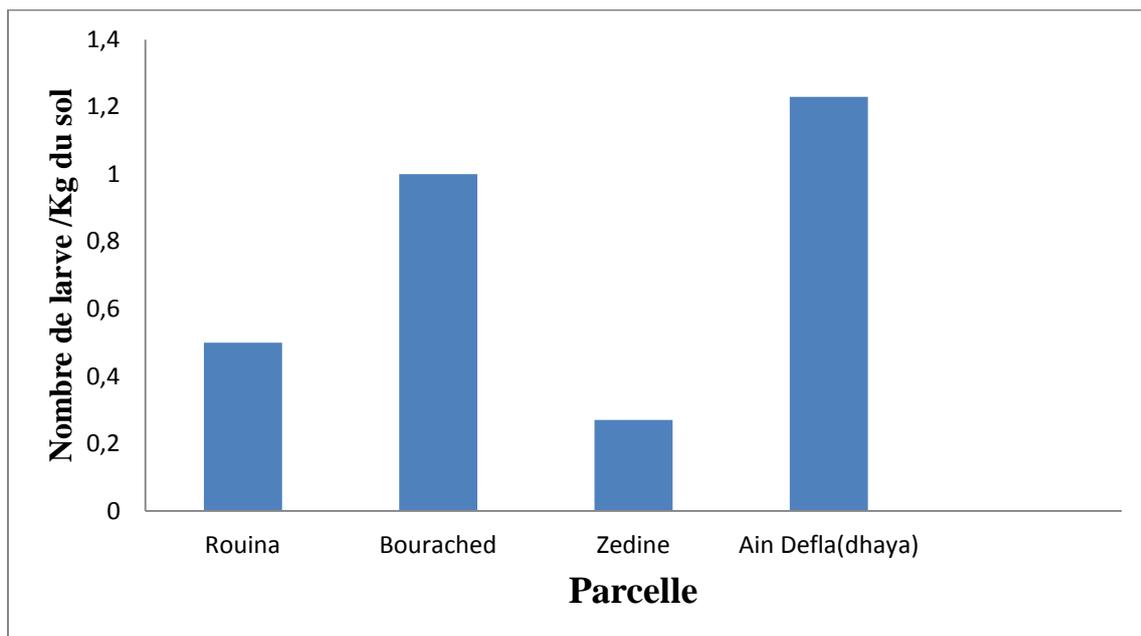


Fig. 14: Densité (L2) de nématode par commune.

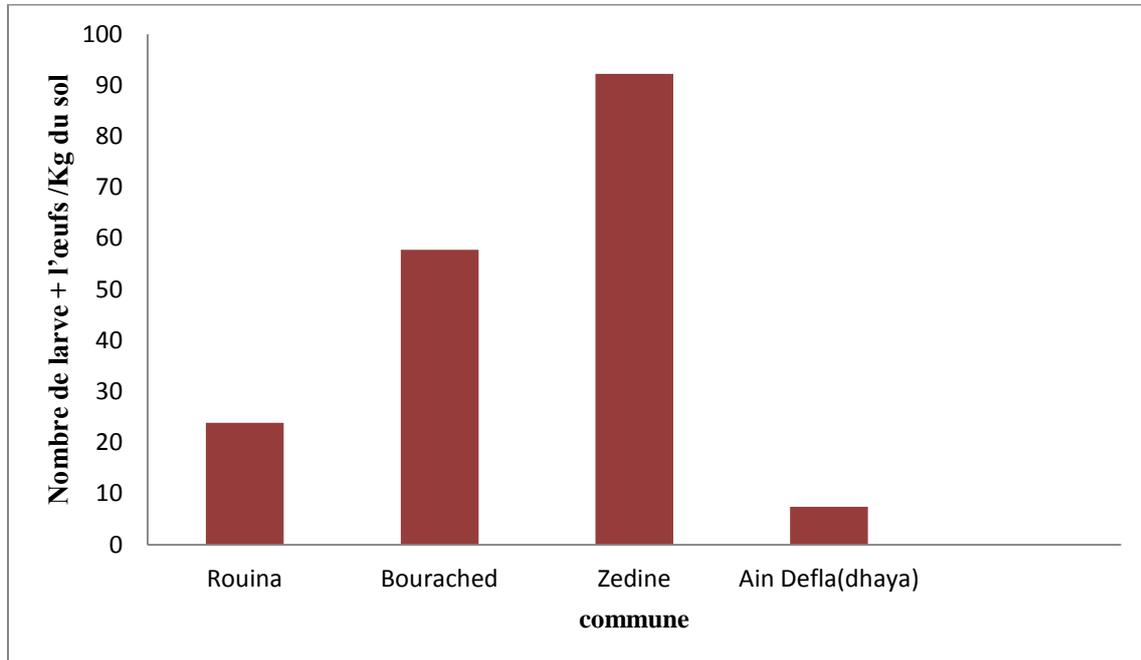


Fig. 15: Densité de nématode en larves (L2) + Œuf.

II.3.2. Analyse des résultats des enquêtes auprès des agriculteurs

II.3.2.1. Type des exploitations enquêtées

II.3.2.1.1. Statut

Les exploitations enquêtées sont réparties en trois groupes selon leur statut. En effet, 75% appartiennent à des privés, les autres exploitations sont soit des exploitations collectives (10%), soit des fermes pilotes (15%).

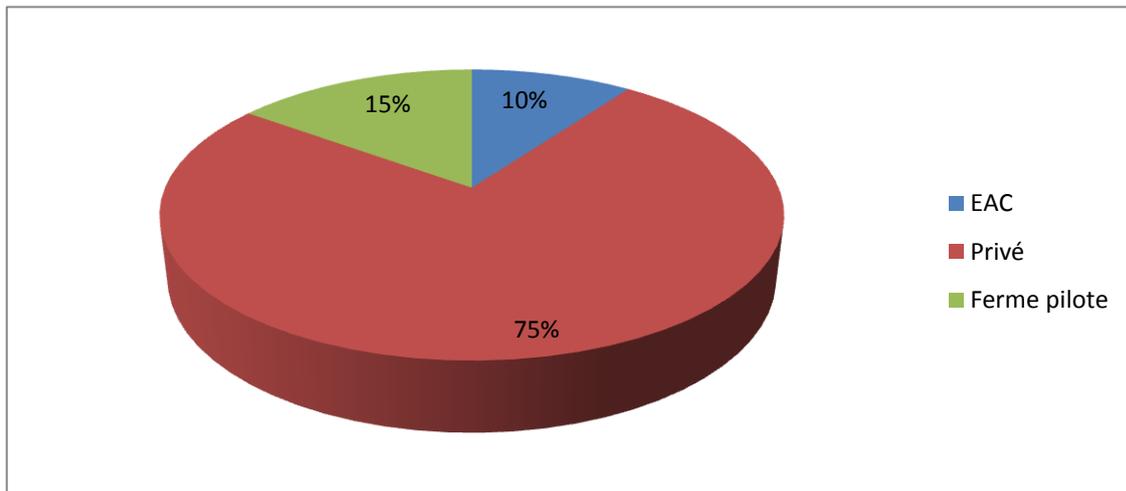


Fig. 16 : Statut des exploitations agricoles enquêtées.

II.3.2.1.2. Type de culture

La majorité des parcelles étudiées sont consacrées à la production de céréales de consommation (90%), alors que (10 %) seulement sont exploitées pour la multiplication de semences (17).

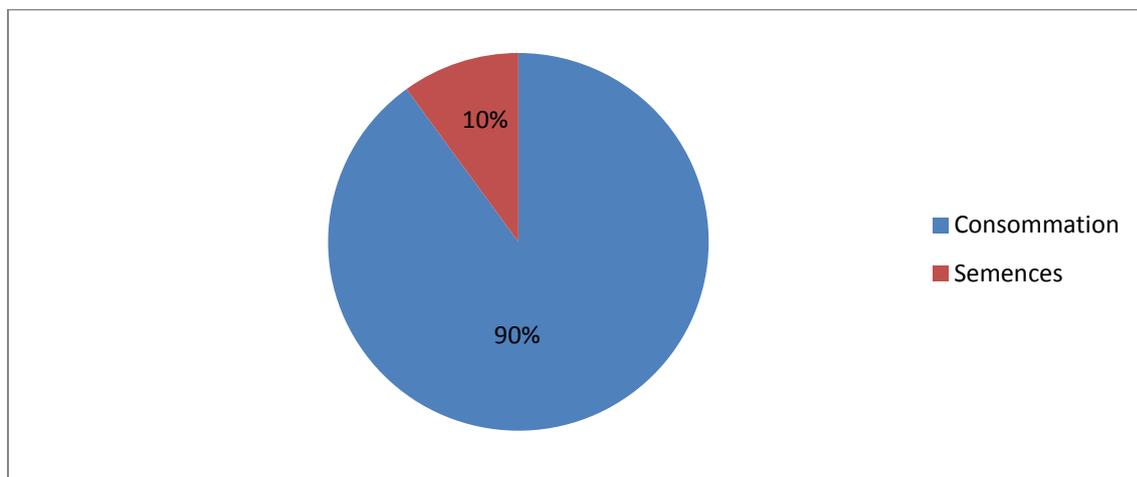


Fig. 17 : Destination des céréales cultivées dans les exploitations enquêtées.

II.3.2.1.3. La superficie des exploitations enquêtées

Le tableau suivant montre la superficie des exploitations étudiées.

Tableau 2: Situation et superficies des exploitations enquêtées.

Localisation	N° d'exploitations enquêtées	Superficie étudiée (ha)	Superficie totale des céréales (ha)	Superficie totale des plantes herbacées (ha)	Superficie totale de l'exploitation (ha)
Rouina	3	69,5	64,5	/	100,5
Bourached	6	233	398	/	438
Zedine	4	30	60	/	60
Ain Defla (Dhaya)	7	492	1730	568	5580
Total	20	824,5	2252,5	568	6178

II.3.2.1.4. Niveau de technicité des gérants des exploitations enquêtées

Dans les 20 exploitations enquêtées, nous avons recensé des ingénieurs (8%) seulement, des techniciens (15%) et des agriculteurs qualifiés (77%).

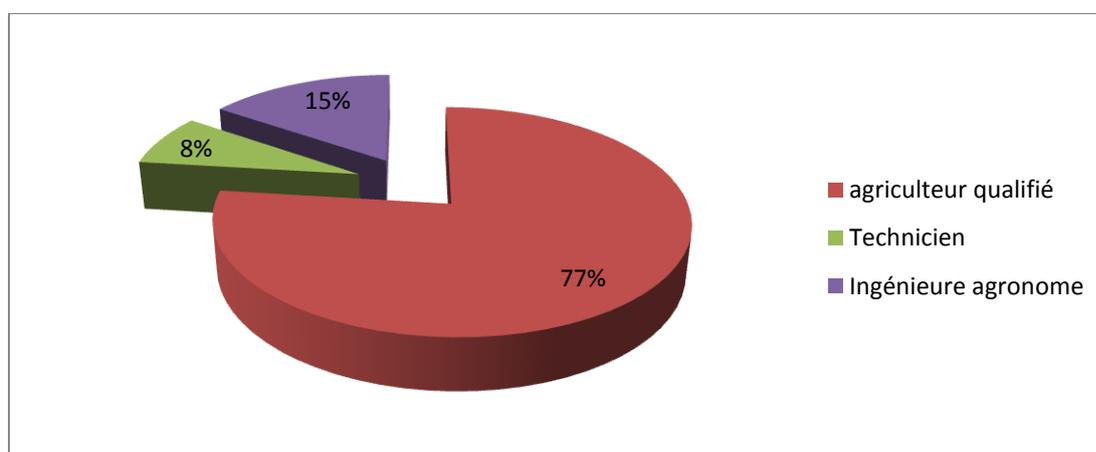


Fig.18 : Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.

II.3.2.2. Caractéristiques du site et mode de conduite de la culture

II.3.2.2.1. Système de culture, variétés cultivées et type de rotation

-Variétés cultivées

La variété la plus cultivée dans les exploitations étudiées est le Simeto. En effet, 75% des agriculteurs cultivent cette variété dans leurs parcelles. Dans d'autres parcelles, la variété Vitron est pratiquée à (15%). La variété Rihanne occupe (10%) des parcelles cultivées.

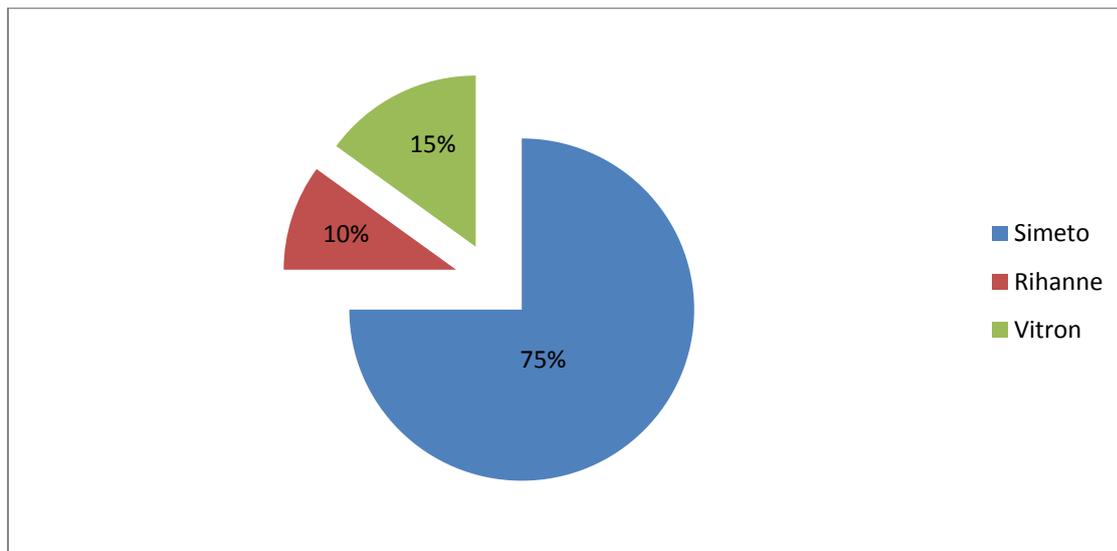


Fig.19: Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées.

-Système de culture

Dans toutes les parcelles enquêtées, le système intensif est le plus utilisé en céréaliculture (100%).

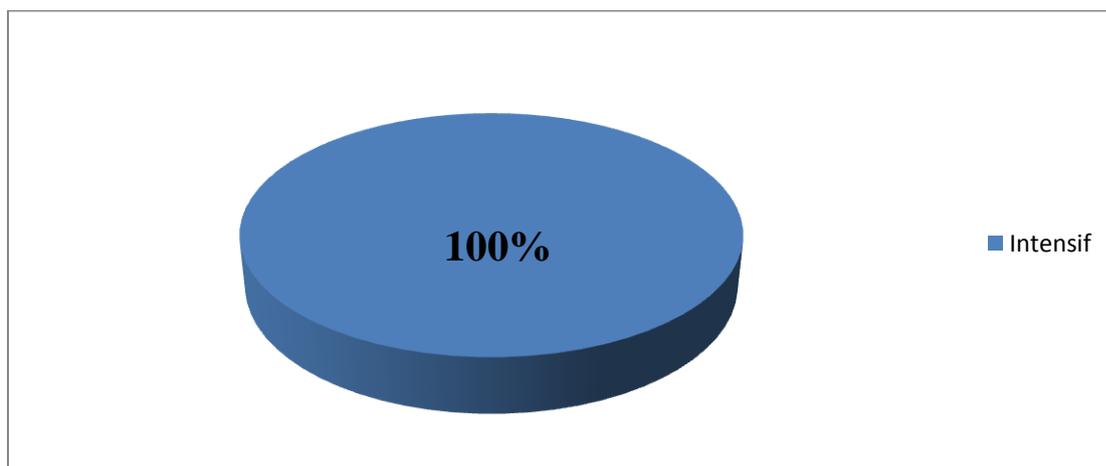


Fig.20 : Système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.

II.3.2.2.2. Environnement des parcelles

L'environnement de la parcelle agricole joue un rôle essentiel dans la dissémination d'*Heterodera* d'une parcelle à l'autre. 60% des parcelles enquêtées sont entourées par des parcelles cultivées en céréales (même culture). Les parcelles qui restent sont entourées par d'autres cultures comme le maraîchage (40%).

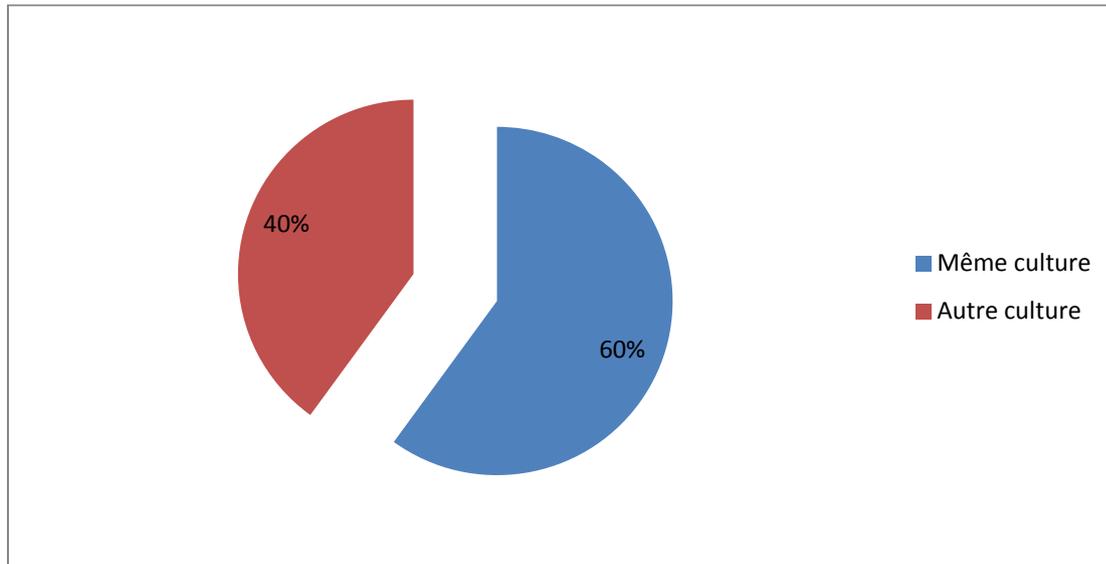


Fig.21 : Environnement des parcelles enquêtées.

Bordure

100% des parcelles étudiées ont des bordures.

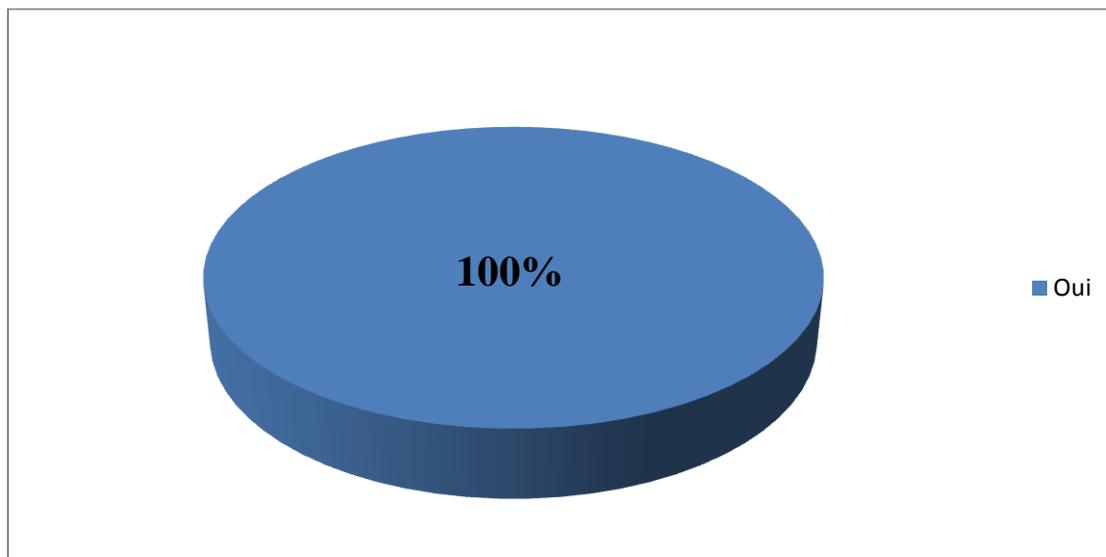


Fig.22: Bordure des parcelles enquêtées.

-Texture du sol

Un grand nombre d'agriculteurs ne connaissent pas la texture de leur sol. La plupart des parcelles sont caractérisées par des sols soit argileux-limoneux soit rouges. Ils s'appellent selon les agriculteurs (hameri). La plupart des parcelles cultivées se caractérisent par des sols blancs (calcaire) et des sols noirs.

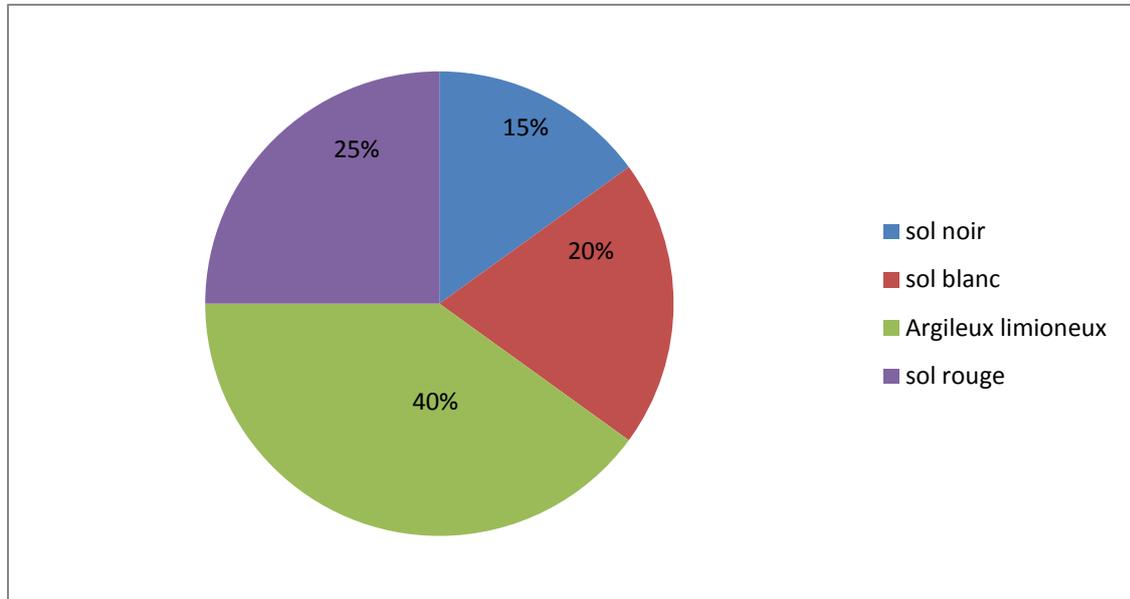


Fig.23 : Importance de la texture du sol en fonction des exploitations étudiées.

II.3.2.2.3. Mécanisation

Toutes les exploitations agricoles utilisent la mécanisation, il ya présence des machines (tracteurs, charroues, pulvérisateurs...). Les machines sont rarement nettoyées après le travail.

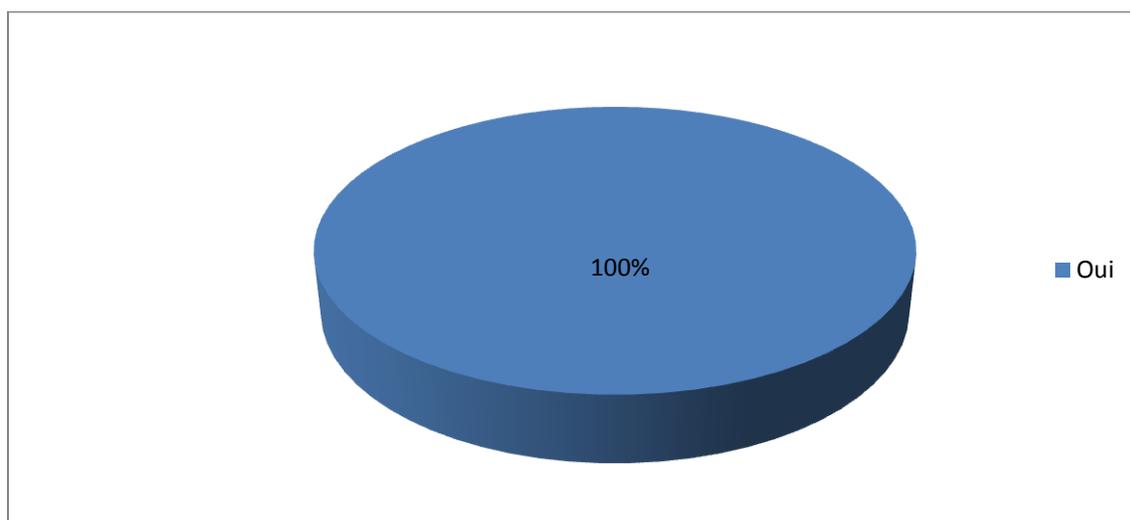


Fig.24 : Mécanisation dans les parcelles enquêtées.

II.3.2.2.4. Pratiques culturales (irrigation, jachère, labour d'été)

-Type d'irrigation

Dans les parcelles enquêtées, l'aspersion est le mode le plus utilisée. En effet, 50% des agriculteurs utilisent l'aspersion pour irriguer leurs parcelles des céréales. Les autres (50%) se contentent de la pluie pour la production de céréales.

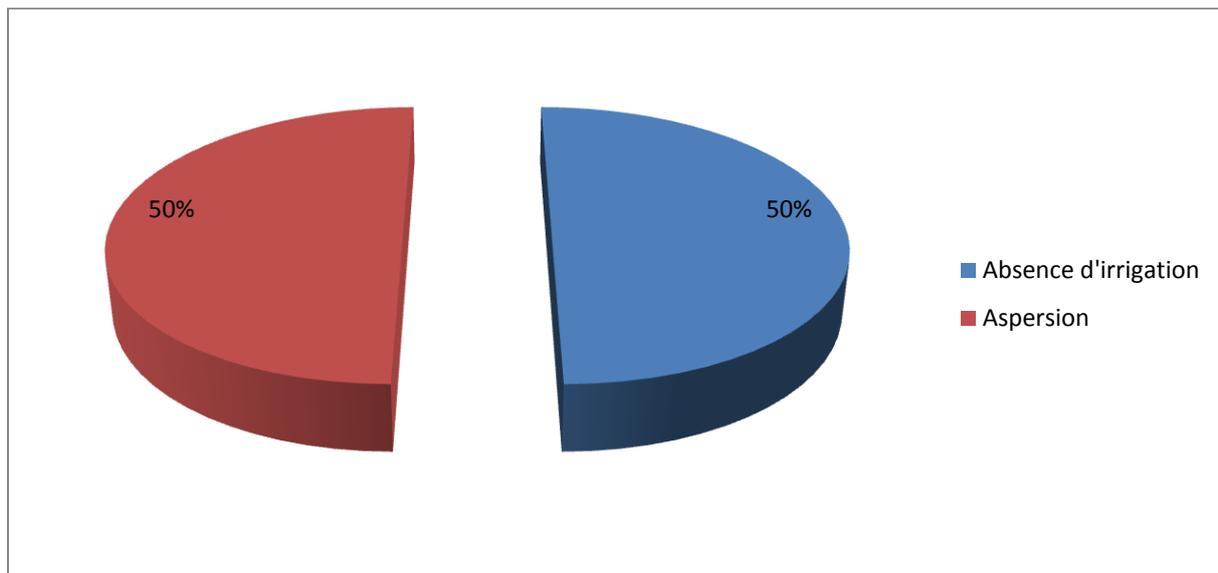


Fig.25 : Type d'irrigation utilisé dans les parcelles enquêtées.

-Pratique de la jachère :

Dans la plupart (65%) des parcelles enquêtées, les agriculteurs pratiquent la jachère. En effet, elle est absente dans (35%) des parcelles.

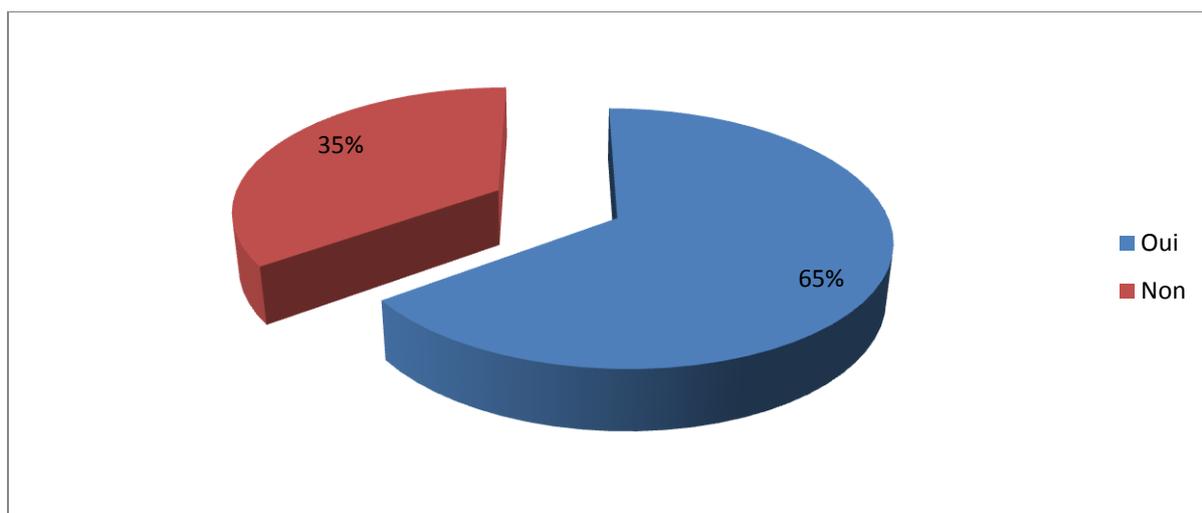


Fig.26 : Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées.

-Type de jachère

La jachère travaillée est une pratique culturale utilisée seulement dans 75% des exploitations enquêtées, alors que 25% ne font pas recours à cette pratique.

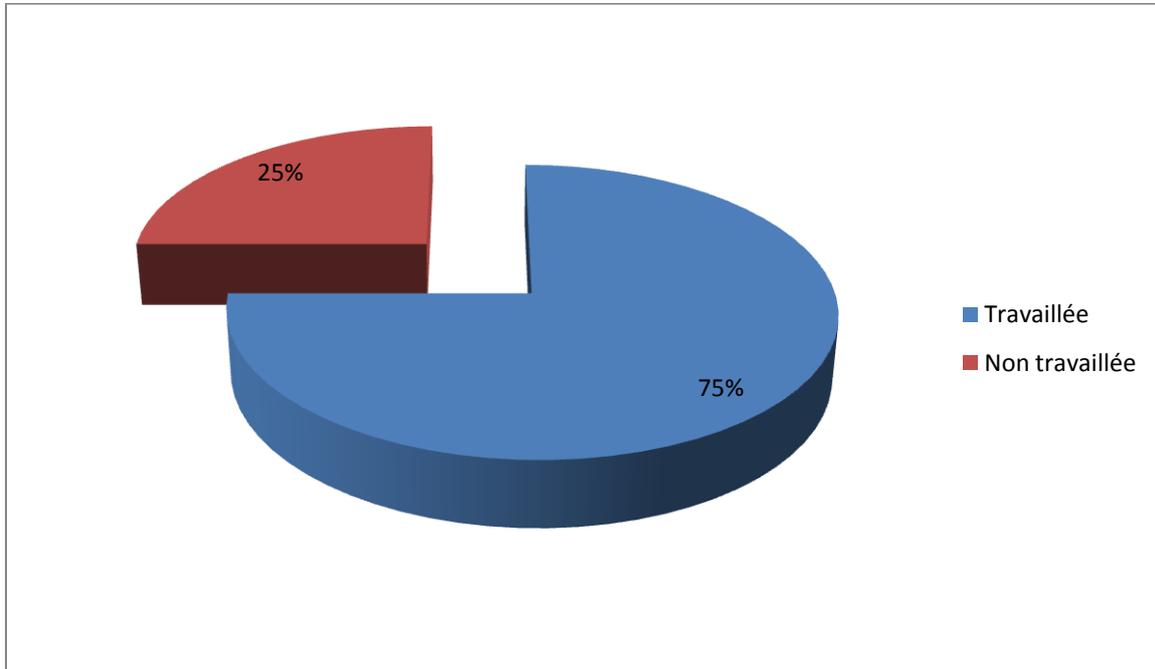


Fig.27 : Pratique de la jachère dans les exploitations enquêtées.

II.3.2.4. Analyse nématologique

II.3.2.4.1. Réalisation des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées

L'analyse nématologique est indispensable pour détecter le nématode. La majorité des agriculteurs enquêtés (55%) ne réalisent pas les analyses nématologiques, il ya (45%) des agriculteurs qui la pratiquent.

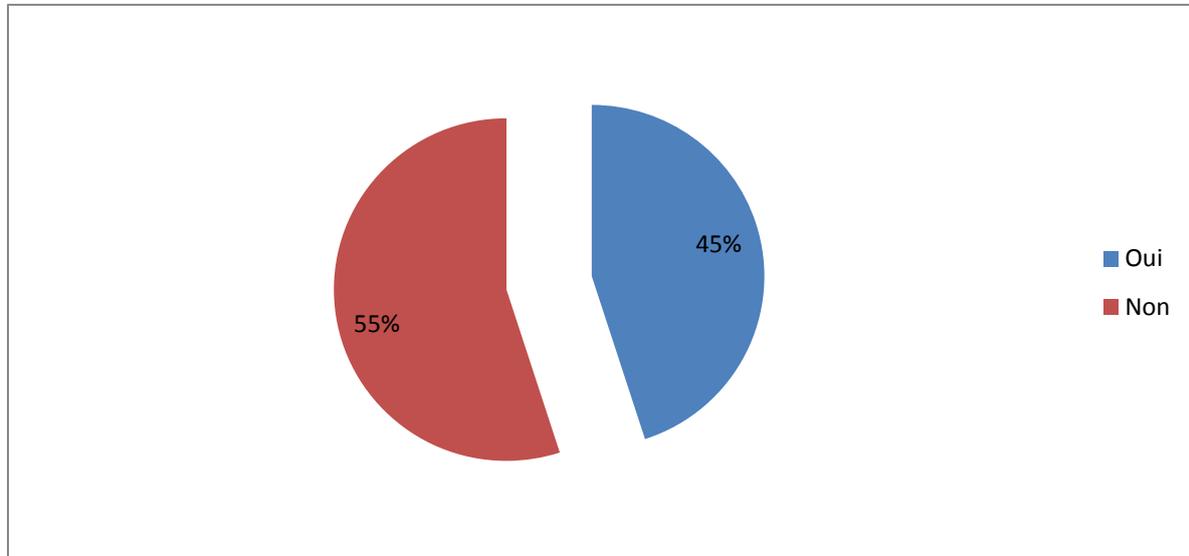


Fig.28 : Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

II.3.2.4.2. Résultats des analyses nématologiques effectuées dans les exploitations enquêtées

Les résultats des analyses nématologiques dans les parcelles cultivées en céréales d'après les agriculteurs sont de l'ordre de 20% négatifs dans toutes les parcelles. 45% ont déclaré la présence de ces parasites dans leurs exploitations. 35% des agriculteurs l'ont affirmé dans quelques parcelles.

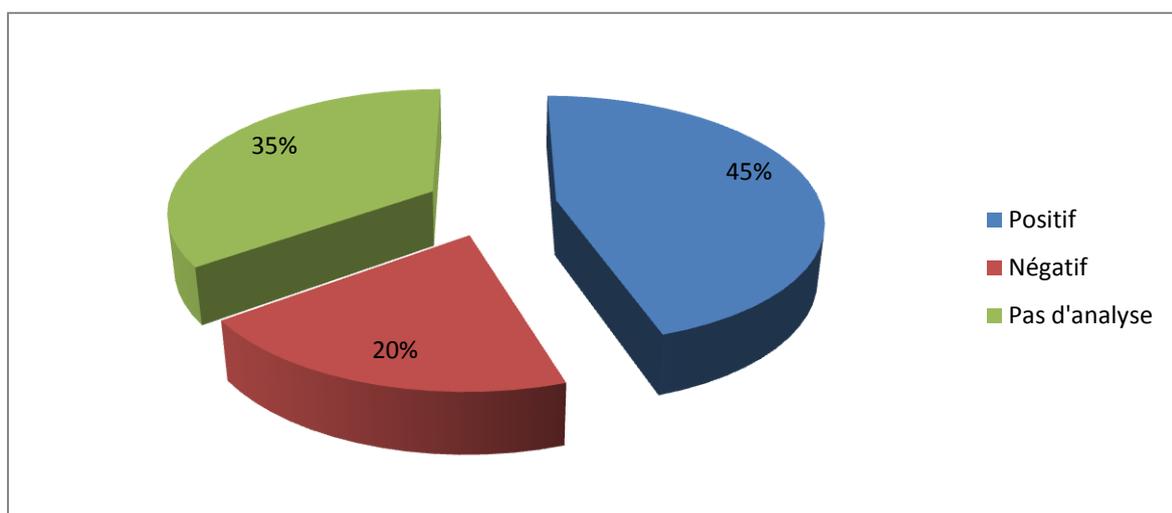


Fig.29 : Résultats des analyses nématologiques dans les parcelles enquêtées.

II.3.2.5. Méthodes de lutte utilisée

Dans notre enquête, nous voulons avoir une idée sur les techniques ou les méthodes de la lutte utilisées dans chaque parcelle par les agriculteurs contre les nématodes directement ou contre d'autres ravageurs qui peuvent nuire d'une façon indirecte.

II.3.2.5.1. Les pratiques culturales

Toutes les pratiques culturales comme la rotation, pratique de la jachère et de labour d'été jouent un rôle très important dans la lutte contre les nématodes à kyste *Heterodera*.

II.3.2.5.2. Rotation culturale

Les pratiques culturales ont un rôle important dans la lutte contre les nématodes à kystes *Heterodera* telle que la rotation, la pratique de la jachère et de labour d'été. Un grand nombre d'agriculteurs enquêtés pratiquent la rotation. En effet, (55%) des agriculteurs pratiquent la polyculture. Les autres agriculteurs pratiquent la monoculture (15%). La jachère est une pratique culturale utilisée seulement dans 30% des exploitations enquêtées.

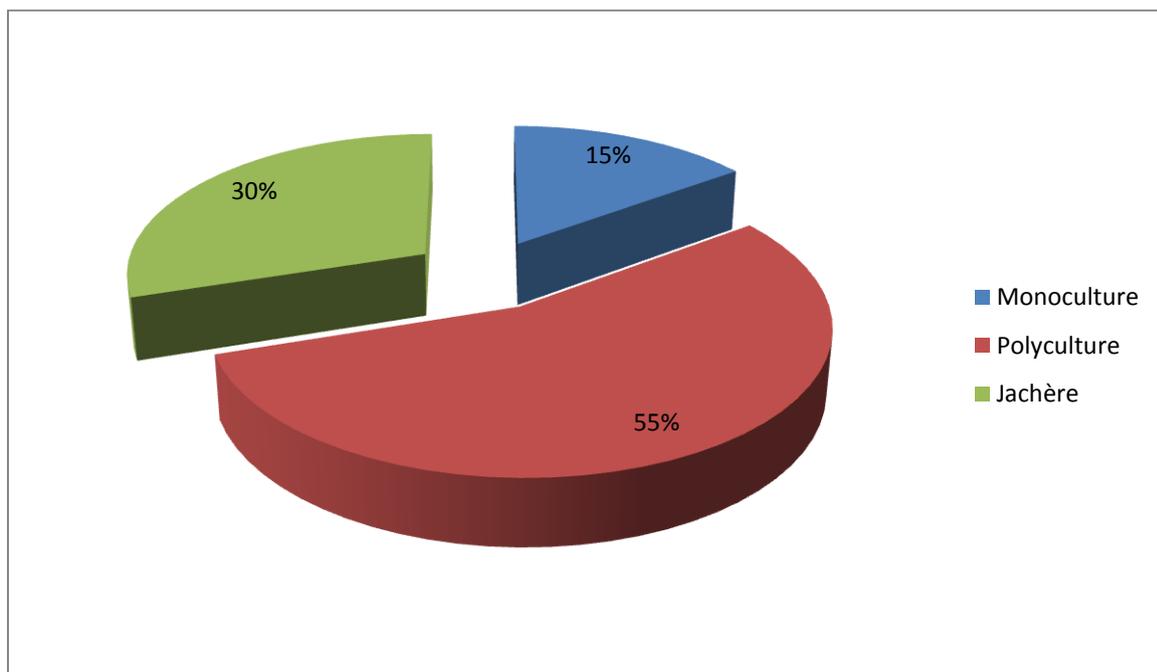


Fig.30 : Type de la rotation dans les exploitations enquêtées.

II.3.2.5.3 Désinfection du sol avant culture et en cours de culture avec des produits à effet nématocide

Les résultats révèlent que 15% seulement des agriculteurs désinfectent le sol avant la culture en place des céréales. Cependant, 85% des parcelles sont désinfectées au cours de la culture.

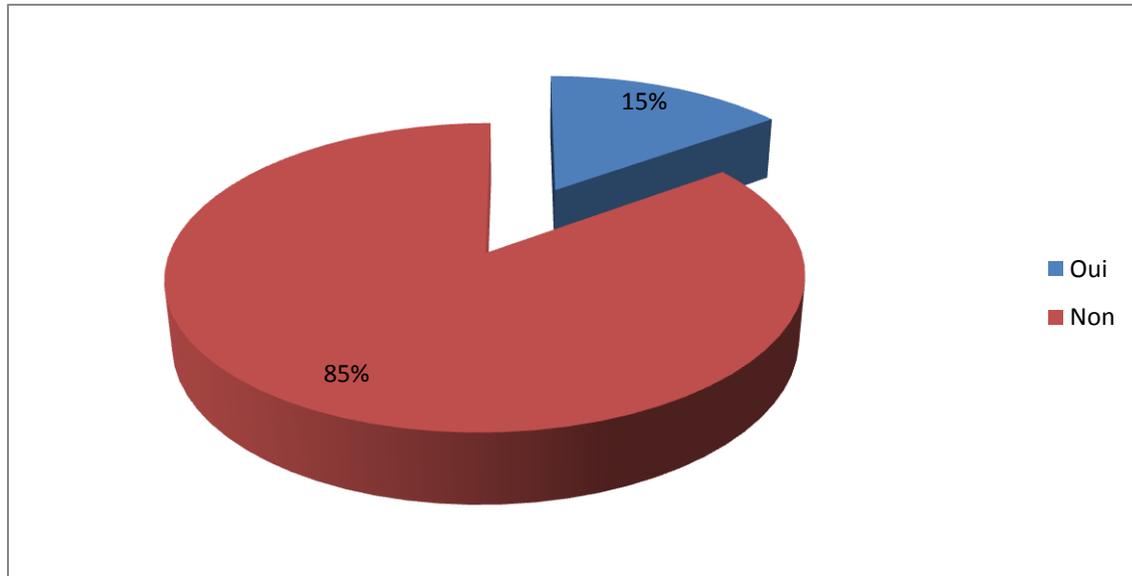


Fig.31 : Désinfection de sol avant la culture.

II.3.2.5.4. Traitement du sol en cours de culture

La majorité des agriculteurs (95%) traitent le sol en cours de culture. Peu d'agriculteurs (5%) ne traitent pas le sol en cours de culture.

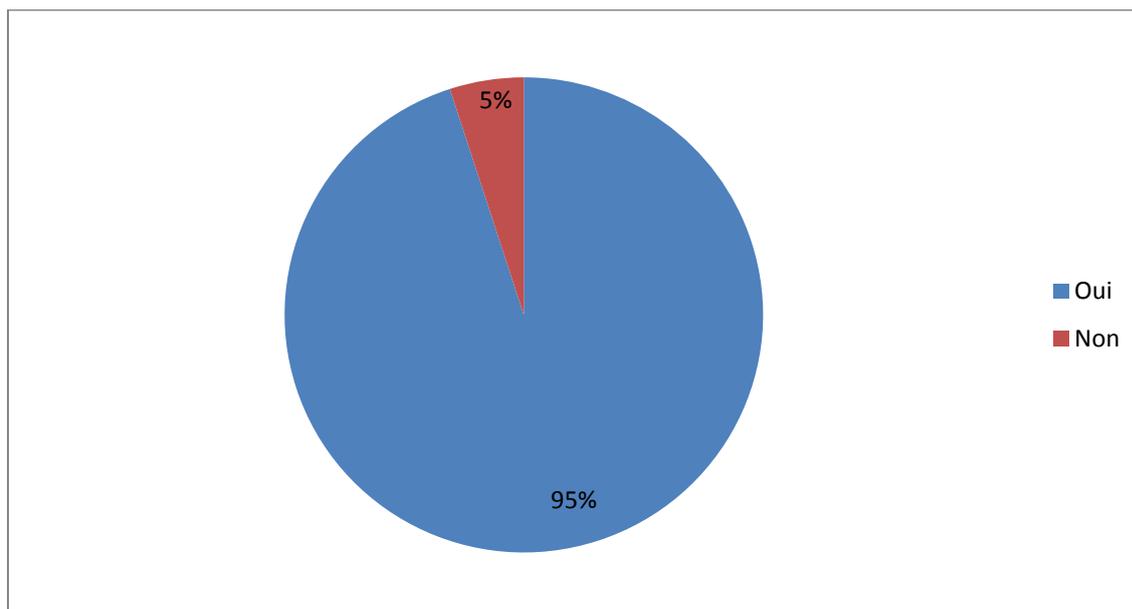


Fig.32 : Traitement du sol en cours de culture.

II.3.2.5.5. Amendement

On remarque que la majorité des agriculteurs enquêtés (50%) utilisent les deux fertilisations minérale et organique (NPK et l'Urée 46%). Peu d'agriculteurs (20%) utilisent la fertilisation organique et (30%) utilisent de la fertilisation minérale.

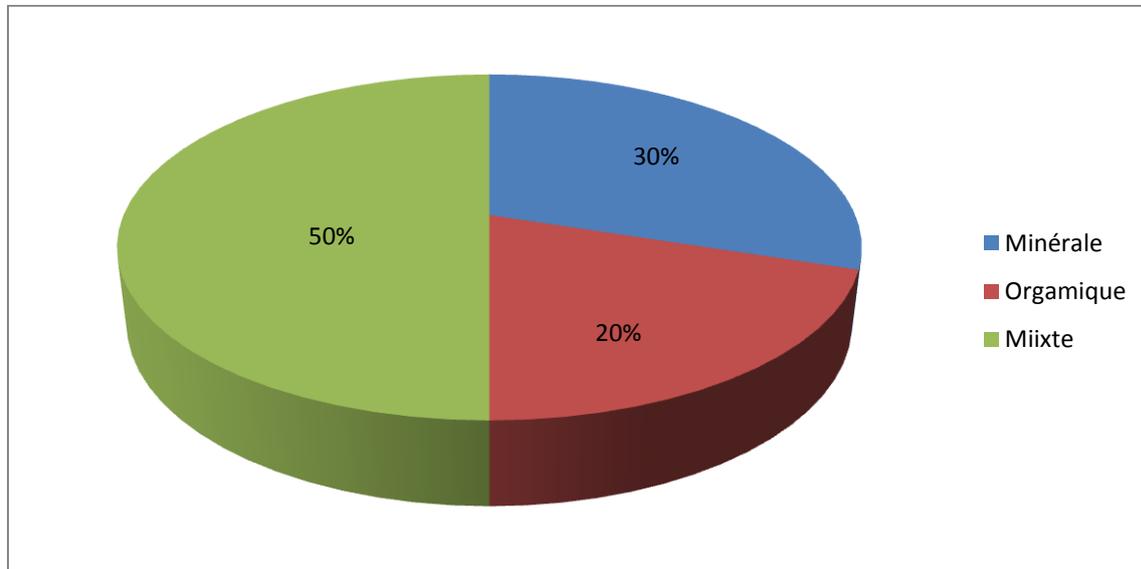


Fig.33 : La fertilisation utilisée selon les agriculteurs.

II.3.2.5.6. Autres traitements

On remarque que la majorité des agriculteurs (55%) utilisent les traitements herbicides. Peu d'agriculteurs (20%) utilisent les traitements fongicides et (25%) emploient les deux traitements (herbicides et fongicides).

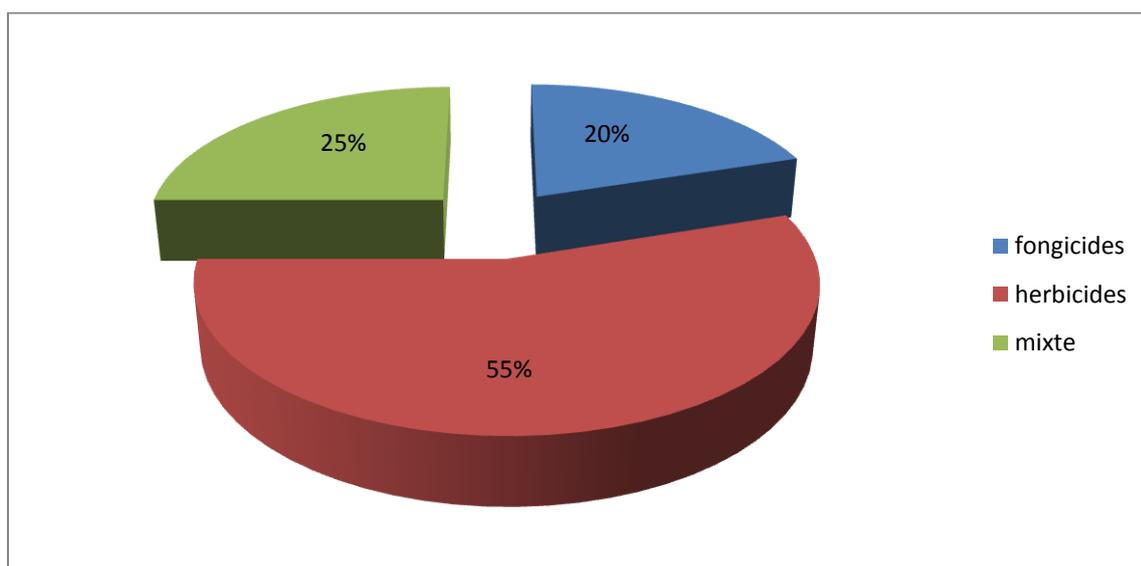


Fig.34 : Autres traitements utilisés selon les agriculteurs enquêtés.

-Identification de l'espèce en cause

- Méthodologie : Nous nous sommes basés sur les critères morphologiques (Bekal, 1997). pour l'identification des Heterodera (Fig. 35) qui prennent en considération la morphologie du cône vulvaire au niveau du kyste et la forme des renflements basaux du stylet buccal de la larve de deuxième stade.

Principaux critères utilisés pour l'identification

Nettoyage du kyste

Coupe transversale au niveau du kyste

Nettoyage dans de l'eau oxygénée

Nettoyage dans de l'alcool

Nettoyage dans l'essence de girofle

Montage dans une goutte de liquide de Faure

Observation au microscope

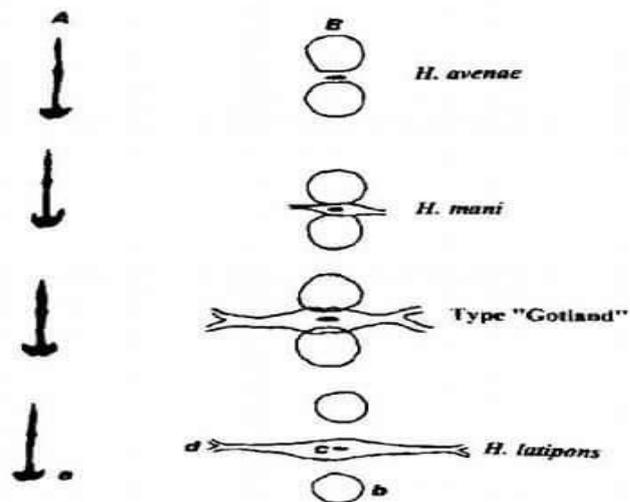


Fig. Caractéristiques morphologiques majeures du stylet (A) des juvéniles et du cône vulvaire (B) des kystes d'*Heterodera avenae*, *H. mani*, *H. latipons* et du type « Gotland » (Bekal, 1997)

a : forme des boutons basaux du stylet.
 b : fenêtre vulvaire.
 c : fente vulvaire.
 d : sous port vulvaire.

Fig 35 : Caractéristiques morphologiques majeures du stylet (A) des juvéniles et du cône vulvaire (B) des kystes d'*Heterodera avenae*, *H. mani*, *H. latipons* et du type « Gotland » (Bekul, 1997).

- ✓ Principaux critères utilisés pour l'identification
- ✓ Nettoyage du kyste
- ✓ Coupe transversale au niveau du kyste
- ✓ Nettoyage dans de l'eau oxygénée
- ✓ Nettoyage dans de l'alcool
- ✓ Nettoyage dans l'essence de girofle
- ✓ Montage dans une goutte de liquide de Faure
- ✓ Observation au microscope

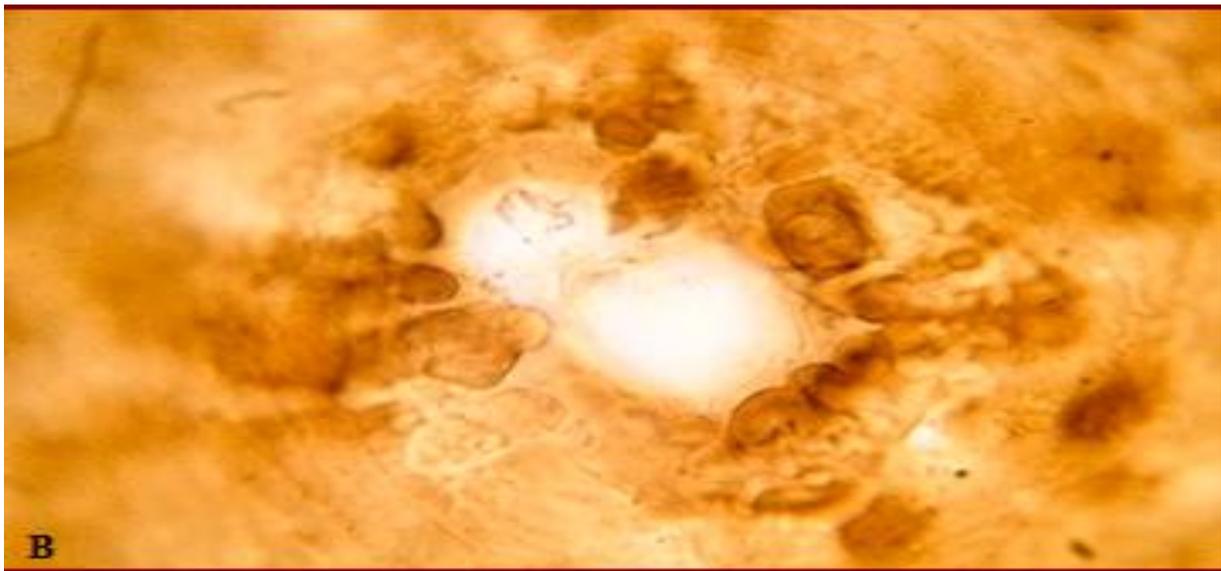


Fig36 : Heterodera avenae: Cône vulvaire

Résultats et discussion

Résultats et discussion :

Nous avons étudié le degré d'infestation par les nématodes à kystes *Heterodera* dans les parcelles de différentes communes (Rouina, Ain Defla(Dhaya), Zedine, Bourached) de la wilaya d'Ain Defla. Les résultats obtenus ont révélé que l'état d'infestation diffère entre les communes prospectées. Le dénombrement des oeufs et des juvéniles contenus dans les kystes pleins récoltés dans les parcelles infestées nous a permis d'évaluer les degrés d'infestation dans les différentes parcelles. En tenant compte de toutes les parcelles étudiées, le degré d'infestation varie de 0,13 à 2,028 œuf+ L2/g du sol. En admettant que le seuil de nuisibilité est fixé à 10 L2/ g du sol (Rivoal et al 1986), ce seuil n'a pas été atteint dans toutes les parcelles étudiées. Le degré d'infestation le plus élevé est enregistré dans la commune de Bourached avec 2028 œuf+L2 /kg du sol soit 2,028g du sol.

L'analyse des échantillons prélevés dans quelques parcelles des communes étudiées nous a permis de déceler la présence de ces parasites sous forme de kystes vides. Ces derniers peuvent appartenir à des populations récemment éclos sous l'effet des exsudats radiculaires de la plante hôte et les conditions favorables. Dans toutes les parcelles étudiées, la forte infestation n'est pas signalée. L'infestation moyenne est évaluée dans quelques parcelles situées à Bourached et Zedine. Elle serait liée aux conditions favorables pour le développement de ces parasites tel que la nature du sol, les pratiques culturales et les conditions climatiques.

Nous avons remarqué que les sols des parcelles fortement infestées situées à Bourached et Zedine sont légers, rouges avec de fortes proportions de sable. Selon Trigiano et al., (2004,) la texture et la structure de sol sont d'importance primaire en déterminant le nombre et le type de nématode.

La rotation est plus efficace lorsqu'on la combine à des pratiques telles que l'épandage d'engrais (Balduin, 2006). Les longues rotations sont plutôt préconisées pour diminuer et gérer les populations de ces nématodes. Bélair (2005) affirme que le retour des plantes dans les champs infestés peut se faire seulement après 5 à10 ans.

D'une manière générale, nous avons remarqué que l'interaction de différents facteurs (édaphiques, climatiques, humains) pourrait être à l'origine des différences de l'état d'infestation entre les différentes communes prospectées.

Des prospections régulières et des échantillonnages intensifs doivent être réalisés dans la wilaya d'Ain Defla et dans les autres régions productrices de céréales en Algérie pour compléter l'information sur la distribution géographique de ces parasites dans notre pays et établir une stratégie de contrôle intégrée.

Résultats et discussion

L'espace eu cause est *Heterodera avenae*. Elle présente une bullae dense et une fente vulvaire courte ainsi que deux semifenestras, elle est largement répandue en Algérie.

L'enquête menée dans la wilaya d'Ain Defla auprès les exploitations agricoles a montré que les causes principales de l'infestation par les nématodes *Heterodera* sont :

Le niveau faible de technicité des agriculteurs :

Parmi les problèmes majeurs qui pourraient limiter le développement de la culture des céréales dans cette wilaya est le faible niveau des agriculteurs, ce qui ne permet pas à ces derniers de faire un bon itinéraire technique de la culture (pratique culturale, choix des variétés).

L'environnement des parcelles cultivées en céréales :

Les parcelles qui sont cultivées en céréales sont généralement situées l'une à côté de l'autre, ce que constitue un facteur de dissémination des kystes de ces nématodes. Les moyens qui contribuent considérablement à cette dissémination sont les moyens naturels tels que le vent, les eaux de pluie et le déplacement des animaux (Lehman, 1994 ; Cronin et al ; 1997) ou les activités humaines (irrigation, utilisation d'un outil agricole infecté) (Plantard et al ; 2008).

Type du sol :

Le type du sol de la majorité des exploitations enquêtées est sableux, ce qui favorise le développement de ces parasites.

Les agriculteurs ont un rôle important dans la dissémination d' *H. avenae* par les pratiques culturales appliquées dans les parcelles cultivées en céréales (type de rotation, variétés cultivées, type d'irrigation).

- La pratique de la monoculture favorise la multiplication des nématodes.
- Les rotations courtes répétées pendant plusieurs années successives dans les parcelles cultivées en céréales favorisent l'augmentation des pullulations des populations des *Heterodera*.
- Le choix des variétés est considéré comme étant un facteur très important pour la multiplication de ces nématodes. Dans les exploitations enquêtées, la variété la plus cultivée est Semito. Les informations sur le comportement de cette dernière ne sont pas disponibles. D'autres variétés sont souvent cultivées tel que Vitron ; celle-ci est considérée comme étant résistante (Smaha, 1998).
- L'irrigation par aspersion appliquée dans la majorité des exploitations enquêtées favorise le développement des nématodes (Hlaoua et al ; 2010).

Résultats et discussion

- Certaines pratiques culturales tel que la jachère, le labour profond, le labour d'été contribuent considérablement à limiter la multiplication des nématodes. Cependant, ces pratiques sont rarement utilisées dans les exploitations enquêtées.
- La fertilisation organique n'est pas utilisée dans la plupart des exploitations. Les amendements organiques ont des effets répressifs sur le développement des nématodes phytoparasites y compris les nématodes à kystes (Akhtar et Alam,1991 ; Renco et al ; 2007 2010 , 2011 , 2012).
- La mécanisation est l'un des facteurs de dissémination des nématodes d'une parcelle infestée à l'autre seine, par l'utilisation des machines agricoles contaminées. Plusieurs études montrent que la terre adhérant aux machines dans les zones infestées constitue l'une des principales sources de contamination par les kystes (Heterodera). (Sadek, 1977 ; Gaur, 1988).
- Pour l'utilisation des produits phytosanitaires dans les exploitations enquêtées, on remarque que 15% des agriculteurs seulement désinfectent le sol avant la culture des céréales, la majorité des agriculteurs ne connaissent pas les nématicides.

L'absence ou l'inefficacité de la vulgarisation agricole sur ces parasites dans cette région :

La majorité des agriculteurs enquêtés ne connaissent pas les nématodes, leurs symptômes et leur forme. Parfois, ils les confondent avec d'autres ravageurs.

Conclusion générale

Notre étude concerne une enquête sur les nématodes *Heterodera* des céréales et l'étude de l'état d'infestation dans quatre communes par ce parasite de la wilaya d'Ain Defla. En effet, la connaissance de leur distribution géographique ainsi que les facteurs favorables pour leur développement est d'une importance majeure pour contribuer à la lutte contre ces parasites.

L'étude de l'état d'infestation par les nématodes à kyste *H. avenae* des céréales dans quatre parcelles étudiées de la wilaya d'Ain Defla montrent que la majorité de ces parcelles sont infestées par ces parasites puisque'ils sont présents sous forme de kystes pleins contenant des œufs et des juvéniles de deuxième stade alors que d'autres sont indemnes (tous les kystes récoltés étaient vides). L'espèce en cause est *Heterodera avenae*.

L'augmentation ou la diminution du nombre de nématodes dans ces parcelles semble être le résultat de l'influence de l'interaction de plusieurs facteurs liés aux pratiques culturales comme (la pratique de jachère, les rotations, l'irrigation, fertilisation ...) et les conditions édaphiques (texture du sol, taux de matière organique, éléments minéraux des sols ...etc).

Afin de connaître la réalité du terrain sur ces nématodes à kyste *Heterodera*, nous avons réalisé une enquête auprès des agriculteurs de différentes exploitations. Les résultats obtenus ont révélé les causes de la pullulation de ces parasites et les contraintes rencontrées pour leur gestion :

- La méconnaissance de ces parasites par les agriculteurs.
- Le niveau faible des agriculteurs qui influe négativement sur la maîtrise de la conduite de la culture.
- Le mode de la conduite des céréales dans la majorité des exploitations enquêtées est très favorable au développement de ces parasites.
- Absence totale de traitements nématicides contre ces nématodes de céréales (sauf pour la pomme de terre) pour toutes les parcelles étudiées.
- Le manque de performance des services de vulgarisation et de conseil agricoles concernant ces parasites.

Pour mieux gérer ces nématodes, les agriculteurs doivent être soutenus pour pouvoir améliorer leurs connaissances et leurs compétences par des campagnes de sensibilisation

Conclusion générale

régulières. Il faut aussi créer une collaboration entre les services agricoles, agriculteurs et chercheurs pour mettre en place une stratégie de lutte appropriée.

A l'avenir, il faut continuer les prospections sur le terrain pour compléter la cartographie des espèces et évaluer les degrés d'infestation en fonction des exploitations agricoles et identifier les autres espèces d'*Heterodera* susceptibles d'exister dans cette région.

Il est nécessaire d'entamer une étude sur le comportement des variétés de céréales cultivées à l'égard des populations d'*Heterodera* préalablement identifiées pour connaître celles qui sont résistantes. Les variétés sensibles pourraient être utilisées en élevage pour les tests de virulence, résistance et toute autre étude nématologique (biologie, biologie moléculaire, enzymologie, xylogie ...).

Il est cependant primordial de comparer une étude sur ces nématodes dans les deux systèmes de culture ; intensif et traditionnel pour mieux connaître le développement des espèces de ce genre de nématode.

Enfin, comme il existe plusieurs espèces de graminées sauvages notamment dans le système traditionnel, l'étude de la capacité d'hôte des populations du nématode vis-à-vis de ces espèces végétales est recommandée pour proposer un système de lutte intégrée adéquat.

Références bibliographiques

1. **AGRIOS G. N., 2005.** Plant Pathologie (5th Ed). London, UK: Academic Press, 922 p.
2. **Akhter M. et Alam M.M., 1991-** Integrated control of plant. Parasitic nematodes on potato with organic amendments, nematicide and mixed cropping with mustard. *Nematol. Medit.*, 19 : 169-171.
3. **ANDERSSON S., 1968.** Variation in infection ability of *heterodera avenae*. *Rev.Nematologica* E. J. Bill, leiden, V. 11, pp. 121-124.
4. **BALDWIN J. G., MUNDO-OCAMPO M., 1991.** Heteroderinae, cyst and non cyst forming nematodes. In: Nickle, W.R (Ed.). *Manual of agricultural nematology*. New York, USA, pp. 275-362.
5. **BANYER R. J. et FISCHER J. M., 1971.** Effect of temperature on hatching of eggs of *heterodera avenae*. *Nematologica* 17: 519-534.
6. **BELAIR G., 2005-** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes...par la racine. *Phytoprotection*, 86 : 65-69.
7. **BOULAL H., EL MOURID M., REZGUI S. et ZAGHOUAN O., 2007 -** *Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (Blé et Orge) dans le Maghreb (Algérie Maroc et Tunisie)*. ITGC. INRAA. ICARDA, 176p.
8. **BURNS R., 2009.** Plant pathology: Techniques and protocols. Ed. Humana press, N.Y. USA, 321p.
9. **CAUBEL G. et RIVOAI R., 1972.** Observations sur les attaques de deux nématodes nuisibles au maïs, en 1971. *Phytoma, déf. Des cultures*, (239) : 82-92.
10. **CAUBEL G. et RIVOAI R., 1977.** Evolution de l'action des pesticides sur divers nématodes en culture de maïs. *Rev. Scien. Agro.*, N°180, Renne, pp. 33-49.
11. **CAUBEL G., PERSSON F. et RIVOAI R., 1980.** Les nématodes dans les rotations céréalières. *Persp. agric .*, (36) : 31-48.
12. **CAUBEL G., PERSSON F. et RIVOAI R., 1980.** Les nématodes dans les rotations céréalières. *Persp. agric .*, (36) : 31-48.
13. **CAYROL J. C., 1975.** Comment se maintenaient les nématodes dans le sol. *Rev. P.H.M.*, N°155, pp. 31-35.
14. **-CHEHAT F. 2006.** Politiques céréalières en Algérie. Agriculture, pêche, alimentation et développement durable dans la région méditerranéenne. Rapport annuel CIHEAM, PP : 88-116. congres, 157 p. cultures, pp. 17-21. *d'Heterodera avenae* Woll. Chez différentes espèces de Triticum. *Agronomie*, 6 : 759-765.

Références bibliographiques

15. **CHEHAT F., 2007-** *Analyse macroéconomique des filières: la filière blés en Algérie.*
16. **CHOPPIN DE JANVRY E., 1971.** Les nématodes des céréales. In : les nématodes des cultures. Ed. A. C. T. A., Paris, pp. 273-291.
17. **Cronin D., Loccoz Y. M., A. Ffenton ., C. Dunne., D. n. Dowlind and F. O gara, 1997.** Role of 2,4-Diacethylphloroglucinol in the interaction of the biocontrol pseudomonas strain F113 with the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis*. *Applied and Environmental Microbiology*, 63,(4) : 1357-1361.
18. **DE GUIRAN G., 1983.** Les ennemis invisibles. Les nématodes. Ed. INRA, pp. 173-177.
19. **DJERMOUN A., 2009** – La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Nature et Technologie*. 01: 45-53.
20. **DOUSSINAULT G., KAAAN F. LECOMTE C. et MONNEVEUX P., 1992** - Les céréales à paille : présentation générale. In: *Amélioration des espèces végétales cultivées*. Ed. Gallais A. et Bannerot H., INRA, Paris,: 13-21. Ed. La littorale S. A., Béziers, 42P.
21. **ESMENJAUD D., MARZIN H. et RIVOAL R., 1987.** Forets attaques du nématode food and agriculture division of plant industry laboratory Nematology, California. Library of Espana. *Rev. Nematol. Medit.*, N°18, pp. 145-149.
22. **FEILLET P., 2000** - *Le grain de blé, composition et utilisation : Mieux comprendre*. Ed. INRA, Paris, 308 p.
23. **FELDMAN M., 1976** - *Taxonomic classification and names of wild, primitive, cultivated, and modern cultivated wheat*. In : *Evolution crop plants*. Ed. Simonds N.W., London :120-128.
24. **FISCHER R.A., BEYELEE D. and EDMEADS G.O., 2009** - *Can technology deliver on the yield challenge to 2015, paper prepared for expert meeting on " How to Feed the World in 2050"*. FAO, Roma, June 2009: 24 -26.
25. **GAURE H. S., 1988.** Dissemination and mode of survival of nematodes in dust *H. avenae* sur le blé dur dans le lauragais. *Rev. Phytoma. Déf. des cultures*. N°390, Paris, pp. 25-27.
26. **-HAMOU, M ; LABDI, M. ET HAMDI, S.2009** : problématique de la céréaliculture et perspectives de développement. Actes de l'Atelier régional sur la recherche scientifique et le développement de l'agriculture. MOSTAGANEM-Algérie, 13-janvier 2009. pp.8-15.

Références bibliographiques

27. **HAMROUN W., 2006** *Etat d'infestation de quelque région céréalière d'Algérie.* Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 121 p.
28. **HLAOUA W., KALLEL S. HORRIQUE-RAOUANI N., 2010-** Effets des composantes de l'environnement et des pratiques culturales sur les communautés des nématodes.
29. **HODDA M. et LOWRENCE I., 2009** Potato cyst nematode in Australia. Farming Ahead May 2009. N. 208 (www.farmingahead.com.au).
30. **-KACHOURI N.N. ET B'CHIR M.M ; 1997 :** Distribution of nématodes associated to cereals in Tunisia. Sixth Arab congress of plant protection, octobre 27-31 Beirut Lebanon
31. **-KHALEDOUN ; BELLAH F .ET MEKLICH L ; 2006 :** l'obtention variétale en Algérie : cas des céréales à paille. INRA. Alger. 82p.
32. **LACHENAUD P., 1977.** *Observations comparatives, in vitro du développement de 2 races d'Heterodera avenae sur plusieurs hotes et à différentes températures.* Mémoire de fin d'étude (DEA), INRA, Paris Grignon, 37p.
33. **LACOMBE J.P. et GARCIN C ; 1980.** Résultats - récents obtenus avec l'aldicabe contre nématodes sur céréales à paille. *Deuxième Conf. Sur les Maladies de plantes,* Bordeaux, PP. 437-444.
34. **LEHMEN P. S., 1994-** Dissemination of phytoparasitic nematodes. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of plant Industry, Gainesville. Circular N°.
35. **-MADR ; 2006.** Statistique agricoles : superficie et production p54.Medit., 19: 169-171.
36. **MEAGHER J. W. et BROWN R. H., 1974.** Microplot experiments on the effect of plant hosts on populations of the cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) and on the subsequent yield of wheat. *Nematologica*, 20 :337-346.
37. **MEAGHER J.W., 1970.** Senonal fluctuation in number of larvae of the cereal cyst (*Heterodera avenae*) and *Pratylenchus minyus* and *Tylenchorhynchus brevidens* in soil. *Rev. Nematologica*, V. 16, Leiden, pp. 333-347.
38. **MOKABLI A., 2002.** *Biologie des nématodes à Kystes (Heterodera) des céréales en Algérie. Virulence de quelques populations à l'égard de diverses variétés et lignées de céréales.* Thèse Doct., Inst. Nat. Agro., El Harrach, 63 p.

Références bibliographiques

39. **MOKABLI A., VALETTE S. et RIVOAL R., 2001 a.** Différentiation de quelques espèces de nématodes à Kystes des céréales et des graminées par électrophorèse sur gel d'acétate de cellulose. *Rev. Nematol. Medit.*, 29, pp. 103-108.
40. **MOR M., COHN E. et SPIEGEL Y., 1992.** Phenology, pathogenicity and pathotypes of cereal cyst nematodes, *Heterodera avenae* and *H. latipons* (Nematoda: Heteroderidae) in Israel. *Nematologica* 38, 494-501.
41. **MOR M., COHN E. et SPIEGEL Y., 1992.** Phenology, pathogenicity and pathotypes of cereal cyst nematodes, *Heterodera avenae* and *H. latipons* (Nematoda: Heteroderidae) in Israel. *Nematologica* 38, 494-501.
42. **MUGNIERY D., 1975-** Importance des dégâts provoqués en France par les nématodes à kystes. FR., 60, 636-644. nématodes en culture de maïs. *Rev. Scien. Agro.*, N°180, Renne, pp. 33-49. nuisibles au maïs, en 1971. *Phytoma, déf. Des cultures*, (239) : 82-92.
43. **MULVEY R. et GOLDEN A.M., 1983.** An illustrated key to the cyst-forming genera and species of Heteroderidae in the Western Hemisphere with species morphometrics and distribution. *Journal Nematol.* V. 15, N°1, Texas, 59 p.
44. **NICKLE W. R., 1991.** Manual of agricultural nematology. CRC Press, New York, USA 1025p.
45. **NOBBS J. M., 1989.** Identification of *heterodera* and *Globodera*. CAB, *Iner. Parasito., Fourth inter trining course on the indentification of plant par parasitic nematodes of economie importante*, 13 P.
46. **OUDDENE A., 2010.** Etude de l'état d'infestation de quelques parcelles par *Heterodera avenae* à Tiaret et du pouvoir de multiplication d'une population de ce nématode sur deux variétés de blé dur .Mémoire ing. Ecol. Nat. Sup. Agro. El-Harrach. 125 p.
47. **PERSON-DEDRYVER F., 1989.** Les nématodes. In: Ennemis et maladies des prairies. Ed. INRA, pp. 173-177.
48. **Plantard O., picard D., Valette S., Scurrah M., Grenier E. et Mugniery D., 2008-** Origin and genetic diversity of western European populatios of the potato cyst nematode (*Globodera pallida*) inferred from mitochondrial sequences and microstellite loci. *Mol Ecol.*, 17 : 2208-2218. Projet PAMLIM « *Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation* » Alger 7-9 avril.
49. **REDDY P. P., 1983.** Plant nematology. *Agric. Publish. Acad.*, India, 287p.287p.

Références bibliographiques

50. **Renco M., Cermak V. et Gaar V., 2011-** the effect of soil compost treatments on potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *agalobodera pallida*. *Helminthologia*, 48 : 184-194.
51. **Renco M., D'Addabbo T., Sasanelli N. ET PAPAJOVA i., 2007-** the effect of five composts of different origin on the survival and reproduction of *globodera rostochiensis*. *Nematology*, 9,537-543.
52. **Renco M., Liskovová M., et Cerevková A., 2010-** Seasonal fluctuation of the nematode communities in a hop garden soil. *Helminthologia*, 47 : 115-122.
53. **Renco M., Sananelli N., Papajova I. et Maistrello L., 2012-** Nematicidal effect of chestnut tanni solution on the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* (wol) Barhens. *Helminthologia*, 49,108-114.
54. **Renco M., Sasannelli N. et Kovacik P.2011-** vertical Distribution of Hop cyst nematode in Hop Gradens in central Europe. *Journal of Nematology*, 43,220-222.
55. **RETTTER, M., 1982.** Importance des nématodes à Kystes des céréales. *Bulletin OEPP* 12, 307-316.
56. **RILEY I.T., NICOL J.M. and DABABAT A.A., 2009 -** *Cereal cyst nematodes:*
57. **RITTER M., 1965 a.** *Ecologie et cycles évolutifs des nématodes phytoparasites. In traité de zoologie.* Ed. Masson et Cie., T.II, Fasc. II, Paris, pp. 464-48.
58. **-RIVOAL R ; PERSON DEDRYVER F ; CAUBEL G. ET SCOTTO LAMASSES C ; 1978 :** Méthode d'évaluation de la résistance des nématodes : *Dithlenchus dipsosi*, *Heteroderas avenae* et *pratylenchus* sp. *Ann. Amelio plante*, 28(4), pp. 371-394.
59. **RIVOAL R, BESSE T, MORLET G. et Penard P., 1986.** Nuisibilité du nématode à kyste *Heterodera avenae* et perspectives de lutte. In : Les relations céréalières résistives. Dix années d'études concertées. *Journ. Etudes, Inst. Nat, Rech. Agro. :* 203-212.
60. **RIVOAL R. COOK, R., 1993.** Nematode pests of cereals. In K. Evans, D. L. Trudgill and J. M. Webster (Eds.), *Plant parasitic nematodes in temperate agriculture* (pp. 259-303). U. K.: CAB International.
61. **RIVOAL R. et SARR E., 1983.** Considération sur l'emploi éventuel de nématodes endotherapiques ou à l'action de contact, appliqués à faibles doses pour lutter contre le nématode à Kyste des céréales *Heterodera avenae*, en France. *Rev. Phytatrie-Phytopharm*, (32), pp. 177-186.

Références bibliographiques

62. **RIVOAL R., 1973.** Etude de la nuisibilité du nématode à Kyste des racines céréales (*Heterodera avenae* WOLL.) en France et des causes de sa variabilité. *Acad. Agric., C. R. T.* 12, pp. 959-970.
63. **RIVOAL R., DOUSSINAULT G. et JAHIER J., 1986.** Résistance au développement d'*Heterodera avenae* Woll. Chez différentes espèces de *Triticum*. *Agronomie*, 6 : 759-765.
64. **RIVOAL R., DOUSSINAULT G., HULLE M., 1990.** Influence of *Heterodera avenae* on winter wheat in France: experiments with resistant and susceptible varieties. *Ann. Appl. Biol.*, 116, pp. 537-548.
65. **ROMERO D., 1982.** Nuevos datos sobre la morfología de *Heterodera avenae* en España. *Rev. Nematol. Medit.*, N°18, pp. 145-149.
66. **SACRISTEN J.C., SANCHEZ A. et BELLO A., 1983.** Interés de los recursos Filogenéticos y de las variedades resistentes en control de *Heterodera avenae* woll., Nematodo específico de los cereales en España. IN : Los recursos filogenéticos y las nuevas Variedades vegetales : su impacto en el sector agrario. ITEA. A.extra, (2), España, pp. 33-347.
67. **SADEK M. A., 1977.** *Plant Nematology an Agriculture Training Aid.* Department of food and agriculture division of plant industry laboratory nematology. California. Library of congeres, 157 p.
68. **SCHNEIDER J., 1965.** Le nématode des racines des céréales. *Phytoma*, défense des cultures, pp. 17-21.
69. **SHEPHERD A. M., CLARK S. A. et KEMPTON A., 1973.** Spermatogenesis and sperm ultrastructure in some cyst-nematodes *heterodera spp.* *Nematologica*, V.19, Leiden, pp. 551-560.
70. **SHEPHERD A. M., CLARK S.A. et KEMPTON A., 1972.** Cuticule structure in the genus *Heterodera*. *Rev. Nematologica*, V. 18, Leiden, pp. 1-17.
71. **SMAHA D., 1998.** Etude de la biologie du nématode à kyste des céréales *Heterodera avenae* Wollenweber, 1924. Essai de comportement de 6 variétés de blé dur vis-à-vis de deux populations de ce parasite. Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El Harrach, 170 p. *status research and outlook*. Ed. CIMMYT, Ankara, Turkey, 242 p.
72. **SOSA MOSS C., 1966.** Contribution à l'étude d'un nématode phytoparasites *Heterodera avenae* Wollenweber. Thèse PhD, Docteur sciences naturelles, faculté des sciences de l'université de Paris, France, 150p.

Références bibliographiques

73. **STONE A. R. et HILL A. J., 1982.** Some problems posed by the *Heterodera avenae* complex. EPPO Bulletin, 12: 317-320.
74. **STONE A.R. 1977.** Recent developments and some problems in the taxonomy of *Heterodera*. *Rev. Nematologica*. V. 23, Leiden, pp. 273-288. *Stomoxys Indian I. Nematol.*, 18: 94-98.
75. **TALAMALI L., 2004.** La libération du marché des céréales en Algérie. Office Algérien Interprofessionnel des Céréales OAIC. La Nouvelle République, Algérie, 14-16P p.
76. **TAYLOR A.L., 1968.** *Introduction à la recherche sur les nematodes phytoparasites.* Manuel F.A.O., Rome, 135 p.
77. **TAYLOR A.L., 1968.** *Introduction à la recherche sur les nematodes phytoparasites.* Manuel F.A.O., Rome, 135 p.
78. **TAYLOR A.L., 1968.** *Introduction à la recherche sur les nematodes phytoparasites.* Manuel F.A.O., Rome, 135 p.
79. *traité de zoologie.* Ed. Masson et Cie., T.II, Fasc. II, Paris, pp. 464-48.
80. **TRIGIANO R.N., WINDHAM M. T. et WINDHAM A.S., 2004.** Plant pathology: Concepts and laboratory exercises. CRC press, Washington, 702.
81. **VERTUCCI C.W., 1989** - The kinetic of seeds imbibition controlling factors and relevance to seedling vigor. In: *Seed Moisture CSSA, special publication*. 14: 93 -.115.
82. **VOVLAS N., 1985.** Morphologie and histology of the cereal cyst-nematode, *Heteroderaavenae* Woll., attacking wheat, oat and barley in Italy. *Rev. Nematol. Medit.*, V. 13, pp. 87-96.
83. **WALLER J. M., LENNE J.M. et WALLER S. J., 2002.** Plant pathologist's pocketbook (3 rd Ed). CAB international, London, 516p.
84. **WILIAMS T. D. et SIDDIQI M.R., 1972.** *Heterodera avenae*. In: descriptions of plantparasitic nematodes. *Commonwelth Institute of Helminthology* set. N°2, clows et Sons Ltd, London, 4p.
85. **WILIAMS T. D. et SIDDIQI M.R., 1972.** *Heterodera avenae*. In: descriptions of plantparasitic nematodes. *Commonwelth Institute of Helminthology* set. N°2, clows et Sons Ltd, London, 4p.
86. **WOUTS W. M., 1985.** Phygenetic classification of the family *Heteroderidae* (Nematoda, Tylenchida.). *Systematic parasitology*. V. 7, Pays-Bas, pp. 295-328.

Références bibliographiques

87. **WOUTS W.M., 1972.** A version of the family *Heteroderidae* (nematode, Tylenchoidea) 1- The family *Heteroderidae* and its subfamilies. *Rev. Nematologica*, V. 18, Leiden, pp. 439- 446.
88. **ZABAT R., 1980** - *Evolution de la production céréalière en Algérie*. Th. Ing. Sci. Eco., Univ. Constantine, 70 p.
89. **ZAGHOUNE O ; MERABTI A ; ZACHAOUNE. BOUFENAR F ; AIT ABDELLEH F ; AMRANI M. ETDJENDER Z ; 2006 :** Durum quality and progressing by rural woman in the région of High plateau in Alegria. ITGC/ICARDA. P38.

Annexe 1 : Information sur les céréales dans les différentes parcelles échantillonnées dans les différentes communes de la wilaya d'Ain Defla.

Commune	Variété de culture	Précédent cultural	Mode d'irrigation
Ain Defla (Dhaya)	Simito G4	Laitue/ pomme de terre	Aspersion
	Simito G4	Pomme de terre/Blé dur	Aspersion
	Simito G4	Pomme de terre	Aspersion
	Simito G4	Pomme de terre	Aspersion
	Simito G4	Pomme de terre	Aspersion
	Rihane	Laitue/ Pomme de terre	Aspersion
	Rihane	Pomme de terre/ Pasteque	Aspersion
Bourached	Simito G3	Jachère/ Blé dur	Pas d'irrigation
	Simito G3	Pomme de terre/ Blé dur	Aspersion
	Simito G3	Jachère/ Blé dur	Pas d'irrigation

	Simito R2	Pasteque/ Tomate	Aspersion
	Simito R4	Pomme de terre/ Blé dur	Aspersion
Zedine	Simito R3	Jachère/ Blé dur	Pas d'irrigation
	Variété Locale	L'orge/ Blé dur	Pas d'irrigation
	Vitro R2	Blé dur/ Blé dur	Pas d'irrigation
	Simito R3	Jachère/ Blé dur	Pas d'irrigation
Rouina	Simito R4	Pomme de terre/ Blé dur	Aspersion
	Simito R3	Jachère/ Blé dur	Pas d'irrigation
	Vitro R2	Jachère/ Blé dur	Pas d'irrigation

Résumé

Ce travail consiste à l'étude de l'état d'infestation de quelques parcelles de céréales par le nématode *Heterodera avenae*. Il s'agit d'une approche à une enquête sur ce parasite dans la région d'Ain Defla.

L'étude de l'état d'infestation par ce nématode dans quelques parcelles céréalières dans cette région montre la présence de ce parasite dans toutes les communes prospectées avec un degré d'infestation plus élevé de 2,028 œuf+L2/g du sol. Il varie d'une parcelle à une autre voir d'une commune à l'autre.

L'enquête réalisée dans cette wilaya révèle que le manque de formation chez les agriculteurs et l'inefficacité ou l'absence de vulgarisation ont un rôle primordial dans la dissémination de ces nématodes. D'autres facteurs recensés comme la rotation, la monoculture, le matériel agricole le choix de variétés et l'irrigation pourraient être à l'origine de la propagation de l'infestation.

ملخص

يشمل هذا العمل دراسة حالة الديدان الخيطية ذات الأكياس الضارة بالقمح في بعض مناطق ولاية عين الدفلى

تظهر دراسة حالة الإصابة بهذه الديدان في بعض الأراضي في هذه المنطقة بوجود هذا الطفيلي في جميع بلديات التي شملتها هذه الدراسة أن أعلى درجة من الإصابة 2.028 يرقة في الغرام. وهو يختلف من قطعة إلى أخرى أو من منطقة إلى منطقة أخرى.

أما البحث الذي أجريناه مع الفلاحين أن انعدام التدريب بين المزارعين و عدم فعالية الإرشاد لها دور رئيسي في انتشار هذه الديدان الخيطية. العوامل الأخرى المحددة مثل التناوب الزراعة الواحدة، المعدات الزراعية اختيار الأصناف و الري قد تكون مسؤولة عن انتشار الإصابة.

كلمات البحث : تحقيق, Heterodera , درجة الإصابة, الحبوب.