



Etude de l'état d'infestation de quelques parcelles  
de céréales par le nématode *Heterodera*. Approche  
à une enquête sur ce parasite dans la région d'Ain  
Defla.

**Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master**

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

**Département:** d'Agronomie

**Spécialité:** Gestion qualitative des productions agricoles

Soutenu le : 11-6-2015

Nom : METTAI- DOUBA

Prénom : Somia- Imane

**Jury**

**Président :** M<sup>r</sup> BOUSALHIH B. Grade MAA Etablissement (UDB) Khemis Miliana

**Promoteur:** M<sup>r</sup> MOKABLI A. Grade Pr Etablissement (UDB) Khemis Miliana

**Examineurs :**

**1-** M<sup>me</sup> TIRCHI N. Grade MCB Etablissement (UDB) Khemis Miliana

**2-** M<sup>me</sup> DJEBROUNE A. Grade Magister Etablissement(UDB) KhemisMiliana

Année universitaire : 2014-2015

### *Remerciements*

Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui nous a guidés sur le chemin droit tout au long du travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre promoteur Monsieur **MOKABLI A.** pour avoir accepté de diriger ce travail de recherche, pour ses orientations, ses conseils judicieux, et ses encouragements afin que nous puissions mener à bien ce travail, nous lui exprimons nos profonds respects.

Mes vifs remerciements à :  
Monsieur Bousalhih B. Pour avoir bien voulu présider le jury et juger le travail.

Nos vifs remerciements vont aussi à :

M<sup>elle</sup> **Tirchi N.** et M<sup>elle</sup> **Djebroune A.** Qui nous ont honorés en acceptant d'être les examinatrices de notre travail et de participer au jury. Nous les remercions pour leurs aides, leurs conseils tout le long de ce travail de recherche. Nous remercions l'ensemble du personnel du laboratoire nématologie de l'Université de Khemis Miliana particulièrement **WAHIBA** et **FATIMA.**

Nous tenons à exprimer à tous nos amis de l'Université de Khemis Miliana.

## ***Dédicace***

*Je dédie cette humble thèse Aux deux êtres que j'aime le plus au monde*

*Mon père et ma mère, pour leur amour et leur sacrifice.*

*A mes frères et sœurs à qui je souhaite une vie pleine de bonheur et de réussite.*

*A toute la famille **DOUBA** et **MED-RAHMANI**.*

*A mon marie **LORAIBI A.** Qui ma encourager et qui mon entour d'amour qui*

*Dieu le garde et le protège.*

*A l'ensemble des enseignants et étudiants du département sciences*

*Agronomiques.*

*A mes amis de l'université de Djilali Bounaama.*

*A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*

***Imane.***

## ***Dédicace***

*Je dédie cette humble thèse Aux deux êtres que j'aime le plus au monde*

*Mon père et ma mère, pour leur amour et leur sacrifice.*

*A mes frères et sœurs à qui je souhaite une vie pleine de bonheur et de réussite.*

*A toute la famille **METTAI** et **TABTI**.*

*A mon marie **SAIDOUNE A.** Qui ma encourager et qui mon entour d'amour qui*

*Dieu le garde et le protège.*

*A l'ensemble des enseignants et étudiants du département sciences*

*Agronomiques.*

*A mes amis de l'université de Djilali Bounaama.*

*A tous ceux qui m'aiment et que j'aime.*

**SOMIA**

# Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale

Liste des abréviations

## Première partie : Synthèse bibliographique

### I-Ch.1.Généralité sur la culture des céréales

I.1.1. Origine et historique de blé.....	03
I.1.2. Importance des céréales.....	03
I.1.3.Position systématique.....	04
I.1.4. Cycle végétatif du blé.....	04
I.1.4.1. Période végétative.....	04
I.1.4.1.1. Phase germination – levée.....	04
I.1.4.1.2. Phase levée – 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. Généralité sur le nématode à kyste des céréales *Heterodera avenae*

I.2.1. Position systématique .....	<b>08</b>
I.2.2. Répartition géographique d' <i>H. avenae</i> .....	<b>08</b>
I.2.2.1. Dans le monde .....	<b>08</b>
I.2.2.2. En Algérie .....	<b>08</b>
I.2.3. Morphologie et Biométrie.....	<b>.08</b>
I.2.3.1 Le male .....	<b>08</b>
I.2.3.2. La femelle .....	<b>09</b>
I.2.3.3. Le kyste .....	<b>.09</b>
I.2.4. Cycle biologique.....	<b>10</b>
I.2.5 Les facteurs qui influencent le développement d' <i>H. avenae</i> .....	<b>11</b>
I.2.5.1. Les facteurs abiotiques .....	<b>11</b>
I.2.5.1.1. Facteurs climatiques .....	<b>11</b>
I.2.5.1.1.1. L'humidité .....	<b>11</b>
I.2.5.1.1.2. La température .....	<b>12</b>
I.2.5.1.2. Facteurs édaphiques.....	<b>12</b>
I.2.5.1.2.1.Type de sol .....	<b>12</b>
I.2.5.1.2.2.La porosité.....	<b>12</b>
I.2.5.1.2.3. L'oxygène.....	<b>13</b>
I.2.5.1.2.4. Le PH .....	<b>13</b>
I.2.5.2. Les facteurs biotiques .....	<b>13</b>
I.2.5.2. 1. La plante hôte .....	<b>13</b>
I.2.5.2.2. La matière organique .....	<b>13</b>
I.2.6. Modes facteurs de dissémination .....	<b>..13</b>

I.2.6.1. L'homme .....	13
I.2.6.2. Le matériel .....	13
I.2.6.3. Le vent .....	14
I.2.6.4. L'eau .....	14
I.2.7. les Symptômes et dégâts .....	14
I.2.7.1. Au champ .....	14
I.2.7.2. Sur la plante.....	14
I.2.7.2.1. La partie aérienne .....	14
I.2.7.2.1.1. Un rabougrissement .....	14
I.2.7.2.1.2. Une décoloration du feuillage.....	14
I.2.7.2.2. La partie radiculaire .....	14
I.2.8 La lutte contre <i>H. avenae</i> .....	15
I.2.8.1. Lutte préventive.....	15
I.2.8.2. Lutte curative.....	15
I.2.8.2.1. Les moyens culturaux.....	15
I.2.8.2.1.1. Jachère .....	15
I.2.8.2.1.2. Labours.....	16
I.2.8.2.1.3. Fumure et amendements (fertilisants).....	16
I.2.8.2.1.4. Semis.....	16
I.2.8.2.1.5. Les variétés résistances .....	16
I.2.8.2.1.6. Désherbage et nettoyage.....	16
I.2.8.2.1.7. La rotation .....	16
I.2.8.2.2. Les moyens chimiques.....	16

I.2.8.2.3. Les moyens biologiques.....	16
I.2.8.3. Lutte intégrée .....	17

**Deuxième Parti : Expérimentation**

**II. Ch1. Présentation de la région d'étude (wilaya d'Ain Defla)**

II.1. Présentation de la région d'étude.....	18
II.1.1. Situation géographique.....	18
II.1.2. Caractéristique pédologique.....	18
II.1.3. Caractéristiques climatiques.....	19
II.1.3.1 La température et pluviométrie .....	19
II.1.4. Secteur de l'agriculture.....	19

**II. Ch. 2. Matériel et méthodes**

II.2.1. L'état d'infestation du nématode à kyste *Heterodera*

*avenae* des céréales dans quelques parcelles à la wilaya d'Ain Defla.

II.2.1.1. Objectif de l'étude.....	21
II.2.1.2. La méthodologie.....	21
II.2.1.2.1. Choix des parcelles.....	21
II.2.1.2.2. Analyse nématologique.....	21
II.2.1.2.2.1. Echantillonnage du sol.....	21
II.2.1.2.2.1.1. Matériel de l'échantillonnage.....	21
II.2.1.2.2.1.2. Technique d'échantillonnage.....	22
II.2.1.2.2.3. Le pesage.....	23
II.2.1.2.2.4. Extraction.....	23
II.2.1.2.2.4.1. Matériel .....	23



II.2.1.2.2.5. la récupération des kystes.....	24
II.2.1.2.2.5.1. Matériel.....	24
II.2.1.2.2.6. Dénombrement des kystes.....	24
II.2.1.2.2.6.1. Dénombrement des œufs et des larves.....	25
II.2.2. Enquête sur les nématodes à kystes <i>Heterodera</i> des céréales dans la région d'Ain Defla	
II.2.2.1. Problématique.....	27
II.2.2.2. Objectifs de l'étude.....	27
II.2.2.3. La méthodologie.....	27
II.2.2.3.1. PHASE pré enquête.....	28
II.2.2.3.2. ENQUETE auprès des agriculteurs (responsables d'exploitation agricoles)	28
II.2.2.3.2.1. CHOIX de l'échantillon.....	28
II.2.2.3.2.2. Elaboration des questionnaires et collecte des données.....	28
<b>II. Ch. 3. Résultats et discussion</b>	
II.3.1. Degré d'infestation.....	29
II.3.1.1. Dénombrement des kystes d' <i>Heterodera</i> dans les six parcelles.....	29
II.3.1.2. Dénombrement des œufs et des larves d' <i>Heterodera</i> dans les communes	29
II.3.2. ANALYSE les enquêtes auprès des agriculteurs.....	32
II.3.2.1. Type des exploitations enquêtées.....	32
II.3.2.1.1. STATUT des exploitations enquêtées.....	32
II.3.2.1.2. TYPE de culture.....	33
II.3.2.1.3 La superficie des exploitations enquêtées.....	33
II.3.2.1.4. Niveau de technicité des gérants des exploitations enquêtées...	34

II.3.2.2. caractéristiques de site et mode de conduite de la culture.....	34
II.3.2.2.1. système de culture, variétés cultivées et type de rotation...	34
II.3.2.2.2. environnement des parcelles.....	36
II.3.2.2.3. Mécanisation.....	37
II.3.2.2.4. pratique culturales (irrigation, plantes associées, jachère, labour d'été).....	37
II.3.2.3. Connaissance de ces parasites par les agriculteurs.....	38
II.3.2.4. Analyse nématologique.....	39
II.3.2.4.1. Réalisation des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.....	39
II.3.2.4.2. Résultats des analyses nématologique effectués dans les exploitations enquêtées.....	40
II.3.2.5. Méthodes de lutte utilisée.....	40
II.3.2.5.1. La fertilisation.....	41
II.3.2.5.2. Les pratiques culturales.....	41
II.3.2.5.3. Désinfection du sol avant culture et en cours de culture par des produits à effet nématicide.....	43
III.3.3. Résultat discussion.....	45
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>48</b>
<b>Référence bibliographique.....</b>	<b>49</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>56</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>58</b>

## Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
Fig. 1	Evolution de la production de céréales d'Ain defla	04
Fig. 2	Les phases de cycle végétal du blé	06
Fig. 3	Morphologie du nématode à kyste <i>Heterodera avenae</i> (TAYLOR, 1968). A: Mâle ; B: Larve de second stade ; C: Femelle.	10
Fig. 4	Kyste plein (A), kyste écrasé (B) montrant les œufs de nématode à kystes des céréales <i>H. avenae</i> . (HOdda et Lowrence, 2009).	10
Fig. 5	Cycle de développement d' <i>H. avenae</i> (Rivoal, 1987).	11
Fig. 6	Situation géographique de la région d'Ain Defla (DSA, 2013).	20
Fig. 7	Schéma d'échantillonnage au niveau des parcelles prospectées.	22
Fig. 8	Appareil de FENWICK (original).	24
Fig. 9	Différence entre les kystes pleins (A) et les kystes vides (B) original.	25
Fig. 10	kyste d' <i>H. avenae</i> écrasé (original).	26
Fig. 11	Larve et œufs d' <i>H. avenae</i> (original).	26
Fig. 12	Principales étapes de l'analyse nématologique (Original).	26
Fig. 13	Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de <i>H. avenae</i> . En fonction des communes prospectées	29
Fig. 14	Nombre moyen d'œufs+juvéniles dans les quatre parcelles étudiées.	30
Fig. 15	Statut des exploitations agricoles enquêtées.	33
Fig. 16	Destination des céréales cultivées dans les exploitations enquêtées	33
Fig. 17	Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.	34
Fig. 18	Système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.	35

Fig. 19	Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées.	35
Fig. 20	Environnement des parcelles enquêtées.	37
Fig. 21	Type d'irrigation utilisé dans les parcelles enquêtées.	38
Fig. 22	Plantes associées aux céréales Dans les Parcelles enquêtées.	38
Fig. 23	Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées	39
Fig. 24	Connaissances des nématodes à kystes des céréales par les agriculteurs enquêtés.	39
Fig. 25	Organismes effectuant les analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.	40
Fig. 26	Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.	40
Fig. 27	Résultats des analyses nématologique dans les parcelles enquêtées.	41
Fig. 28	La fertilisation utilisée selon les agriculteurs enquêtés.	42
Fig. 29	Type de la rotation dans les exploitations enquêtées.	42
Fig. 30	Pratiquent la jachère dans les exploitations enquêtées.	43
Fig. 31	Pratiquent labour d'été dans les exploitations enquêtées	43
Fig. 32	Désinfection de sol avant la culture	44
Fig. 33	Traitement du sol en cours de culture	44

## Liste des tableaux

<b>Numéro</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Position systématique d' <i>H. avenae</i>	<b>07</b>
<b>2</b>	Degré de température de chaque stade de développement d' <i>H. avenae</i> en Algérie	<b>12</b>
<b>3</b>	Texture du sol dans la wilaya (DSA, Ain Defla, 2013)	<b>18</b>
<b>4</b>	Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour l'effet des régions prospectées sur les variables considérées.	<b>31</b>
<b>5</b>	Résultats du test de Newman-Keuls sur le nombre des kystes pleins/500g du sol	<b>32</b>
<b>6</b>	Situation et superficies des exploitations enquêtées	<b>34</b>

## Liste des abréviations

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

DSA : Direction des Services Agricoles.

g : Gramme.

°C : Degré Celsius.

Fig. : Figure.

% : Pourcentage.

µm : micromètre.

M : Moyen.

ET : Ecart type.

Par an : durée de neuf mois

NKC : Le nématode de kyste des céréales

NH : Nombre d'*Heterodera*

## Introduction générale

---

Les céréales constituent la majorité des nourritures dont dépendent directement ou indirectement les hommes et les animaux. Ce sont des cultures stratégiques. Elles occupent une place importante dans le système économique, alimentaire et socioculturel des algériens.

Le blé est cultivé dans le monde depuis le temps préhistoriques. Sa présence au moyen orient dans le croissant fertile, d'où il est originaire, date d'environ 10.000ans (Feldman et Sears, 1981). Le blé était la troisième céréale la plus produite après le maïs et le riz avec une production mondiale de plus de 600 millions de tonnes et l'orge occupe le quatrième rang dans la production céréalière mondiale avec 136 millions de tonnes en 2009 (FAO).

L'Algérie dépend considérablement de la production céréalière qui fournit plus de 60% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (Talamli, 2004). La consommation annuelle moyenne des céréales par habitant était évaluée entre 200 et 219 kg/an (Chebbi et el Morid, 2005 in Boulal et al, 2007). En 2010, le volume d'échange total d'Algérie en céréales est de 7,93 millions de tonnes importées et 8 milles tonnes exportées, avec une facture d'importation de blé dur de plus de 8,7 millions de dollars (F.A.O, 2013). L'Algérie est parmi les premiers pays importateurs de blé dur dans le monde.

Un certain nombre de facteurs sont à l'origine de cette perturbation de la production des céréales comme la mauvaise répartition de la pluviométrie dans le temps et dans l'espace, les mauvaises herbes et les itinéraires techniques. De même, les attaques parasitaires des nématodes à kyste des céréales peuvent engendrer des pertes considérables.

Le nématode à kyste des céréales (*Heterodera avenae*) est un endoparasite sédentaire des céréales à pailles et du maïs. Son cycle biologique comprend cinq stades larvaires séparés par quatre mues (Choppin de Janvry, 1971), avec une seule génération par an (dure de neuf mois), dont il peut être différent d'une région à une autre selon la localisation géographique des populations (Rivoal, 1982). Un kyste d'*Heterodera* contient de 200 à 600 œufs. L'éclosion des L2 coïncide avec la levée de la plante hôte (céréales). C'est une espèce omniprésente, sa répartition s'étend dans la majorité des pays producteurs. De ce fait, le nématode *Heterodera avenae* est reconnu comme étant l'un des majeurs parasites des céréales à travers le monde ou il cause des pertes économiques importantes.

Les chutes de rendement des céréales par les nématodes à kystes des céréales sont de 50% aux USA (Smiley *et al.* 1994), de 30 à 40% en Angleterre (Reddy, 1983), de 30 à 50% en Russie (Shiabova, 1982), de 40 à 50% en Maroc (Rammah, 1994), de 50% aux Canada (Caubal *et al.* 1980), de 20 à 40% en Australie (Meagher et Brown, 1974). Greco et

## Introduction générale

---

*al.*, 1993 estiment une perte de 2.6 milliards de lire italienne de rendement suite aux attaques d'*Heterodera*.

En l'Algérie, le nématode à kyste *Heterodera avenae* inféodé aux cultures céréalières est l'espèce la plus redoutable en raison de sa large distribution dans les zones céréalières (plus de 20 régions), ce qui augmente la possibilité des risques dues à ces nématodes (Mokabli, 2006).

Compte tenu de leur importance bioécologique et agro-économique, nous nous sommes intéressés à étudier le degré d'infestation de ce parasite dans la région d'Ain Defla dans quelques parcelles dans quatre communes de la wilaya. Puis, dans une deuxième partie, nous avons jugé utile de faire une enquête sur le terrain auprès des agriculteurs afin de compléter nos informations sur l'état d'infestation de cette région.



## **Ch.1. Généralités sur les céréales (Blé dur)**

---

### **I.1. Généralités sur les céréales (Blé dur)**

#### **I.1.1. Origine et historique de blé**

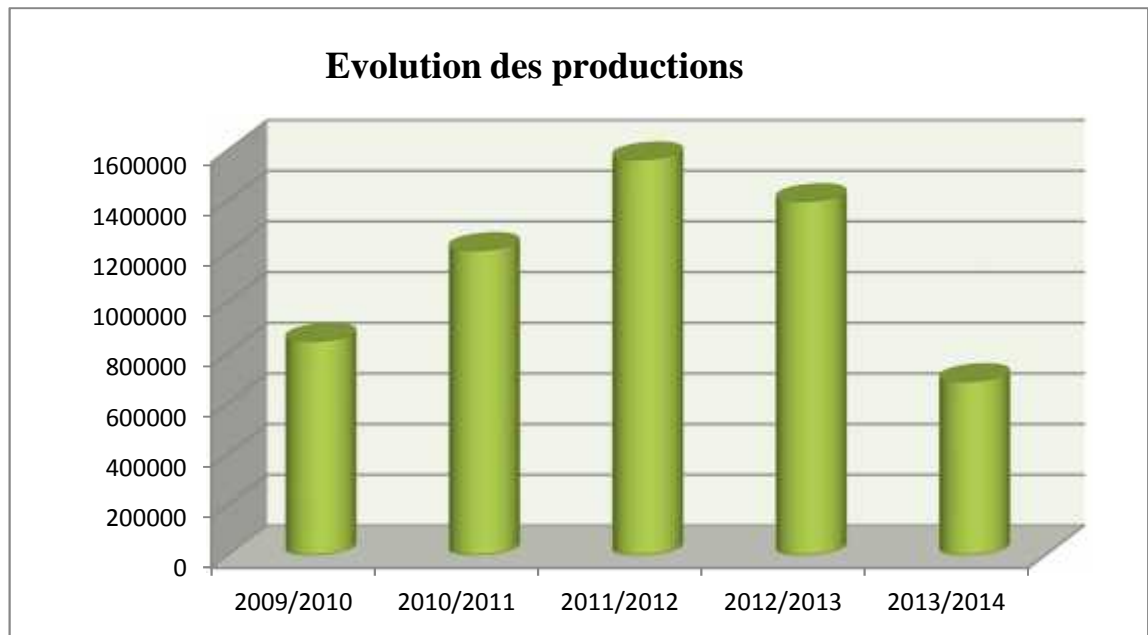
Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme. Il était à la base de l'alimentation des premières civilisations humaines (Feldman et Sears, 1981). Il a été constaté que le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran. L'aire géographique du blé est le Tigre et l'Euphrate en Iraq. Elle s'est étendue jusqu'au Nil en Egypte ou des variétés de blé ont été découvertes dans les temples égyptiens.

#### **I.1.2. Importance des céréales**

En Algérie, la céréaliculture a une grande valeur agro-alimentaire et socio-économique. Le blé est la culture la plus cultivée. Il occupe la première place dans la production végétale et constitue l'aliment de base. Il est nutritif, concentré, facilement stocké et transporté. Dans le grain de toutes les céréales, le constituant nettement majoritaire est l'amidon qui constitue environ les trois quarts de la matière sèche (Godon, 1986 in Godon, 1991). Il contient des hydrates de carbone (78,1%), des protéines (14,7%), des lipides (2,1%), des minéraux (2,1%) et des vitamines en quantités considérables (Alam et al., 2007). Bien que la céréaliculture et surtout le blé dur soit cultivé dans diverses régions du monde, la majeure partie de la production du blé dur (culture stratégique) est concentrée en Amérique du nord et le bassin méditerranéen (ce dernier fournit 75% de la production mondiale) (Belaid, 2000).

Dans le monde les céréales constituent la composante de base de l'agriculture. Selon Sikora (1987), le blé et l'orge occupent 70% des terres cultivées en Afrique du Nord en Asie de l'Ouest. Le blé occupe la première place, suivi de riz du maïs puis de l'orge les principaux pays producteurs sont le Canada, le Mexique, les USA, la France, la Grèce, l'Italie et la Russie.

Dans la wilaya d'Ain Defla l'évolution de la production des céréales dans la figure 1.



**Fig. 1** : Evolution de la production de céréales d'Ain defla(DSA, 2014).

### I.1.3.Position systématique

Le blé est une plante herbacée appartenant à la classe des angiospermes, à la sous-classe des monocotylédones et à la famille des graminées. Au sein de cette dernière, il fait partie de la tribu des Triticeae et du genre *Triticum* et l'espèce *Triticum durum* (Cook et al .,1993).

### I.1.4. Cycle végétatif du blé

On distingue trois périodes importantes dans le cycle végétatif du blé : une période végétative, une période de reproduction et une période de maturation.

#### I.1.4.1. Période végétative

Elle s'étend du semis au début de la montaison. Elle est subdivisée en plusieurs phases (Figure. 2)

##### I.1.4.1.1. Phase germination – levée

La germination commence quand le grain a absorbé environ 25 % de son poids d'eau. Les téguments se déchirent, la racine principale, couverte d'une enveloppe appelé Coleorhize, apparaît, suivie par la sortie de la première feuille, couverte d'une enveloppe appelée

## **Ch.1. Généralités sur les céréales (Blé dur)**

---

Coléoptile. À la surface du sol, puis apparaissent d'autres racines et feuilles. La durée de cette phase varie avec la température de 8 à 15 jours (Clement Grand Court et Prat, 1970).

### **I.1.4.1.2. Phase levée – tallage**

On peut distinguer pendant cette phase à travers le coléoptile, un filament ou rhizome, terminé par un renflement qui va se gonfler de plus en plus pour former le plateau de tallage qui se forme presque au niveau de la surface du sol. Le plateau de tallage s'épaissit et des racines secondaires se développent très vite. Des nouvelles feuilles apparaissent et à chacune correspond l'apparition d'une talle. La place des épillets fait par un simple étranglement sur la partie supérieure du végétal (Clement-Grand Court et Prat, 1970).

### **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 :

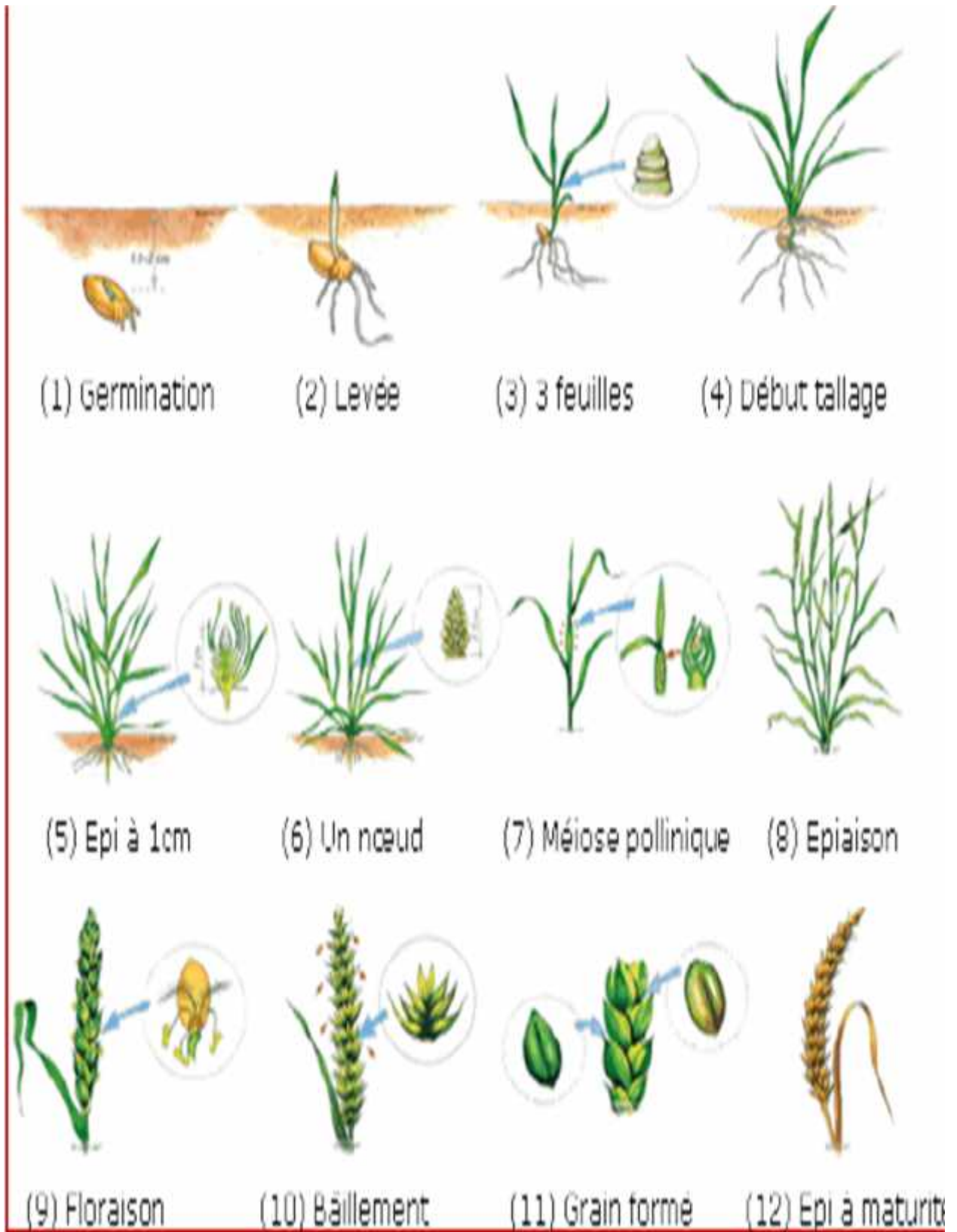
#### **I.1.4.2.1. Phase de la montaison**

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.

## Ch.1. Généralités sur les céréales (Blé dur)



**Fig.2:** Les phases de cycle végétal du blé(SOLTNER, 2005).

## Ch2.Généralités sur *Heterodera avenae*

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

Les nématodes ou « vers ronds » sont des invertébrés les plus omniprésents sur terre, habitent pratiquement chaque environnement, (Ramade, 2003 ; Gaugler et Bilgrami, 2004).

#### I.2.1. Position systématique

Le nématode de kyste des céréales (NKC) est un groupe de 12 espèces qui infecte les céréales, les graminées et les mauvaises herbes.

La classification des nématodes est basée essentiellement sur les critères morphologiques, 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) ; Bacheliere (1978) et Reddy (1983), *Heterodera* occupe la position systématique suivante (Tableau 1) :

Tableau 1: Position systématique d'*H. avenae*

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. Répartition géographique d'*H. avenae*

#### I.2.2.1. Dans le monde

Il est réparti dans les régions céréalières tempérées du monde entier (Rivoal et Cook, 1993 ; Nicol 2002). *Heterodera* se reproduit dans l'Afrique du Nord, l'Amérique, l'Asie, l'Australie et la plupart des pays européens (Meagher, 1977 ; Baladwin et Mundo-Ocampo, 1991 ; Rivoal et Cook 1993 ; Nicol et al., 2007).

#### I.2.2.2. En Algérie

Cette espèce fut découverte par Scotto de la Massese en 1961, suivi par Lamberti en 1975 qui a signalé sa présence à Birtouta sur l'orge et à Sidi Bel Abbes et à El Amra sur le blé. Les études ont été reprises en 1992 où il a été mis en évidence dans la région de Djendel par Lounis, puis par Ferhaoui (1993) à (Hoceinia, Djendel) dans la wilaya d'Ain Defla.

D'après les travaux réalisés par plusieurs chercheurs algériens depuis 1993 jusqu'à présent ce nématode a été recensé dans d'autres régions céréalières (Mokabli, 2006).

### I.2.3. Morphologie et Biométrie

Solon Rivoal et al., (1978) *Heterodera* présente un dimorphisme sexuel prononcé à l'état adulte.

D'après Williams et Siddiqi (1972), les œufs 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<sup>er</sup> stade (L1) sont Immobiles et rudimentaires, et les larves du 2<sup>ème</sup> 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'identification (Wouts, 1985). D'après Nobbs (1989), elles sont vermiformes. Les larves du 3<sup>ème</sup> et du 4<sup>ème</sup> stade (L3 et L4) elles 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.2.3.1 Le male

Le male est mobile et migrateur (Shephard et al., 1973 ; Person-Dedyver, 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. 3A).

### I.2.3.2. 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. 3C).

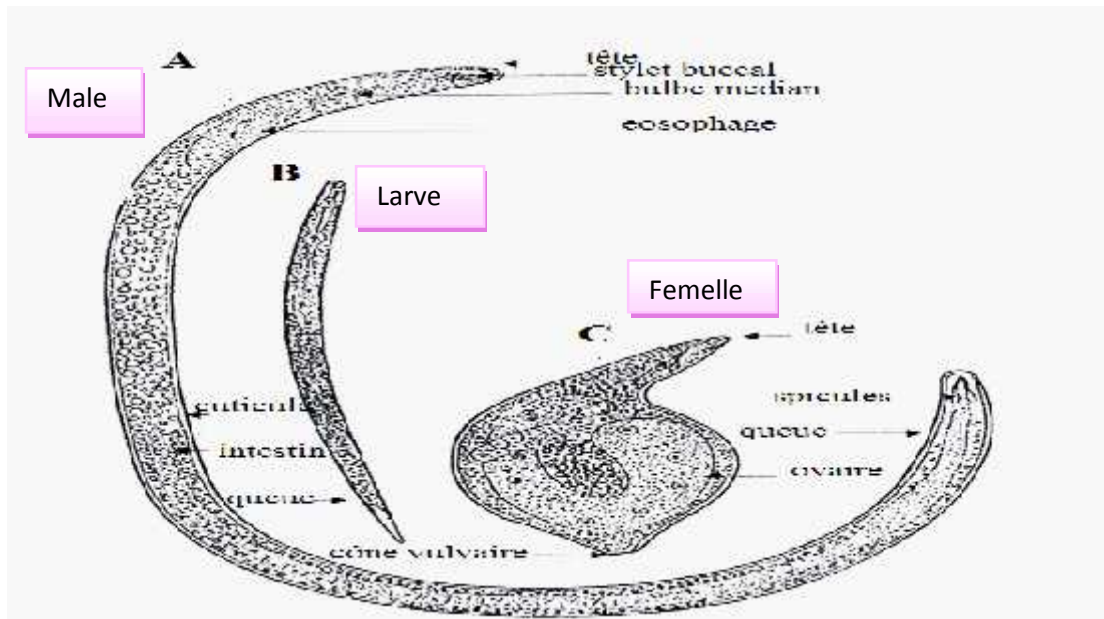
La femelle assure la ponte, puis se transforme en kyste brun (Nobbs 1989) bourré d'œufs (Shneider, 1965 ; Rivoal, 1973 ; DE Guiran, 1983 ; Reddy, 1983 et Person-Dedryver 1989).

### I.2.3.3. 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 ; Bachelier, 1978 ; 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 œufs. (Fig. 4B)

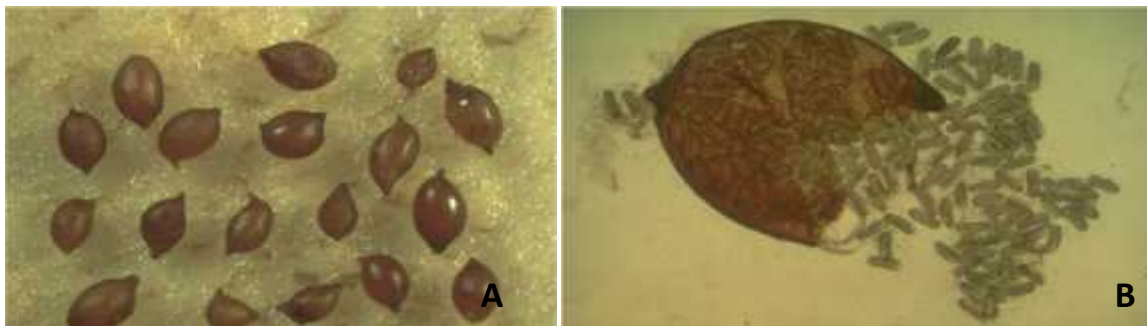
La forme, la taille et la couleur du kyste sont fortement variées d'une population à l'autre (Mokabli, 2002). Il est généralement citriforme, dont sa largeur s'étale de 412 à 555  $\mu\text{m}$  et sa longueur varie de 618  $\mu\text{m}$  jusqu'à 823 $\mu\text{m}$ , de couleur brun foncé (Anderson, 1968 ; Rivoal, 1973 ; Reddy, 1983 ; Rivoal et SARR, 1983 ; Sacristan et al ., 1983 ; Vovlas , 1985 et Noobs, 1989, Mokabli, 2002, Oudene, 2010 ).(Fig. 4A)

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

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



**Fig.4** : Kyste plein (A), kyste écrasé (B) montrant les œufs de nématode à kystes des céréales

*H. avenae*. (Hodda et Lawrence, 2009).

### I.2.4. Cycle biologique

Le cycle évolutif d'*Heterodera* des céréales comprend cinq stades larvaires séparés par quatre mues (Choppin de Janvry, 1971) (Fig.5).

La première mue a lieu à l'intérieur de l'œuf. 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 des 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



## Ch2.Généralités sur *Heterodera avenae*

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 œufs qui restent à l'intérieur du corps de la famille. Après sa mort, la femelle se transforme en kyste contenant presque toujours des œufs 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 (dur 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 manifeste pendant trois à quatre ans successifs (Rivoal, 1983).

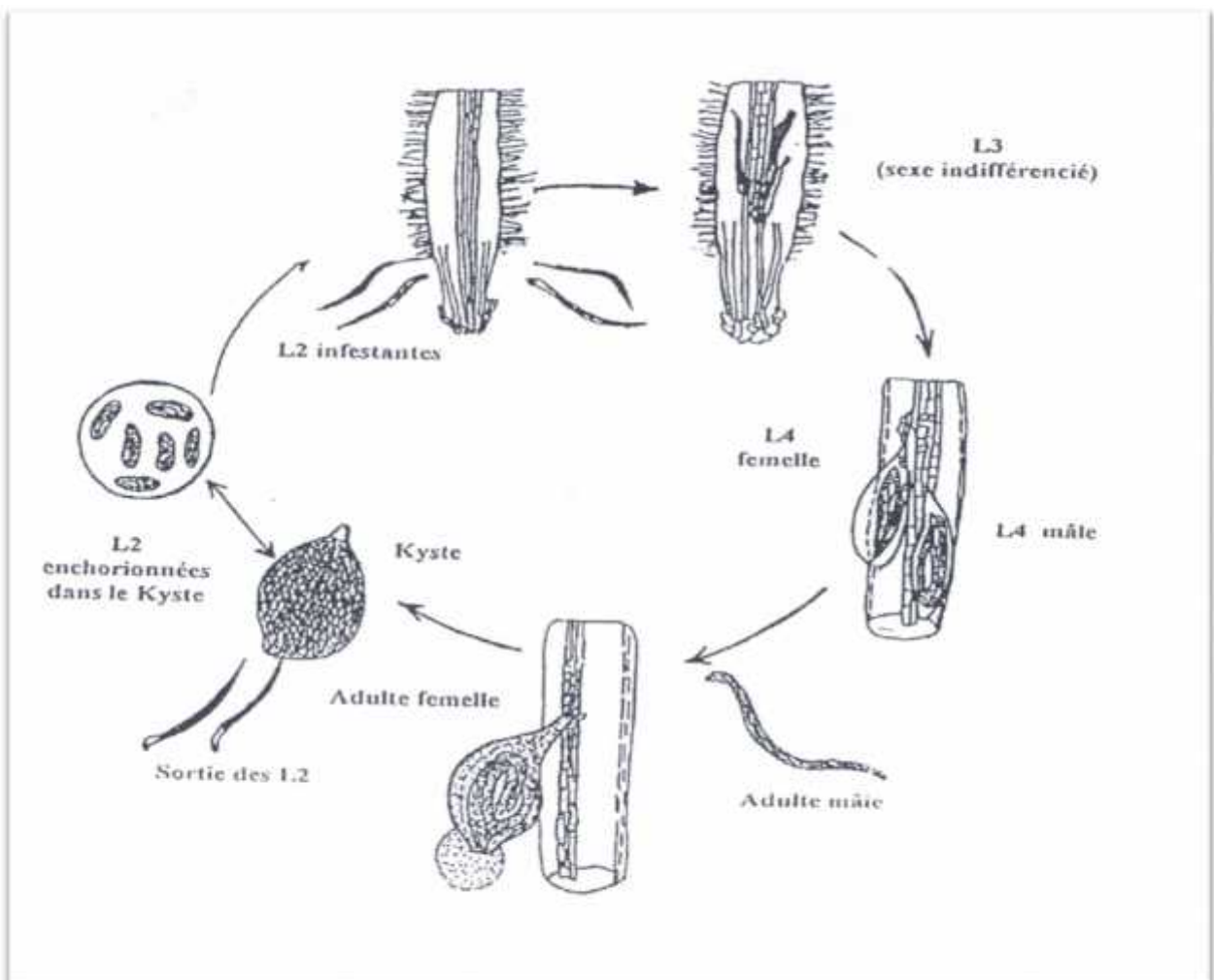


Fig. 5: Cycle de développement d'*H. avenae* (Rivoal, 1987).

### I.2.5 Les facteurs qui influencent le développement d'*H. avenae*

## Ch2.Généralités sur *Heterodera avenae*

Le nématode *H. avenae* peut être influencé par les différents facteurs de manière directe et indirecte. Les facteurs physico-chimiques du sol peuvent agir directement sur les nématodes. Les conditions du sol influencent le développement des végétaux et indirectement les peuplements d'*Heterodera* (Graham, 1980).

### I.2.5.1. Les facteurs abiotiques

#### I.2.5.1.1. Facteurs climatiques

##### I.2.5.1.1.1. 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.2.5.1.1.2. 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 optimal pour l'évolution de ce parasite s'étale de 7 à 25°C. Selon Mokabli et al., (2001), les exigences de la température varie d'un stade à un autre voir d'une population à une autre (Tableau 2) .

**Tableau 2 :** Degré de 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

### **I.2.5.1.2. Facteurs édaphiques**

#### **I.2.5.1.2.1.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 Janvry , 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.2.5.1.2.2.La porosité**

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

#### **I.2.5.1.2.3. L'oxygène**

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

#### **I.2.5.1.2.4. Le PH**

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

### **I.2.5.2. Les facteurs biotiques**

#### **I.2.5.2. 1. La plante hôte**

Les plantes hôtes des nématodes à kystes des céréales incluent toutes les céréales cultivées Rivoal et Cook, (1993). En fonction de 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.2.5.2.2. 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.2.6. Les facteurs de dissémination

Les nématodes à kyste des céréales *Heterodera avenae* sont des espèces minuscules de très petite taille. Elles ne se déplacent que sur les petites distances environ 20 cm par an. A ce rythme, il semble surprenant que les populations des nématodes soient aussi largement distribuées à travers le monde (Sadek, 1977).

#### I.2.6.1. L'homme

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

#### I.2.6.2. Le matériel

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

#### I.2.6.3. Le vent

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

#### I.2.6.4. 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 *Heterodera avenae* (Mokabli com. Personnel).

### I.2.7. les Symptômes et dégâts

#### I.2.7.1. Au champ

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

#### I.2.7.2. Sur la plante

##### I.2.7.2.1. La partie aérienne

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

### I.2.7.2.1.1. 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.2.7.2.1.2. 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.2.7.2.2. 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 radicules courtes. Le symptôme le plus caractéristique est la formation des nœuds 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), 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.2.8 La lutte contre *H. avenae*

Les nématodes à kyste *Heterodera* et *Globodera* causent le dommage majeur aux récoltes cultivées, (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 femelle qui, après sa mort, devient un kyste avec un mur protecteur durci. Cette structure protège les œufs 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.2.8.1. Lutte préventive

La lutte contre le nématode doit commencer avant son 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 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- Par l'utilisation des moyens culturaux comme étant des moyens de lutte préventive.

### **I.2.8.2. Lutte curative**

Par l'utilisation des moyens culturaux, chimiques et biologiques.

#### **I.2.8.2.1. Les moyens culturaux**

Naturellement, l'attitude du fermier à pratiques culturales 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.2.8.2.1.1. 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.2.8.2.1.2. Labours**

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

##### **I.2.8.2.1.3. 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.2.8.2.1.4. 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.2.8.2.1.5. Les variétés résistantes**

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.2.8.2.1.6. 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.2.8.2.1.7. 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.2.8.2.2. 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 cout généralement élevé des produits nématicides.

### **I.2.8.2.3. Les moyens biologiques**

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

### **I.2.8.3. 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.

## **Ch.1. Présentation de la région d'étude (wilaya d'Ain Defla )**

### **II.1. Présentation de la région d'étude**

Notre choix pour la wilaya d'Ain Defla, comme région d'étude est basé sur sa vocation agricole prédominée par la céréaliculture.

#### **II.1.1. Situation géographique**

Elle se présente comme étant une zone relais entre l'Est et L'Ouest, le territoire de la wilaya reste inséré entre les massifs montagneux du DAHRA- ZACCAR au Nord et l'OUARSNIS au sud avec une plaine au centre sous forme de cuvette, traversée l'est en Ouest par Oued Cheliff, cours d'eau d'importance nationale.

La wilaya d'Ain Defla est située à 145 km au sud Ouest de la capitale et s'étend sur une superficie de 4544,28 km<sup>2</sup>, (ANDI, 2013).

La wilaya d'Ain Defla est limitée par 05 wilayas. Au nord, elle est limitée par TIPAZA et Nord-est par la wilaya de BLIDA. Dans l'Est la wilaya de MEDEA, a l'Ouest est CHLEF et au Sud est TESSEMSSILT. La wilaya comprend de 14 daïras et de 36 communes.

#### **II.1.2. Caractéristique pédologique**

La wilaya présente un sol meuble, fertile et de texture variable avec prédominance d'éléments fins (80%) dont plus de (45%) d'argile, (DSA d'Ain-Defla, 2011). Tableau3 : Texture du sol dans la wilaya (DSA, Ain Defla, 2013)

<b>Type de sols</b>	<b>commune</b>	<b>Type de sols</b>	<b>Commune</b>
Sols limono-argileux	EL Attaf et Tiberkanine	Sols limono-argileux	Ain Beniane-Hoceinia-Boumedfaa-Techta- Ain Bouyahia-Hamam Righa- Bourached- Ain Torki
Sols calci-magnésique	Ain lechiakh-Oued Djemaa-Tarik Ibn Ziad-Djemaa Ouled chikh-El Maine-Bethia	Sols fer sialitique	Zeddine-Rouina-El Amra-El Abadia- Mekhatria-El Hassania-Miliana-Ben Allel.



## **Ch.1. Présentation de la région d'étude (wilaya d'Ain Defla )**

Sols sablo- limoneux	Bir Ould Khelifa-Bordj Emir Khaled-Ain Soltane.
-------------------------	--

### **II.1.3. Caractéristiques climatiques**

La wilaya se caractérise par un climat méditerranéen semi-aride. L'été s'étend sur 6 mois. L'hiver est plus froid et le printemps écourté. L'automne est très bref.

#### **II.1.3.1 La température et pluviométrie :**

En hiver, les amplitudes thermiques peuvent être importantes, jusqu'à (+20°C). Il arrive que les températures soient égales ou inférieures à (0°C) la nuit au mois de janvier. Au mois d'Aout le maximum atteint (48°C). (D.S.A. d'Ain Defla, 2011).

### **II.1.4. Secteur de l'agriculture**

La wilaya d'Ain Defla recouvre une superficie agricole totale (SAT) de 235 611 ha, soit 51.8% de la superficie totale de la wilaya. La superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 181 676 ha soit 77.1% de la SAT. Elle était de 170 384 ha en 1998, soit une augmentation absolue de 11 292ha de 1998 à 2011(ANDI, 2013).

Selon l'agence nationale de développement de l'investissement (ANDI), la superficie agricole utile est répartie comme suit :

- Exploitations agricoles collectives (EAC) :

Il ya 1 447 exploitations pour 6 242 exploitants et une superficie globale de l'ordre de 41 206 ha dont une superficie exploitée de 39 590 ha.

- Les exploitations agricoles individuelles (EAI) :

Dans 887 Exploitations pour une superficie globale de 5 717 ha toutes exploitées dont 2 061 ha irriguées.

- Fermes pilotes :

## Ch.1. Présentation de la région d'étude (wilaya d'Ain Defla )

Nombre de fermes pilotes est 6, pour un effectif permanent de 170 personnes et une superficie totale de l'ordre de 5 277 ha dont une superficie exploitée de 5 215 ha dont 1 355 ha irriguées.

-Exploitations privées :

Le nombre de propriétaires privés est de 21 745 personnes pour une superficie globale de 183 411 ha, et une superficie exploitée de 131 154 ha dont 22 922 ha irrigués.

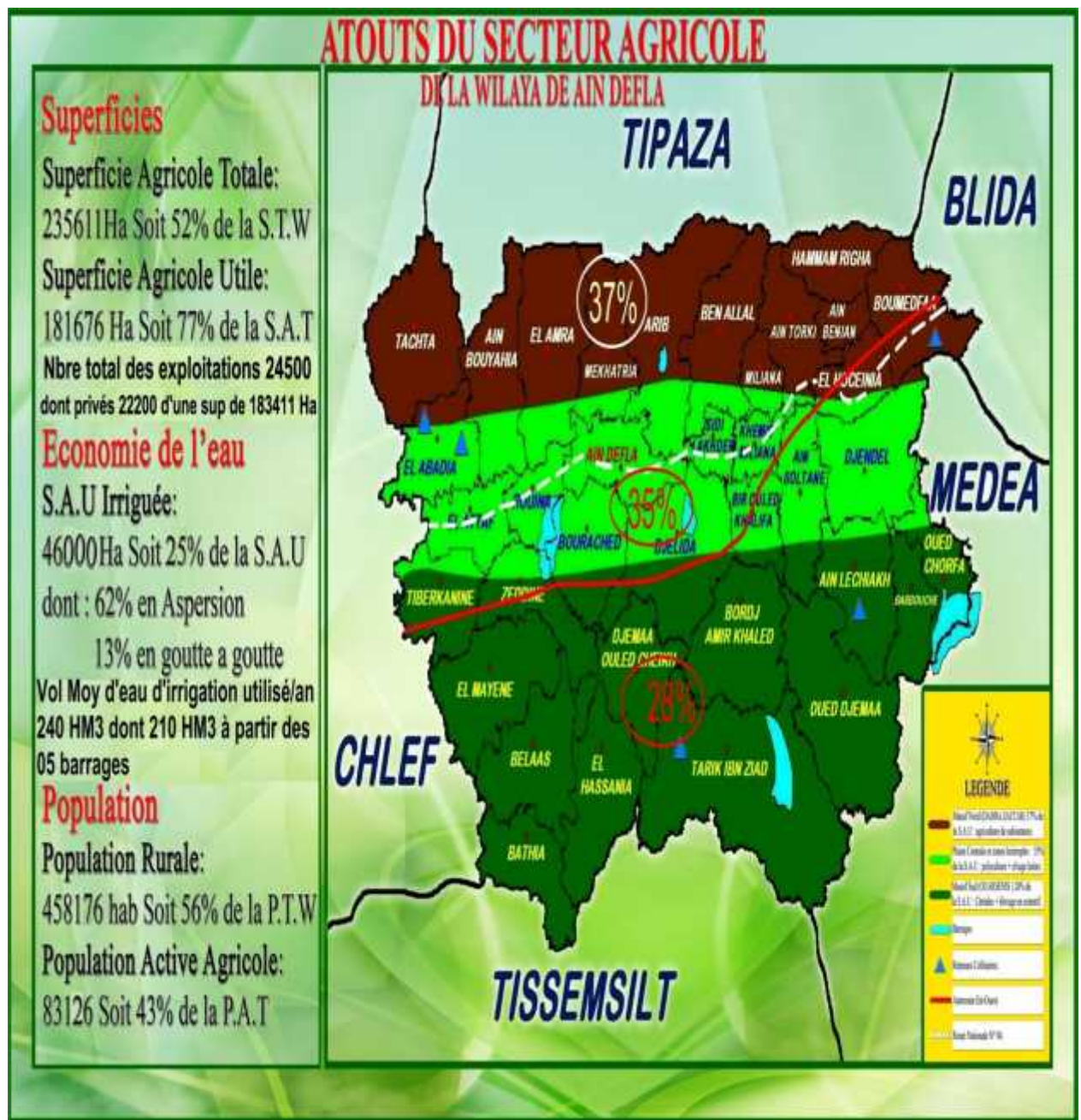


Fig. 6 : Situation géographique de la région d'Ain Defla (DSA, 2013)

### **II.2.1. Etat d'infestation par le nématode à kyste *Heterodera avenae* de quelques parcelles à la wilaya d'Ain Defla.**

#### **II.2.1.1. Objectif de l'étude**

L'évaluation de l'état d'infestation de quelques parcelles par les nématodes à kyste du genre *H. avenae* des céréales de la région d'Ain Defla.

#### **II.2.1.2. La méthodologie**

##### **II.2.1.2.1. Choix des parcelles**

L'étude est réalisée dans quatre communes de la wilaya, à savoir, Rouina, Arib, Mekhatria, Ain defla, Les communes productrices des céréales.

##### **II.2.1.2.2. Analyse nématologique**

Pour réaliser une analyse nématologique, nous devons passer par trois phases successives et complémentaires (Merny et Luc ,1969) :

- L'échantillonnage de sol.
- L'extraction des kystes.
- La récolte et le comptage des kystes.

##### **II.2.1.2.2.1. Echantillonnage du sol**

###### **II.2.1.2.2.1.1. Matériel de l'échantillonnage**

-Une binette

-Des sachets en plastique

-Des étiquettes

-Marqueur de crayon

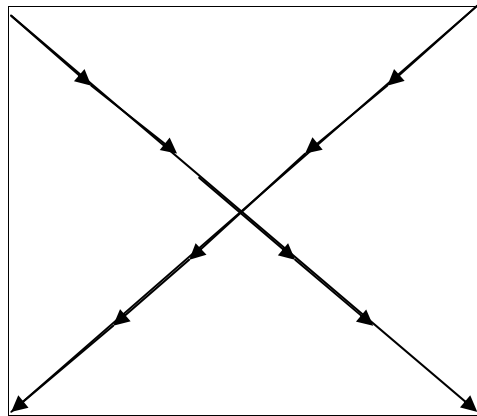
-un carnet

### II.2.1.2.2.1.2. Technique d'échantillonnage

L'échantillonnage est effectué dans des parcelles cultivées des céréales. Les échantillons sont prélevés dans 12 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 globale 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. 7) 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 sacs en plastique juste après le prélèvement. On note la date d'échantillonnage, le lieu, toutes les informations (la variété cultivée, type d'irrigation, précédent cultural... etc.).



**Fig.7** : Schéma d'échantillonnage au niveau des parcelles prospectées

### II.2.1.2.2.2. 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.2.1.2.2.3. 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 d'500g est retenu pour l'analyse pour chaque parcelle. D'abord versé dans passoire (1mm de maille) l'échantillon et le entraîné par un jet d'eau dans le corps de l'appareil. Les gros éléments restent dans passoire, les kystes et les particules fines entraînés dans le récipient où ils flottent et débordent à travers la gouttière de l'appareil dans un tamis de 250 microns. Ensuite récupéré sur un papier filtre par le jet d'une pissette. Le filtre et son contenu sont alors mis dans une boîte de pétri.

#### II.2.1.2.2.4.1. Matériel

- Appareil de FENWICK
- Tamis de 250  $\mu\text{m}$
- papiers buvard
- des entonnoirs portés par des Erlens-Meyer
- Récipient
- Boîtes de pétri et une 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  $\mu\text{m}$ . 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 majeur.



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 (original)

### II.2.1.2.2.5. La récupération des kystes

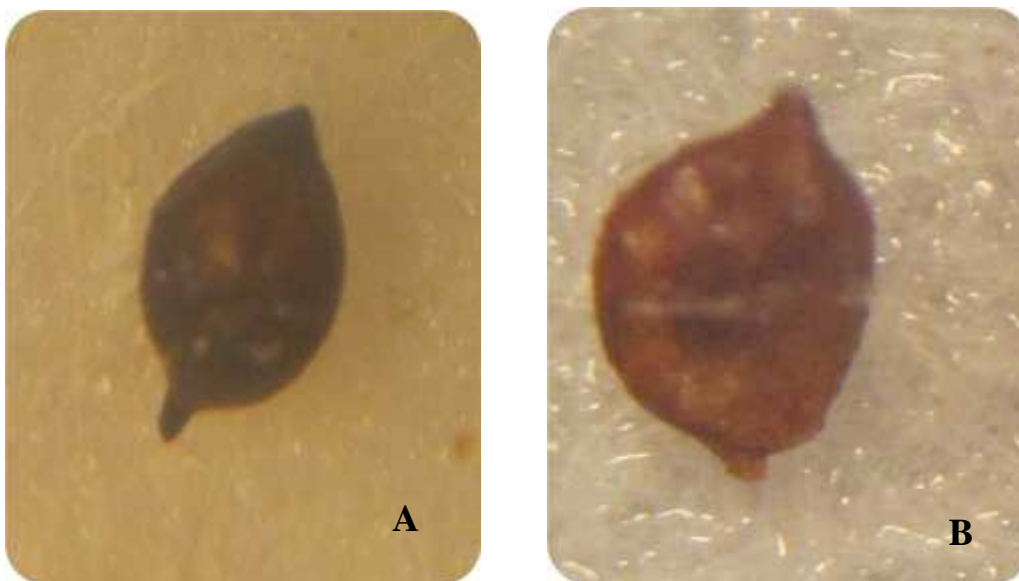
#### II.2.1.2.2.5.1. Matériel

- Une loupe binoculaire
- Une épingle
- Un pinceau
- Une pissette
- Boite de pétri
- Étiquettes avec un marqueur de crayon.

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

### II.2.1.2.2.6. Dénombrement des kystes

Sous une loupe binoculaire et à l'aide d'un pinceau très fin, on sépare les kystes vides (Fig.9A) et les kystes pleins (Fig.9B). 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.



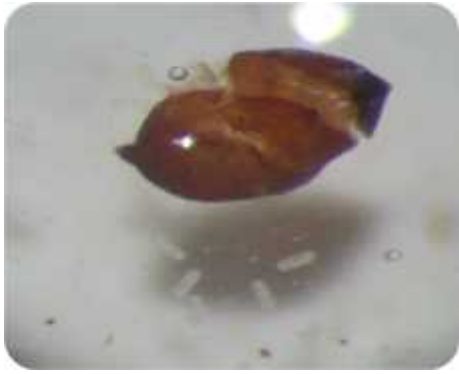
**Fig.9** : Différence entre les kystes pleins (A) et les kystes vides (B) original.

#### II.2.1.2.2.6.1. Dénombrement des œufs et des larves

Les kystes pleins contiennent des œufs et des larves. On met un kyste dans une goutte d'eau placée sur une lame. Il est sectionné en deux à l'aide d'un scalpel. Les œufs et les juvéniles sont ensuite libérés, ils sont comptés en séparant les œufs et les juvéniles regroupés en amas à l'aide d'une épingle (Figures 10 et 11). Ensuite, on calcule la somme des œufs et des juvéniles contenus dans l'ensemble des kystes pour avoir une densité par 500g du sol et enfin les degrés d'infestation sont obtenus en reportant cette densité à un gramme de sol afin d'estimer si le niveau des différentes populations a atteint le seuil de nuisibilité. Toutes les étapes de l'analyse nématologique sont présentées dans la figure 12.



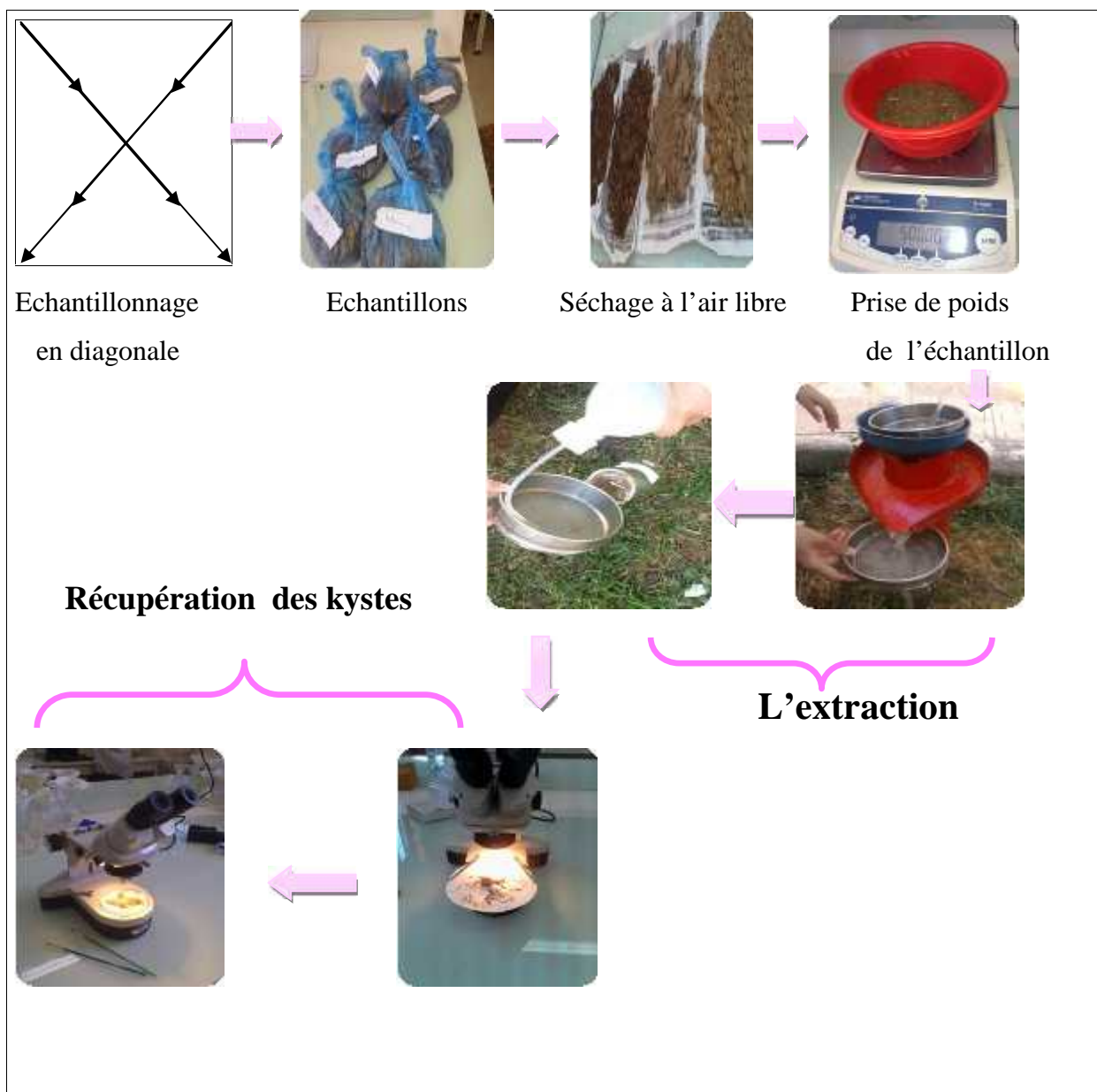
## Ch. 2. Matériel et méthodes



**Fig. 10:** kyste d'*H. avenae* écrasé  
originale



**Fig. 11:** Larve et œufs d'*H. avenae* (original)



**Fig.12:** 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'avoir une idée sur les degrés d'infestation dans la région d'Ain Defla par le nématode à kyste *H. avenae*, nous avons demandé des informations sur ces parasites. Pour cela, nous avons établi un questionnaire sur l'infestation dans cette région très riche en renseignements qui nous permet d'avoir une idée plus précise sur ce problème en relation avec les agriculteurs et la connaissance de ces parasites et leur importance économique ensuite, sur les mesures de contrôle entreprises par les services agricoles (Direction des services agricoles DSA) pour lutter et arrêter leur propagation dans d'autres régions. Donc, la communication et la collaboration entre les services agricoles et les agriculteurs est une condition importante pour réussir toute stratégie de lutte contre les parasites des cultures.

Afin de connaître la réalité sur le terrain, nous avons jugé utile de réaliser une enquête qui vise à répondre à notre problématique qui se résume sur les points suivants :

- Etat d'infestation des parcelles cultivées en céréales dans la wilaya.
- Impact du mode de conduite des céréales par les agriculteurs sur le développement de ces nématodes.
- L'importance économique de ces nématodes et leurs connaissances par les agriculteurs (vulgarisation agricole sur ces parasites).
- Leur contrôle par des services spécialisés en protection des végétaux pour une bonne gestion de ces nématodes dans le temps et dans l'espace.

#### II.2.2.2. Objectifs de l'étude

Le but de cette enquête est de rencontrer des responsables des services spécialisés dans la lutte contre les ennemis des cultures et des agriculteurs afin de nous répondre aux différentes interrogations et tenter de résoudre notre problématique en analysant les données fournies par les agriculteurs enquêtés.

#### 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 une idée globale 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 utilisons 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. Il s'agit de quatre sections essentielles :

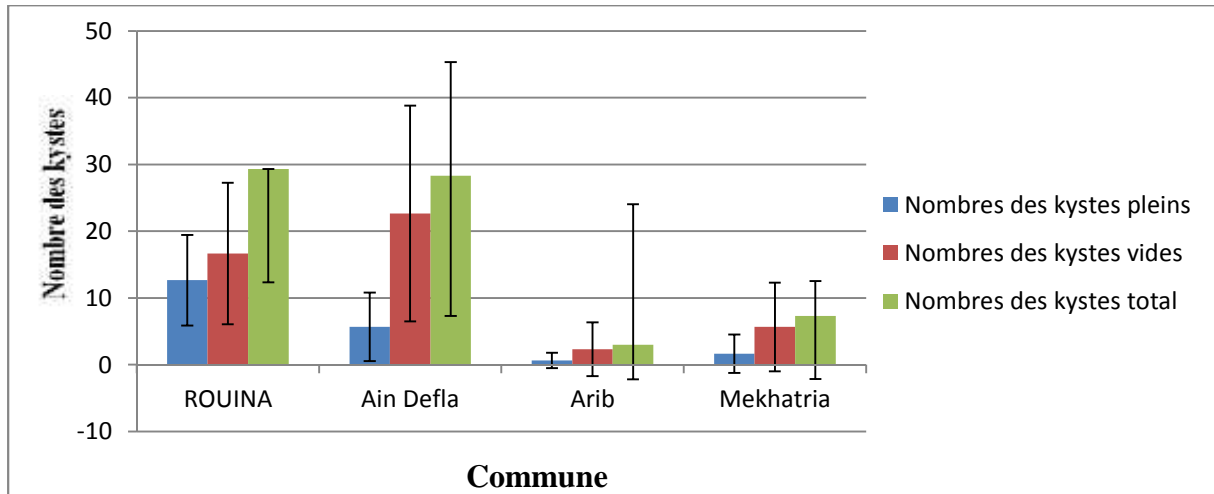
1. Présentation de l'exploitation : localisation, type d'exploitation, superficie de l'exploitation ainsi que la superficie totale des céréales et niveau de la technicité du gérant.
2. Caractéristique du site et mode de conduite de la culture : cette partie prend en considération la culture en place 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. Traitements 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...).

## Ch. 3. Résultats et discussion

### II.3.1. Degré d'infestation

#### II.3.1.1. Dénombrement des kystes d'*Heterodera* dans les six parcelles

Les prélèvements du sol ont été effectués dans 12 parcelles dans quatre communes de la wilaya d'Ain Defla (Rouina, Ain Defla, Arib, Mekhatria) afin d'étudier l'état d'infestation de ces parcelles par les nématodes à kystes *Heterodera*. Les résultats de l'analyse nématologique des différents échantillons sont présentés dans la figure 13.



**Fig.13** : Nombres moyens des kystes (vides, pleins et totaux) de *H. avenae*. En fonction des communes prospectées

Le nombre moyen des kystes pleins varie d'une parcelle à l'autre. Le plus élevé est observé à Rouina (12,66 kystes/ 500g du sol), en revanche le nombre moyen des kystes pleins le plus faible est marqué à Arib (0,6 kystes/500g du sol). Quant aux nombres des kystes vides le plus élevé est noté à Ain Defla (22,66 kystes/500g du sol), en revanche le nombre moyen le plus faible est obtenu dans la parcelle d'Arib.

#### II.3.1.2. Dénombrement des œufs et des larves d' *Heterodera* dans les communes

Le calcul du degré d'infestation est évalué selon le nombre d'œufs ou de larves dans un gramme de sol (Mugniery, 1975 et Mugniery, 1982). Les résultats obtenus sont reportés en annexe1 (Figure 14)

### Ch. 3. Résultats et discussion

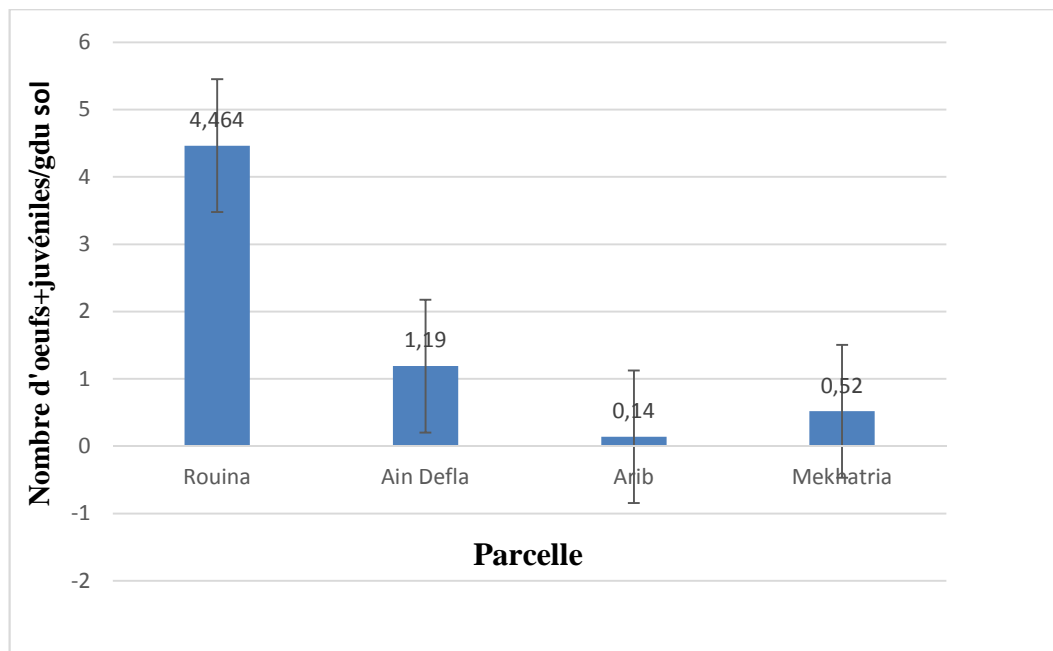


Fig. 14: Nombre moyen d'œufs+juvéniles dans les quatre parcelles étudiées.

La comparaison entre les parcelles selon le nombre d'œufs+juvéniles J2/g du sol est le plus élevé, il est obtenu dans la commune de Rouina (4,46 d'œufs+juvéniles J2/g du sol). Des nombres moyens moins importants sont obtenus dans les communes de Mekhatria et d'Arib avec 0,52 œufs +J2/g du sol et 0,14 œufs +J2/g du sol respectivement.

#### - Analyse de la variance

L'analyse nématologique montre des valeurs différentes entre les échantillons analysés concernant les variables étudiées (nombre de kystes pleins, vides et totaux). L'analyse de la variance (ANOVA) est avérée intéressante afin d'étudier cette différence et de tirer d'avantage d'information. Le traitement statistique a été effectué à l'aide du logiciel STATISTICA6 ayant donné les résultats mentionnés dans le tableau 4.

### Ch. 3. Résultats et discussion

**Tableau 4 :** Résultats de l'analyse de la variance au seuil 5% pour l'effet des régions prospectées sur les variables considérées.

Variable	SC Effet	DL Effet	MC Effet	SC Erreur	DL Erreur	MC Erreur	F	P
Kyste plein	267,00 0	3	89,000 0	164,66 7	8	20,583 3	4,3238 87	0,043396*
Kyste vide	807,00 0	3	269,00 00	868,66 7	8	108,58 33	2,4773 60	0,135635
Kyste total	1710,0 00	3	570,00 00	1696,0 00	8	212,00 00	2,6886 79	0,117100
Degré de l'infestation (œufs et L <sub>2</sub> /g du sol)	34,916	3	11,638 5	26,192	8	3,2740	3,5548 57	0,067238

Sur les quatre variables considérées, une seule variable est significative. Il s'agit de nombre de kystes pleins, qui présente une probabilité significative ( $p=0,043396 < 0,05$ ). Les probabilités calculées pour les variables "nombre de kystes vides", "nombre total des kystes" et "le degré d'infestation de ce nématode" ne montrent pas des significations ( $p > 0,05$ ). Elles sont de  $p=0,135635$ ,  $p=0,117100$  et  $p=0,067238$  respectivement.

#### -Test de Newman-Keuls

L'analyse de la variance a été complétée par le test de Newman-Keuls dont le but de comparer les moyennes. Les résultats du test sont consignés dans les tableaux 5.

### Ch. 3. Résultats et discussion

**Tableau 5.** Résultats du test de Newman-Keuls sur le nombre des kystes pleins/500g du sol.

Cellule N°	<b>Groupes homogènes, alpha = 0,05</b>			
	<b>Erreur : MC Inter = 20,583 ; dl = 8</b>			
	commune	Moyenne	1	2
3	Arib	0,66667	****	
4	Mekhatria	1,66667	****	
2	Ain Defla	5,66667	****	****
1	Rouina	12,66667		****

Le test de Newman-Keuls au seuil 5% concernant la variable nombre de kystes pleins/500g du sol laisse apparaître deux groupes homogènes. Le premier inclut trois communes. Soit Arib avec une moyenne de 0,66667, Mekhatria avec 1,66667 et Ain Defla avec 5,66667 kystes, le second concerne les communes d'Ain Defla et Rouina avec des moyennes respectives de 21,5 et 12,66667 kystes.

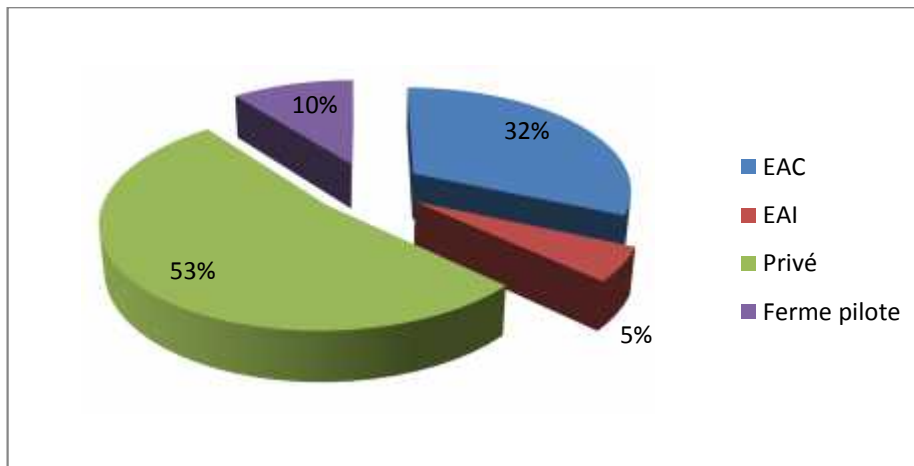
#### **II.3.2. Analyse les enquêtes auprès des agriculteurs**

##### **II.3.2.1. Type des exploitations enquêtées**

###### **II.3.2.1.1. Statut**

Les exploitations enquêtées sont regroupées en quatre groupes selon leur statut. En effet, (53%) des exploitations sont des privés (achetées, louées), les autres exploitations sont soit des exploitations collectives (32%) ou individuelles (5%). (10%) des exploitations sont des fermes pilotes.

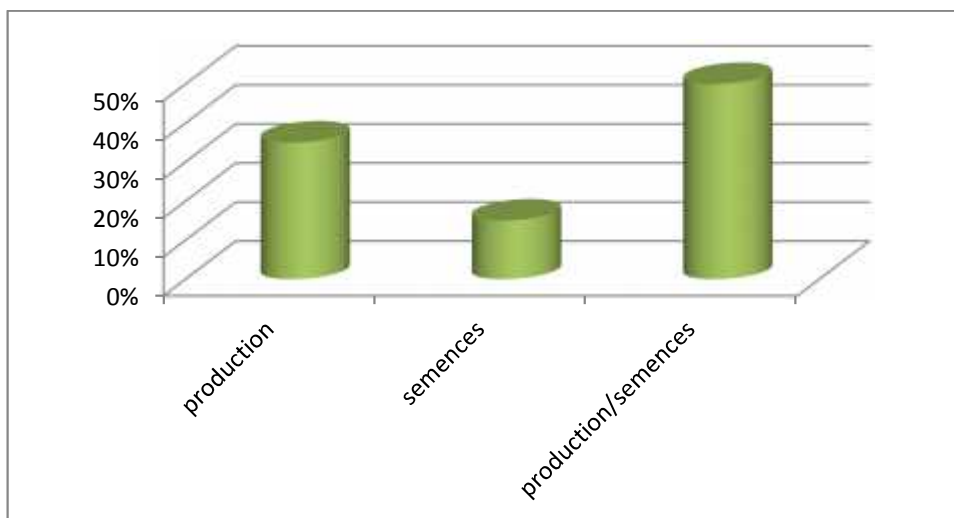
## Ch. 3. Résultats et discussion



**Fig.15** : Statut des exploitations agricoles enquêtées.

### II.3.2.1.2. Type de culture

On remarque que la majorité des parcelles (50%) produisent les céréales de production et ont des parcelles qu'ils consacrent à la multiplication des semences, les autres parcelles agricoles cultivent les céréales de production (35%). (15%) des agriculteurs cultivent la multiplication des semences.



**Fig.16** : Destination des céréales cultivées dans les exploitations enquêtées.

### II.3.2.1.3. La superficie des exploitations enquêtées

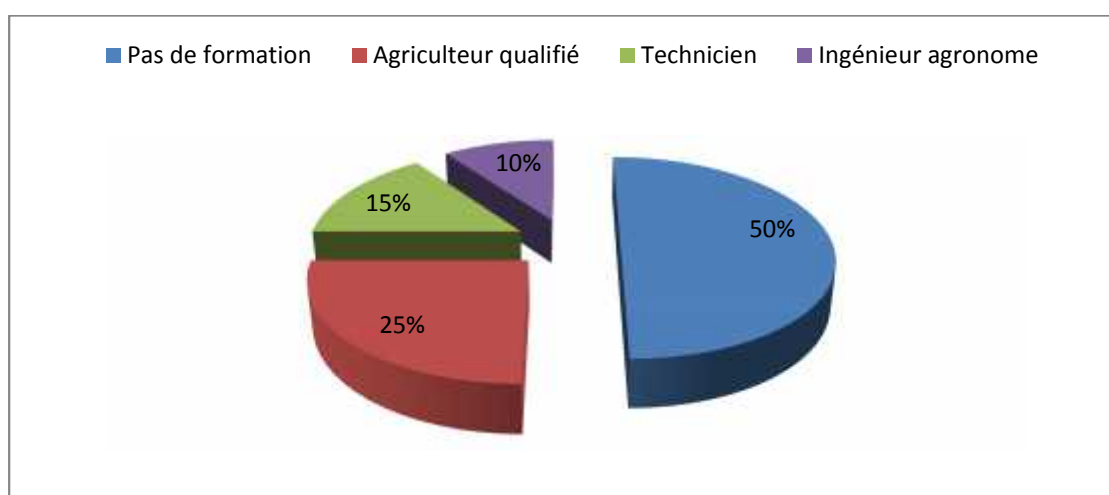
Le tableau suivant est détaillé la situation et la superficie des exploitations étudiées

**Tableau 6: Situation et superficies des exploitations enquêtées**

<i>Localisation</i>	<i>N° d'exploitations enquêtées</i>	<i>Superficie étudiée (ha)</i>	<i>Superficie totale des céréales (ha)</i>	<i>Superficie totale des plantes herbacées (ha)</i>	<i>Superficie de céréales para port à la superficie de l'exploitation (%)</i>	<i>Superficie totale de l'exploitation (ha)</i>
<b>Rouina</b>	7	150	66	3,3	44	155
<b>Ain defla</b>	6	172	78	8	45,34	155
<b>Djelida</b>	3	170	79	43	46,47	223
<b>Arib</b>	1	7	5	1	71,42	7
<b>Attaf</b>	1	51	25	6	49,01	51
<b>Bir Oueld khelifa</b>	1	6	6	00	100	6
<b>Amra</b>	1	8	4	1	50	14
<b>Total</b>	20	564	263	63,3	54,22	681

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

Dans les 20 exploitations enquêtées, nous avons recensé des ingénieurs (10%) seulement, des techniciens (15%) et des agriculteurs qualifiés (25%). La plupart (60%) n'ont aucune formation, le manque de formation et de technicité pourrait avoir une répercussion sur l'itinéraire technique, essentiellement la protection de ces cultures (figure17).



**Fig.17 :** Niveau de formation des agriculteurs enquêtés.



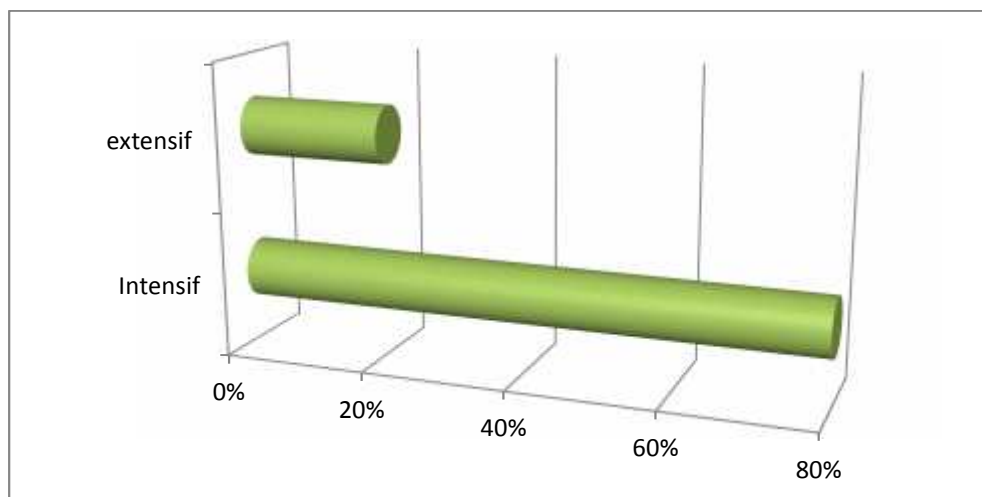
## Ch. 3. Résultats et discussion

### 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

##### - Système de culture

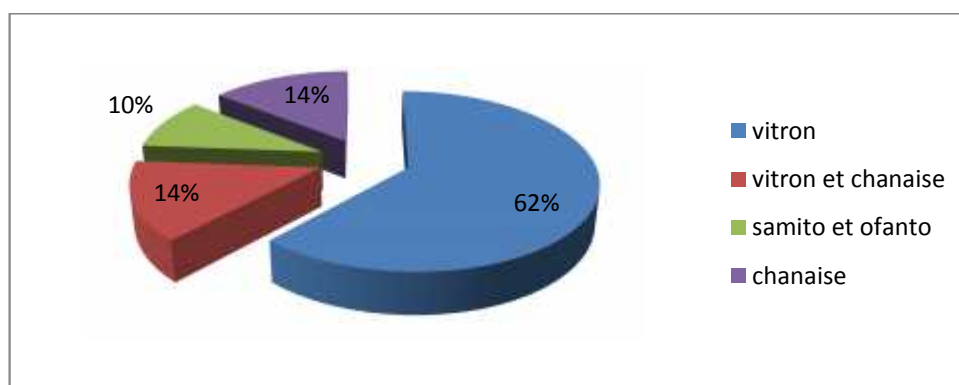
Dans la majorité des parcelles enquêtées, le système intensif le plus utilisé dans la culture des céréales (80%) (produits phytosanitaires). Peu des agriculteurs pratiquent le système extensif (20%).



**Fig.18** : Système de culture utilisé dans les exploitations enquêtées.

##### - Variétés cultivées

La variété la plus cultivée dans les exploitations étudiées est vitron. En effet, 65% des agriculteurs cultivent la variété vitron dans leur parcelle et dans d'autres parcelles, la variété vitron est cultivée en association avec la variété chanaise (15%). Dans 15% des parcelles, la variété chanaise est cultivée seule. Il en est de même pour les variétés Ofanto et samito (10%).



**Fig.19** : Variétés cultivées dans les parcelles enquêtées.

## **Ch. 3. Résultats et discussion**

---

### **-Type de rotation**

#### **I-1-La commune de Rouina :**

Dans la commune de Rouina, il ya deux exploitations agricoles qui pratiquent la rotation. En effet, 28,57% de ces exploitations utilisent la rotation culturale basée sur l'emploi de variétés de blé chanaise et vitron.

Deux autres exploitations agricoles pratiquent la monoculture soit, 28,57% de ces exploitations. Elles utilisent les mêmes variétés Ofanto et vitro.

Deux autres exploitations agricoles, soit 28,57% pratiquent une fois le blé après une répétition de quatre fois consécutives la culture de pomme de terre.

14,28% (une seule exploitation) utilise deux fois successives la culture de blé, variétés vitron et chanaise. Après, il y a utilisation de la culture de la pomme de terre durant trois années consécutives.

#### **I-2-La commune d'Ain defla :**

Dans la commune d'Ain Defla, trois exploitations agricoles pratiquent la rotation biennale. En effet, 50% de ces exploitations pratiquent la culture de blé vitron sur pomme de terre.

Deux exploitations agricoles (33,33%) pratiquent la monoculture de blé vitron.

Une seule exploitation agricole (16,60%) utilise la culture de blé pendant deux années successives, variété chanaise et trois fois successives la culture de pomme de terre.

#### **I-3-La commune de Djelida :**

Une seule exploitation agricole (33,33%) pratique la monoculture de blé, variétés samito et vitron.

Deux autres exploitations agricoles (66,66%) pratiquent la rotation de différentes cultures de blé, variétés chanaise et vitron.

#### **I-4-Les autres communes : Arib, Tiberkanine, Amra, Bir Ould khelifa :**

Dans les communes de Tiberkanine et Arib,(50%), des agriculteurs pratiquent la monoculture de blé, variété chanaise et vitron.

Et les deux autres exploitations agricoles pratiquent la rotation biennale. En effet 50% de ces exploitations utilisent la culture de blé variété chanaise et vitro sur la pomme de terre kondor.

### Ch. 3. Résultats et discussion

Les réponses des agriculteurs sur le précédent cultural de cinq années ressortent les analyses suivantes : 35% des agriculteurs pratiquent la monoculture dans les parcelles enquêtées, En effet la culture des céréales est répétée dans les cinq précédents culturaux. La rotation la plus pratiquée (25%) est la rotation biennale céréale sur pomme de terre, l'autre rotation utilisée baser sur la culture de blé deux années successives et trois fois successives de la culture de pomme de terre(20). La rotation pratiquée dans les autres parcelles est basée soit sur l'utilisation de différentes cultures ou pratique le blé une fois après une répétition quatre fois successives de la pomme de terre (10%).

#### II.3.2.2.2. Environnement des parcelles

##### - Présence de bordure

L'environnement de la parcelle agricole joue un rôle essentiel dans la dissémination d'*Heterodera* d'une parcelle à l'autre. 65% des parcelles enquêtées sont entourées par des parcelles cultivées en céréales (même culture). Les parcelles qui restent sont entourées soit par des autres cultures comme les maraîchages (30%), soit elles sont situées à proximité des habitations (10%). On remarque que toutes les exploitations enquêtées ont des bordures .

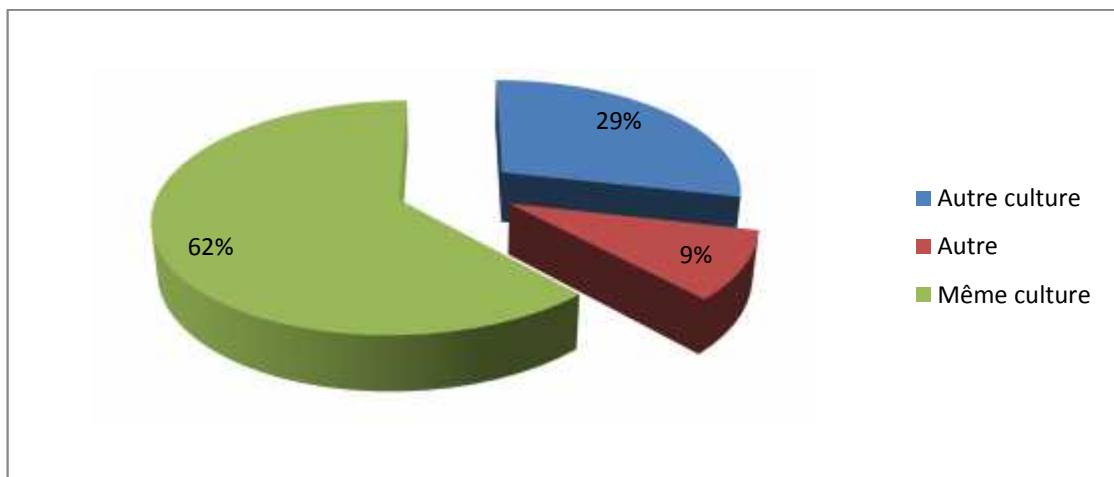


Fig.20 : Environnement des parcelles enquêtées.

##### - Texture du sol

Grand nombre d'agriculteurs ne connaissent pas la texture de leur sol. La plupart des parcelles avaient des sols soit argileux-limoneux soit limoneux-argileux. La plupart des

## Ch. 3. Résultats et discussion

parcelles cultivées se caractérisent par des sols rouges et légers, elles s'appellent selon les agriculteurs « hemri ».

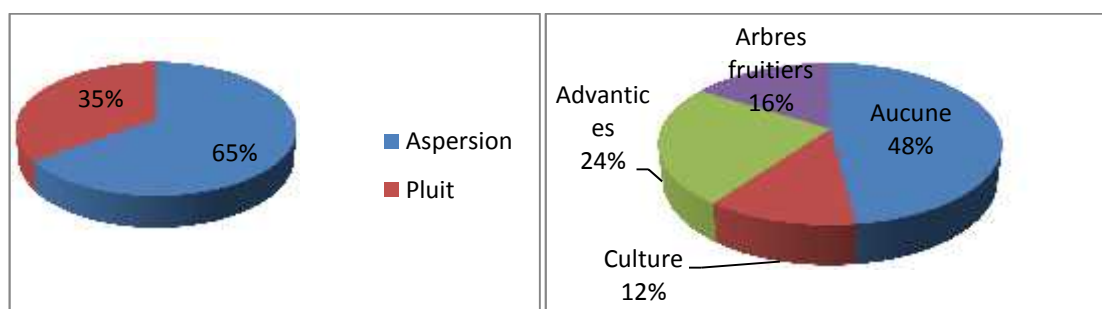
### II.3.2.2.3. Mécanisation

Toutes les exploitations utilisent la mécanisation, il ya présence des machines (tracteurs, les camions, pulvérisateurs...). Ces machines sont rarement nettoyées.

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

Dans les parcelles enquêtées, l'aspersion est la moyenne la plus utilisée. En effet 65% des agriculteurs utilisent l'aspersion pour irriguer ses parcelles des céréales. Les autres basés sur la Pluit pour l'irrigation de céréales cultivées (figure 21).

Dans 48% des parcelles enquêtées, aucune plante n'est associée aux céréales. Dans les autres parcelles, 12% de céréales sont associées avec des cultures (pomme de terre). 24% sont associées avec les adventices. Les parcelles qui restent sont cultivées en association avec les arbres fruitiers (Figure 22).



**Fig.21** : Type d'irrigation utilisé dans les parcelles enquêtées.

**Fig.22** : Plantes associées aux céréales dans les parcelles enquêtées.

#### -Pratique de la jachère :

Dans la plupart (60%) des parcelles enquêtées, les agriculteurs pratiquent la jachère.

En effet (40%) ne la pratiquent pas.

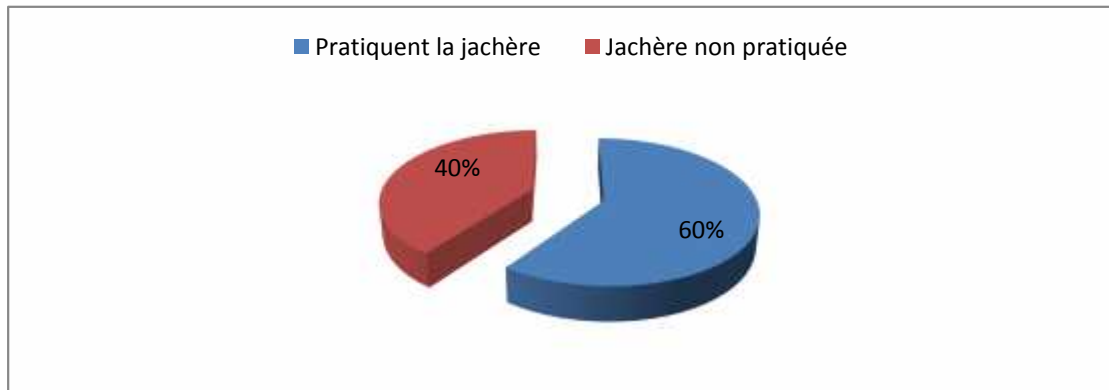


Fig.23 : Pratique de la jachère dans les parcelles enquêtées

### II.3.2.3. Connaissance de ces parasites par les agriculteurs

D'après les résultats obtenus par l'enquête, on remarque que les agriculteurs se répartissent en 4 catégories. D'abord 55% des agriculteurs ne connaissent pas les nématodes. Les agriculteurs qui connaissent ces parasites ne connaissent pas leur morphologie et leurs symptômes représentent 13%.

Les agriculteurs qui connaissent les nématodes existant dans leur parcelle les confondent souvent avec d'autres ravageurs comme les pucerons, ils représentent 22%.

Enfin, les agriculteurs qui connaissent les parasites, leurs symptômes et leur morphologie représentent 10%.

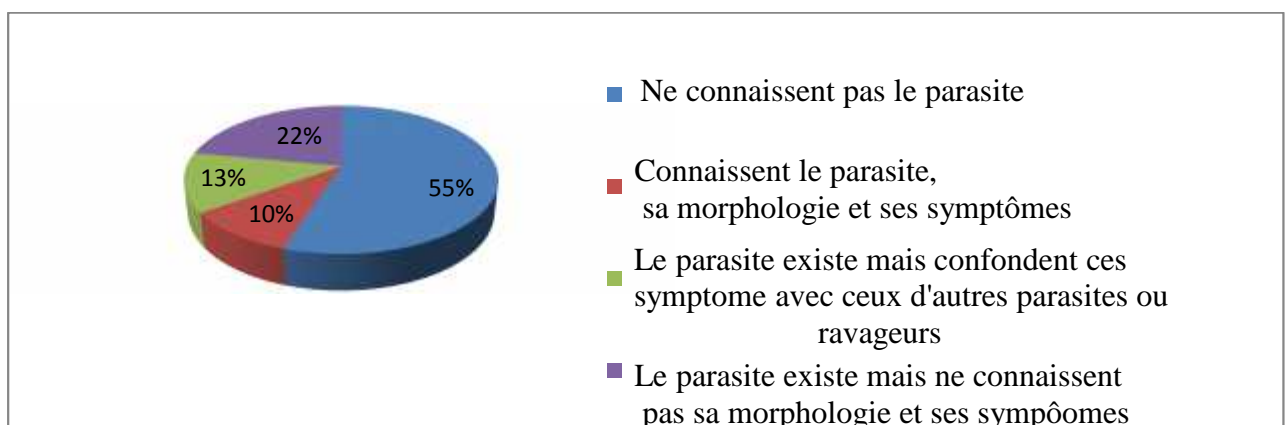


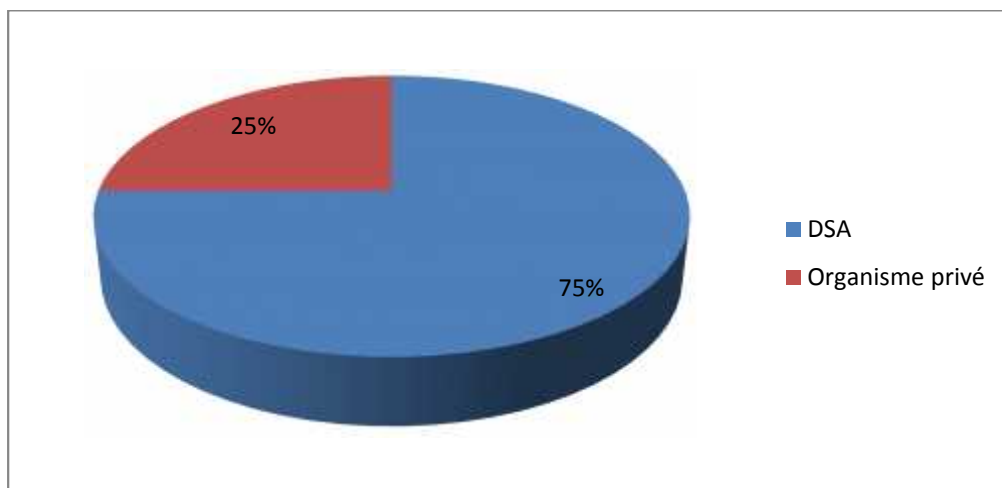
Fig.24 : Connaissances des nématodes à kystes des céréales par les agriculteurs enquêtés.

### II.3.2.4. Analyse nématologique

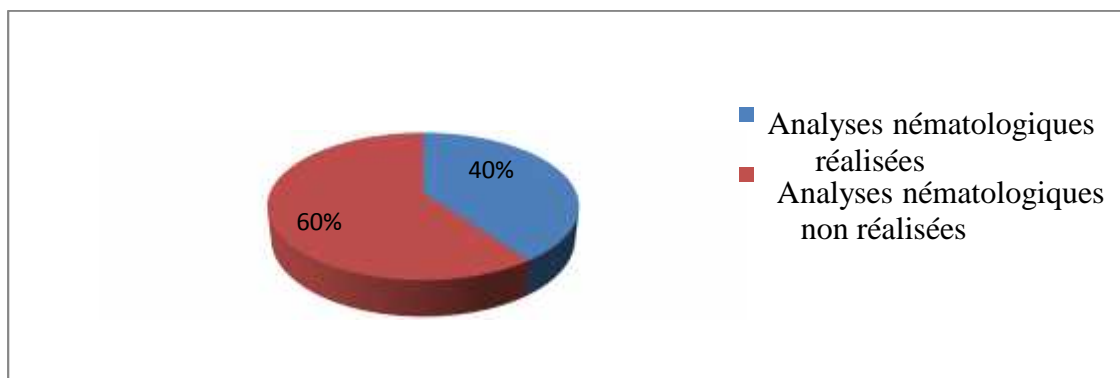
#### II.3.2.4.1. Réalisation des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées

L'analyse nématologique est indispensable pour détecter le nématode. La majorité des agriculteurs enquêtés (60%), ne réalisent pas les analyses nématologiques, il ya (40%) des agriculteurs qui la pratiquent.

(75%) de ces agriculteurs ont donné des informations sur les organismes qui ont fait ces analyses. Les services de la (DSA) ramènent les échantillons de sol puis sont analysés à l'INPV de Chlef. Cependant, 25% de ces agriculteurs ont rapporté que des organismes privés leur ont effectué ces analyses.



**Fig.25** : Organismes effectuant les analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

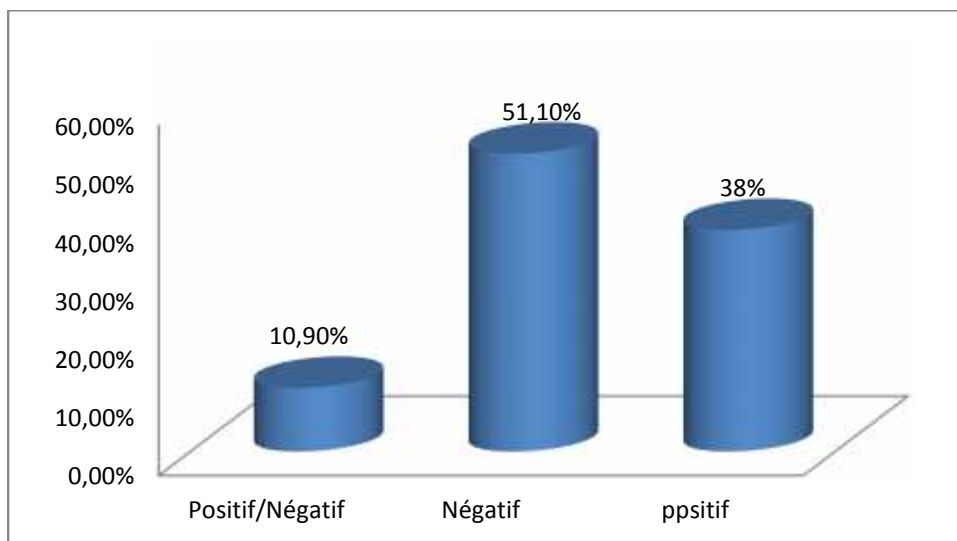


**Fig.26** : Importance des analyses nématologiques dans les exploitations enquêtées.

## Ch. 3. Résultats et discussion

### II.3.2.4.2. Résultats des analyses nématologiques effectués dans les exploitations enquêtées

Les résultats des analyses nématologiques dans les parcelles cultivées de céréales d'après les agriculteurs sont de l'ordre de 51,10% négatifs dans toutes les parcelles, 38% ont déclaré que la présence de ces parasites dans leurs exploitations. 10,90% des agriculteurs ont déclaré que quelque parcelles sont infestées tandis que d'autres sont saines.



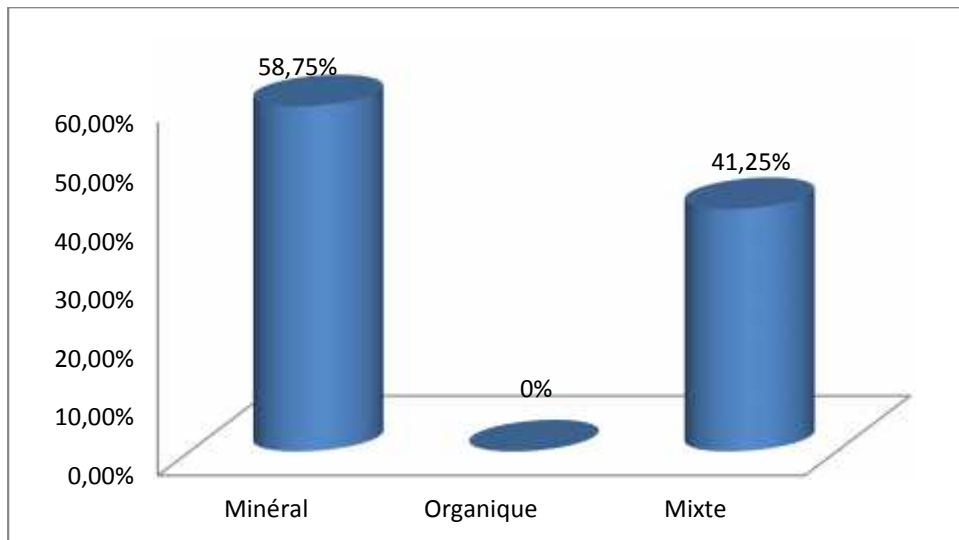
**Fig.27** : Résultats des analyses nématologiques dans les parcelles enquêtées.

### II.3.2.5. Méthodes de lutte utilisée

Dans notre enquête, nous voulons savoir les techniques ou les méthodes de la lutte utilisée dans chaque parcelle par les agriculteurs contre les nématodes directement ou contre d'autres ravageurs qui peuvent toucher les nématodes d'une façon indirecte.

#### II.3.2.5.1. La fertilisation

On remarque que la majorité des agriculteurs enquêtés (58,75%) pratiquent la fertilisation minérale (NPK et l'Urée 46%). Peu d'agriculteurs (41,25%) utilisent les deux fertilisations minérale et organique et aucune utilisation de la fertilisation organique..

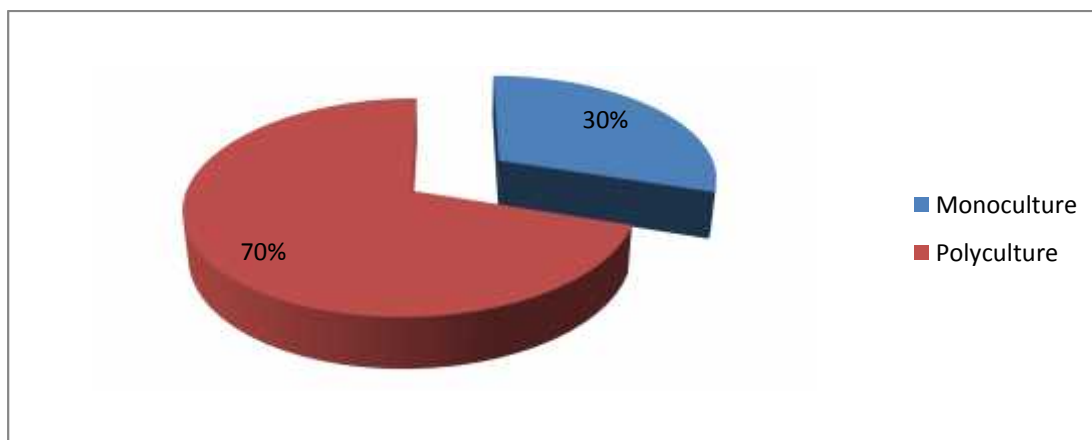


**Fig.28** : La fertilisation utilisée selon les agriculteurs enquêtés.

#### II.3.2.5.2. Les pratiques culturales

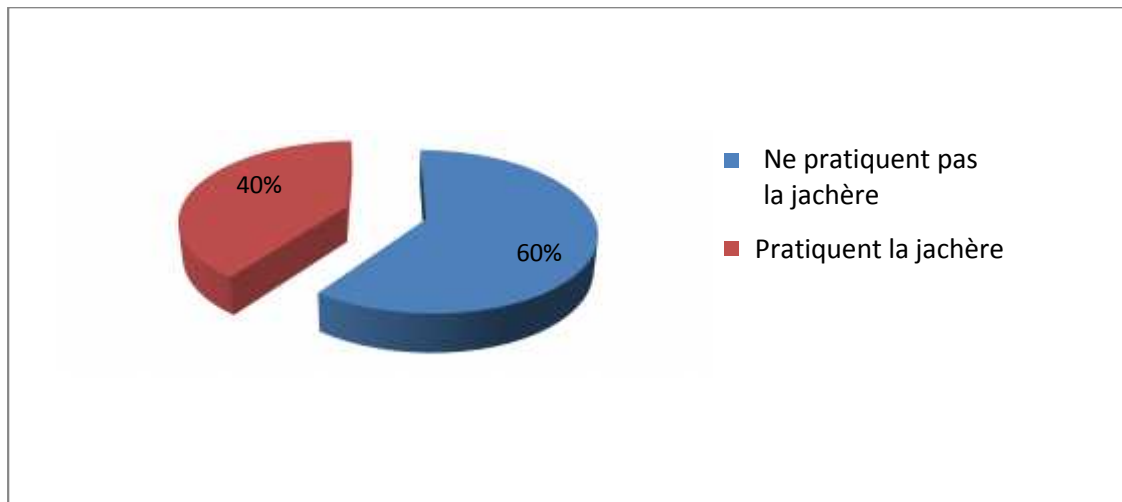
Les pratiques culturales ont un rôle important dans la lutte contre les nématodes à Kystes *Heterodera* telle que la rotation, la pratique de la jachère et de labour d'été.

Grand nombre d'agriculteurs enquêtés pratiquent la rotation. En effet, (70%) des agriculteurs pratiquent la polyculture. Les autres agriculteurs pratiquent la monoculture (30%) (Fig.29). Mais le temps de la rotation est insuffisant pour prévenir l'apparition des nématodes à Kystes *Heterodera*. La jachère est une pratique culturale utilisée seulement dans 40% des exploitations enquêtées. Alors que 60% ne font pas recours à cette pratique (Fig. 30). 60% des agriculteurs pratiquent le labour d'été (Fig.31).

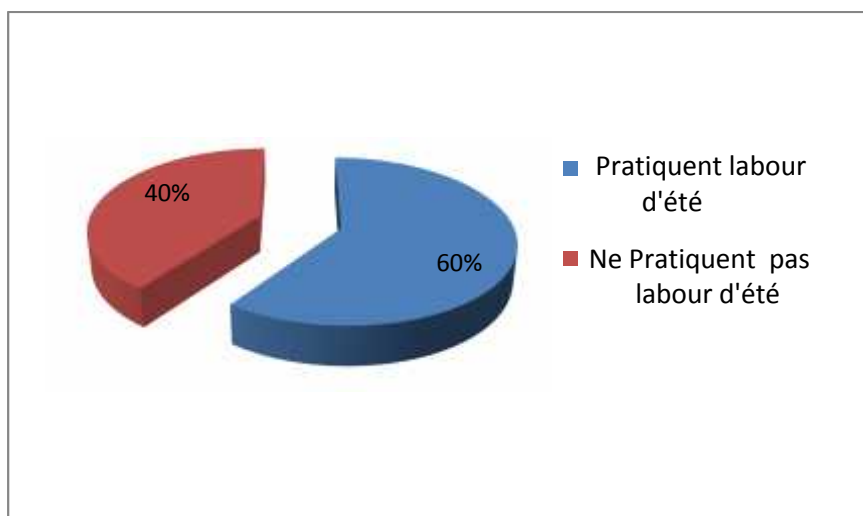


**Fig. 29** : Type de la rotation dans les exploitations enquêtées.





**Fig.30** : Pratique la jachère dans les exploitations enquêtées.



**Fig. 31** : Pratique du labour d'été dans les exploitations enquêtées

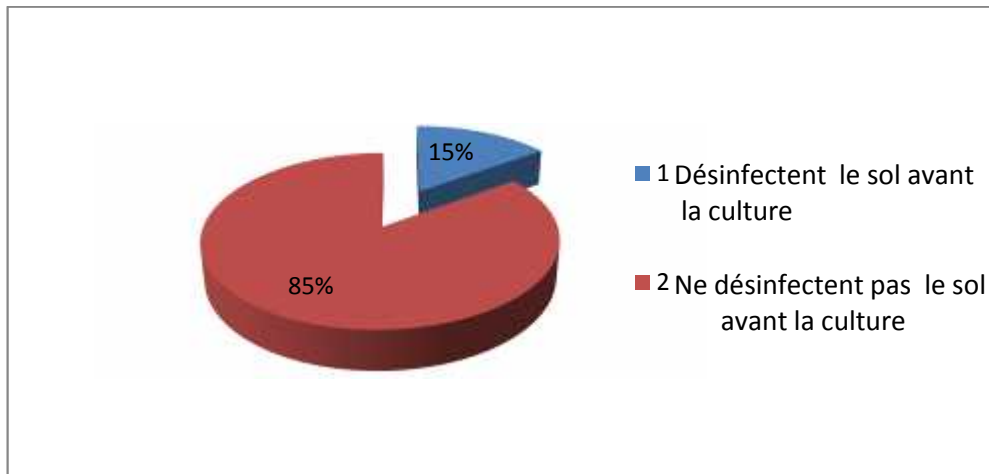
#### II.3.2.5.3. Désinfection du sol avant culture et en cours de culture par des produits à effet nématicide

Les résultats obtenus par l'enquête révèlent que 15% seulement des agriculteurs désinfectent le sol avant la culture en place des céréales. Cependant, 30% des parcelles sont désinfectées au cours de la culture en place des céréales (figure32). La majorité des agriculteurs (80%) ne connaissent pas le nom du produit utilisé pour la désinfection du sol

### Ch. 3. Résultats et discussion

---

avant ou en cours de la culture des céréales. Peu d'agriculteurs savent le nom commercial du produit, ils ont un niveau de formation (ingénieur ou agriculteur qualifié). Ils utilisent :Palas (5%),Chevalie (5%), Metrobizine (5%).



. Fig.32 : Désinfection de sol avant la culture

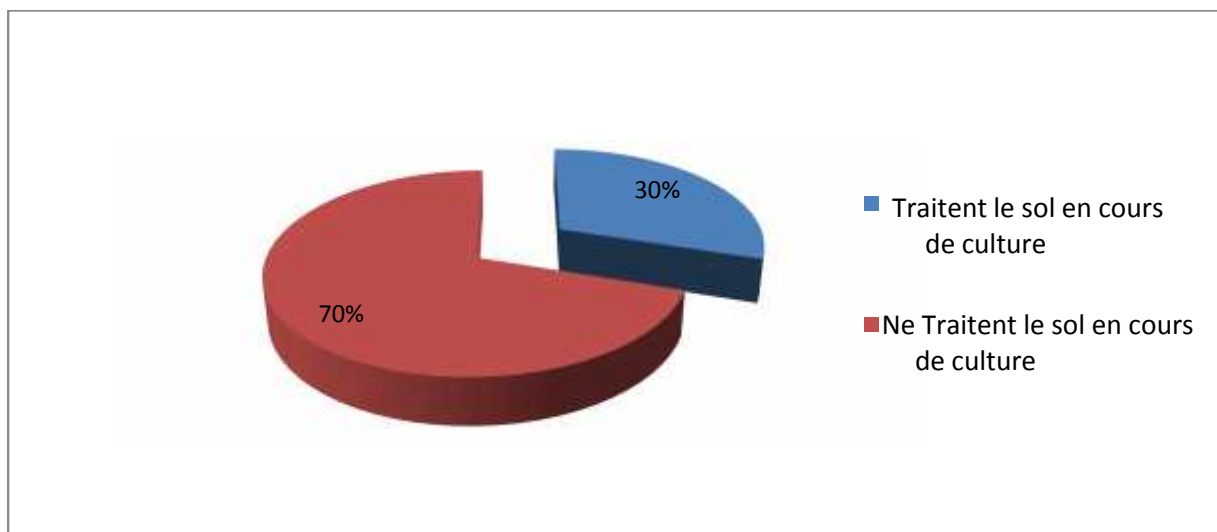


Fig. 33 : Traitement du sol en cours de culture.

### Ch. 3. Résultats et discussion

---

#### Résultats et discussion :

Nous avons étudié le degré de l'infestation des nématodes à kystes *Heterodera* dans les parcelles de différentes communes de la wilaya d'Ain Defla (Rouina, Ain Defla, Arib, Mekhatria). Les résultats obtenus ont révélé que l'état d'infestation diffère entre les communes prospectées. Le dénombrement des œufs 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 à 4,46 œufs +L2 /g du sol. En admettant que le seuil de nuisibilité est fixé à 10 L2/ g du sol (Mugniery, 1975), ce seuil n'a pas été atteint dans toutes les parcelles étudiées. Le degré d'infestation le plus élevé est noté à P2 de Ruina 4,46œufs+L2/g 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 nouvelles populations et ils ont récemment éclos sous l'effet des exsudats radiculaires de la plante hôte et les conditions favorables à l'éclosion. Dans toutes les parcelles étudiées la forte infestation n'est pas signalée. L'infestation moyenne est signalée dans quelques parcelles situées à Rouina et Ain Defla, 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 Rouina et Ain Defla sont des sols 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 maîtriser les populations de ces nématodes. Bélair (2005) affirme que le retour des plantes dans les champs infestés peut se faire seulement après 5 à 10 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.

### Ch. 3. Résultats et discussion

---

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.

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 faible niveau de technicité des agriculteurs :** Parmi les problèmes majeurs qui pourrait 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 de parcelle cultivé en céréales :** Les céréales sont cultivés en grand surfaces et les parcelles sont situées l'une à coté de l'autre, ce qui pourrait contribuer à la dissémination des nématodes d'une parcelle à l'autre dans le cas d'infestation de l'une de ces parcelles. Le moyen de dissémination peut être naturels par le vent, les eux de pluies ou le déplacement des animaux (Lehman, 1994 ; EFSA, 2012 ; Cronin et al, 1997)

**Type du sol :** Le type du sol de la majorité des exploitations enquêtées est un sol léger ce qui favorisent le développement des ces parasites.

**Le mode de conduite de la culture des céréales :**

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

-La monoculture qui est pratiquée dans un grand nombre des parcelles enquêtées est parmi les facteurs qui favorisent la multiplication de ces bio- agresseurs.

-Les rotations courtes répétées pendant plusieurs années successives dans les parcelles cultivées en céréales, augmentent le risque de pullulation des populations des Heterodera.

- Le mode d'irrigation par aspersion appliquée dans la plupart des exploitations enquêtés favorise aussi le développement des nématodes selon Hlaoua et al, 2010.

### Ch. 3. Résultats et discussion

---

–Les pratiques culturales contribuant à contrôler ces nématodes comme la jachère et le labour d’été, sont pratiqués dans quelques exploitations seulement. Dans la majorité des exploitations ces pratiques sont absentes, les agriculteurs ne connaissent pas comment maîtriser ces ravageurs.

–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 seigneur, 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 utilisation des produits phytosanitaires dans les exploitations enquêtées, on remarque que 15% des agriculteurs seulement désinfectent le sol avant la culture des céréales, et la majorité ne connaissent pas le nom de produit utilisé. L’utilisation des nématicides pourrait contribuer à réduire la densité de ces parasites mais vu le problème de pollution environnementale, leur emploi doit être minimisé et remplacé par des méthodes alternatives.

Le manque d’argent chez les agriculteurs ne les permet pas d’acheter ou utiliser les amendements très chère comme les plantes nématicides et la Biofumigation.

#### **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 ou parfois ils les confondent avec d’autres ravageurs. Ceci pourrait s’expliquer par l’inefficacité et le manque de performance des services de vulgarisation et de conseil agricole. Selon Bédrani (1993), l’efficacité de service de vulgarisation dépend d’abord des degrés de formation (générale et technique) et d’information des agriculteurs.

L’apprentissage d’un savoir –faire ou d’une technique est d’autant plus rapide (et donc moins coûteux) que celui auquel il s’adresse est préparé à le recevoir par ses connaissances générales et particulières.

Malgré les efforts fournis par les services de protection des végétaux de cette wilaya DSA pour contrôler les nématodes, il reste beaucoup à faire quant à la collaboration entre les services agricoles, les agriculteurs et chercheurs dans toutes les démarches entreprises pour

### **Ch. 3. Résultats et discussion**

---

prévenir l'introduction de ces parasites et pour limiter leur développement s'ils sont déjà installés. Ainsi, il serait judicieux d'intervenir à trois niveaux :

En premier niveau ,l'agriculteur doit comprendre qu'il est l'élément le plus important dans le processus de production .Il doit connaître les nématodes et leur dégâts sur les céréales ,et respecter toutes les mesures d'hygiène au sein de son exploitation et adopter un mode de conduite de culture adéquat qui limite le développement de ces parasites en accordant plus d'importance aux méthodes alternatives au pesticides (rotation ,variétés résistantes , la jachère). Il doit aussi améliorer son niveau de technicité.

En second lieu ,au niveau du ministère de l'agriculture et des services agricoles de la Wilaya DSA ,INPV ,ils doivent prendre les mesures suivantes :

-Création des établissements d'enseignement professionnel agricole auquel les agriculteurs auront accès et organisation de formations périodiques des agriculteurs pour fournir les connaissances techniques et les informations pouvant améliorer leurs conditions de travail et leur production.

-Amélioration de la performance des services de vulgarisation et du conseil :prendre en charge les soucis des vulgarisateurs en leur assurant des cours permanents en méthodologie de communication et recyclages selon les besoins de terrain et mettre à leur disposition toutes les moyens pour accomplir leur mission .Les agents responsables de la vulgarisation doivent donner des informations sur la morphologie ,les symptômes et les dégâts des nématodes, et comment prévenir et lutter contre ces parasites.

-En troisième niveau, il faut renforcer les relations ente l'Université et les instituts de Recherche Scientifique avec les structures agricoles et l'agriculteur afin de valoriser les résultats et partager le savoir-à faire avec les agriculteurs.

## Conclusion générale

---

Notre étude est une approche sur une enquête contre les nématodes à Kystes de céréales dans la wilaya d'Ain Defla. Pour contribuer à la lutte contre ces parasites, cela nécessite l'établissement d'une cartographie de leur répartition et la connaissance des principaux facteurs favorisant leur développement.

-L'étude de l'état d'infestation par les nématodes à Kystes des céréales *H. avenae* dans les quatre communes prospectées à Ain Defla montre que ces nématodes sont présents dans la plus part des parcelles étudiées avec des degrés d'infestation différents. Les parcelles de Rouina et d'Ain Defla présentent avec un degré d'infestation moyen le plus élevé est 4,46 œuf+L<sub>2</sub>/g du sol. Un faible degré a été enregistré dans les communes d'Arib et de Mekhatria. L'interaction de différents facteurs (humains, édaphiques, climatiques) ont un rôle essentiel dans l'infestation de ces communes.

-L'enquête réalisée dans cette wilaya révèle que les pratiques culturales (le type d'irrigation, le type de rotation), la mécanisation, le manque de formation chez les agriculteurs et l'absence ou l'inefficacité de la vulgarisation dans cette région sont des causes majeures des problèmes phytosanitaires. Donc, les différents instituts agricoles de production et de protection doivent s'intéresser à ce genre de problème en organisant des journées de vulgarisation au profit des agriculteurs afin de les sensibiliser et les aider à diminuer les risques de propagation de ce nématodes du genre *Heterodera* et minimiser les pertes dues à ces attaques. Il est recommandé d'organiser des journées de vulgarisation pour une meilleure connaissance de ce parasite par les agriculteurs. Il est indispensable de poursuivre les prospections dans les autres communes pour avoir plus d'informations sur sa distribution géographique et l'infestation. Le test des variétés de céréales utilisées dans cette région à

## **Conclusion générale**

---

l'égard de ce parasite est indispensable pour savoir plus sur la sensibilité, la tolérance ou la résistance de ce type de culture.



## Références bibliographiques

---

- 1- **AGRIOS G. N., 2005.** Plant Pathologie (5th Ed). London, UK: Academic Press, 922 p.
- 2- **AKHTAR M. et ALAM M.M., 1991-** Integrated control of plant. Parasitic nematodes on potato with organic amendments, nématocide and mixed cropping with mustard. *Nematol. Medit.*, 19: 169-171.
- 3- **ALAM M. S., NESA M. N., KHAN S. K., HOSSAIN M. B. and HOQUE A., 2007.**  
Varietal differences on yield and contributing characters of wheat under different levels of nitrogen and planting methods. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(11): 1388-1392, 2007.
- 4- **ANDERSSON S., 1968.** Variation in infection ability of *heterodera avenae*. *Rev. Nematologica* E. J. Bill, leiden, V. 11, pp. 121-124.
- 5- **ANDI (Agence Nationale de Développement de l'Investissement) 2013-** Wilaya Ain Defla. Ed. Agence nationale de développement et de l'investissement. 20 p.
- 6- **BACHELIER G., 1978.** La faune des sols : son écologie et son action O.R.S.T.O.M, Paris ,391p.
- 7- **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.
- 8- **BANYER R. J. et FISCHER J. M., 1971.** Effect of temperature on hatching of eggs of *heterodera avenae*. *Nematologica* 17: 519-534.
- 9- **BÉDRANI S., 1993-** La vulgarisation agricole au Maghreb : essai de synthèse d'un séminaire Cahiers Options Méditerranéennes *CIHEAM*, 2(1) : 3-11.
- 10- **BELAIR G., 2005-** Les nématodes, ces anguillules qui font suer les plantes...par la racine. *Phytoprotection*, 86 : 65-69.
- 11- **BELAID A. 2000.** Durum wheat in WANA: Production, trade, and gains from technological change. In: Eds. Royo C., Nachit M. M., Di Fonzo N., Araus J.L.. *Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. L'amélioration du blé dur dans la région méditerranéenne : Nouveaux défis*. Option Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 40, pp : 35-49.
- 12- **BERNARD E. C., 1992.** Soil nematode biodiversity. *Biology and Fertility of soils*, 14: 99-103.
- 13- **BURNS R., 2009.** Plant pathology: Techniques and protocols. Ed. Humana press, N.Y. USA, 321p.

## Références bibliographiques

---

- 14- 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.
- 15- 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.
- 16- CAUBEL G., PERSSON F. et RIVOAI R., 1980.** Les nématodes dans les rotations céréalières. *Persp. agric.*, (36) : 31-48.
- 17- CAYROL J. C., 1975.** Comment se maintenaient les nématodes dans le sol. *Rev. P.H.M.*, N°155, pp. 31-35.
- 18- CHOPPIN DE JANVRY E., 1971.** Les nématodes des céréales. In : les nématodes des cultures. Ed. A. C. T. A., Paris, pp. 273-291.
- 19- CIEMENT-GRANDCOURT M. et PRATS J., 1970.** Les céréales. Baillière, Paris-France, 351p.
- 20- COOK J., JOHNSON V. A. et ALLEN R. E., 1993.** Le blé. Méthodes traditionnelles de sélection des plantes : un aperçu historique dessiné à servir de référence pour l'évaluation du rôle de la biotechnologie moderne. Ed. Organisation de Coopération et de Développement Economique, France, 67p.
- 21- DE GUIRAN G., 1983.** Les ennemis invisibles. Les nématodes. Ed. La littorale S. A., Béziers, 42P.
- 22- D. S. A. d'Ain Defla, 2013.**
- 23- ESMENJAUD D., MARZIN H. et RIVOAI R., 1987.** Forets attaques du nématode *Heterodera avenae* sur le blé dur dans le lauragais. *Rev. Phytoma. Déf. Des cultures*. N°390, Paris, pp. 25-27.
- 24- FAO, 2013.** FAO STATISTICAL YEARBOOK 2013: World Food and Agriculture. FAO. 307p.
- 25- FAO. 2009.** (Food and Agriculture Organization). Les principaux producteurs et consommateurs de pomme de terre dans le monde. FAOSTAT.
- 26- FELDMAN et SEARS. 1981.** Les ressources génétiques du blé. *Pour la science* N°42 pp.35-38.
- 27- FERHAOUI S., 1993.** *Contribution à l'étude de la bioécologie du nématode à kyste des céréales Heterodera avenae (Nematoda, Heteroderidae) dans la région de Djendel. Essai de comportement variétal.* Thèse Ing., Agro., Inst., Nat., Agro., El-Harrach, 119p.

## Références bibliographiques

---

- 28- GAIRE R., PRICE T. J. A et FIDDIAN W. E. H., 1965.** Cereal root eelworm *Heterodera avenae* and spring barley varieties. *Nematologica*, E.J. Brill, Leiden, Vol.pp.267-272.
- 29- GAURE H. S., 1988.** Dissemination and mode of survival of nematodes in dust storms. *Indian J. Nematol.*, 18: 94-98.
- 30- GAUGLER R. et BILGRAMI A., 2004.** Nematode behavior. Ed. CAB international, London, 419 p.
- 31- GRAHAM C.W. (1980).** The effects of rainfall and soil type on the population dynamics of cereal cyst-nematode (*Heterodera avenae*) on spring barley (*Hordeum vulgare*) and spring oats (*Avena sativa*). *Ann. Appl. Bio.*, 94: 243-253.
- 32- GRECO N., 1981.** Hatching of *Heterodera carotae* and *H. avenae*. *Nematologica* 27, 366-371.
- 33- GRECO N., D'ADDABBO T., BRANDONISIO A., et ELIA F., 1993.** Damage to Italian Corps Caused by Cyst-forming Nematodes. Supplement to Journal of Nematology. V. 25 (4S), PP. 836-842.
- 34- HAMROUN W., 2006** *Etat d'infestation de quelque région céréalière d'Algérie.* Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El-Harrach, 121 p.
- 35- HLAOUA W., KALLEL S. HORRIQUE-RAOUANI N., 2010-** Effets des composantes de l'environnement et des pratiques culturales sur les communautés des nématodes.
- 36- HODDA M. et LOWRENCE I., 2009** Potato cyst nematode in Australia. Farming Ahead May 2009. N. 208 ([www.farmingahead.com.au](http://www.farmingahead.com.au)).
- 37- JOHNSON P.W. et FUSHTEY S.G.,** The biology of the cyst nematode *Heterodera avenae* in Canada II-nematode development and related anatomical changes in roots of oats and corn.
- 38- JOHNSON P.W. et FUSHTEY S.G.,** The biology of the cyst nematode *Heterodera avenae* in Canada II-nematode development and related anatomical changes in roots of oats and corn. *Nematologica*, V. 12, Leiden, pp. 630-638.
- 39- JONES F.M., 1982.** *The soil plant environment nematodes.* Ed. Southey, London, pp.64-82.
- 40- 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.

## Références bibliographiques

---

- 41- 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.
- 42- LAMBERTI F., GRECO N. et ZAOUCHI H., 1975.** Etude sur les nématodes et chez les palmiers dattiers et autres cultures importantes en Algérie. *Bull. Phytosanitaires, F. A. O.*, N°23, pp. 165-161.
- 43- LAMBSHEAD P., 2004.** Marine nematode biodiversity. In: Chen ZX, Chen SY & Dickson DW (eds.). *Nematology, Advances and Perspectives ACSE-TUP BOOK Series*, pp. 436-467.
- 44- LEHMEN P. S., 1994-** Dissemination of phytoparasitic nematodes. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of plant Industry, Gainesville. Circular N°.
- 45- MAEGHER J. W., 1974.** *The biology of the cereal cyst nematode (Heterodera avenae Woll.), and its interaction with a fungus in a soil-borne disease of weath. PhD thesis University of Melbourne, Australia. In Eastwood .R.F., 1995. Genetic of resistance to Heterodera avenae in Triticum tauschii and its transfer to bread wheat (Triticum aestivum).* PhD Thesis, university of Melbourne, Australie, 221p.
- 46- 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.
- 47- MEACHER J. W., 1977.** World dissemination of the cereal-cyst nematode (*Heterodera avenae*) and its potential as a pathogen of wheat. *Journal of Nematology* 9, 9-15.
- 48- 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.
- 49- 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.
- 50- MOKABLI A., 2006.** Geographical distribution of the cereal cyst nematodes, *Heterodera avenae* and *H. latipons* and the susceptibility of some cereal cultivars to infection in Alegria. Ninth Arab Congress of Plant Protection, 19-23 November 2006, Damascus, Syria, p. E-112.

## Références bibliographiques

---

- 51- 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.
- 52- 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.
- 53- 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.
- 54- MUGNIERY D., 1975-** Importance des dégâts provoqués en France par les nématodes à kystes. *FR.*, 60, 636-644.
- 55- NICKLE W. R., 1991.** Manual of agricultural nematology. CRC Press, New York, USA 1025p.
- 56- NICOL, J. M., 2002.** Important Nematode Pests of Cereals. In :B. C. Curtis (Ed.), *Wheat Production and Improvement*. Rom, Italy : FAO. Plant Production and Protection Series,FAO. Pp. 345-366.
- 57- NICOL J. M., ELEK IO LU I., et RIVOL R., 2007.** The global importance of the cereal cyst nematode (*heterodera spp.*) on wheat and international approaches to its control. *Communications in Agricultural and Applied Sciences*, 72, 677-686.
- 58- 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.
- 59- 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.
- 60- PERSON-DEDRYVER F., 1989.** Les nématodes. In: *Ennemis et maladies des prairies*. Ed. INRA, pp. 173-177.
- 61- RAMADE F., 2003.** *Elément d'écologie*. Ed. Dunod, Paris, 689p.
- 62- RAMMAH A., 1994.** Cereal cyst nematode (*Heterodera avenae*) in Morocco. *Arab and Near East Plant Protection Newsletter*, 19:40.
- 63- REDDY P. P., 1983.** *Plant nématology*. *Agric. Publish. Acad.*, India, 287p.
- 64- 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.

## Références bibliographiques

---

- 65- RETTER, M., 1982.** Importance des nématodes à Kystes des céréales. Bulletin OEPP 12, 307-316.
- 66- 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. Acard. Agric., C. R. T. 12, pp. 959-970.
- 67- RIVOLOAL R., 1986 b.** Nuisibilité du nématode à Kyste *Heterodera avenae* et perspectives de lutte. In : les rotations céréalières intensives. Dix années d'étude concentrées. Journ. Etudes, INRA., pp. 203-212.
- 68- RIVOLAL R., et BESSE T. 1982.** Le nématode à kyste des céréales. *Perspectives Agricoles*, 63, 38-43.
- 69- 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.
- 70- 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.
- 71- RIVOAL R., DOUSSINAULT G. et JAHIER J., 1986.** Résistance au développement d'*Heterodera avenae* Woll. Chez différentes espèces de Triticum. Agronomie, 6 : 759-765.
- 72- RIVOAL R. et PERSON-DEDRYVER F., 1982.** Caractérisation des pathotypes d'*Heterodera avenae* en France : Influence de la période de culture sur le pouvoir eggs of discriminant de cultivars d'*Avena sativa* et de différences dans la capacité à former des femelles. Bull. OEPP, V. 12, N°4, pp. 387-391.
- 73- 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.
- 74- RIVOAL R., PERSON-DEDRYVER F., CAUBEL G. et SCOTTO La MASSES C., 1978.** Méthodes d'évaluation de la résistance des céréales au développement des nématodes : *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera avenae* et *Pratylenchus* sp. *Annales d'Amélioration des Plantes*. 28, 371-394.
- 75- ROMERO D., 1982.** Nuevos datos sobre la morfologica de *Heterodera avenae* en Espana. *Rev. Nematol. Medit.*, N°18, pp. 145-149.
- 76- SACRISTEN J.C., SANCHEZ A. et BELLO A., 1983.** Interés de los recursos Filogeneticos y de las variedades resistentes en control de *Heterodera avenae* woll., Nematodo Specifico de los cereales en Espana. IN : Los recursos filogeneticos y las nuevas

## Références bibliographiques

---

Variedades vegetales : sa impacto en el sector agrario. ITEA. A.extra, (2), Espagne, pp, 33-347.

**77- 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.

**78- SCHNEIDER J., 1965.** Le nématode des racines des céréales. *Phytoma*, défense des cultures, pp. 17-21.

**79- SCOTTO La MASSESE C.1961.** Aperçu sur les problèmes posés sur les nématodes phytoparasites en Algérie. Journées d'étude et d'information, Versailles, 83-109.

**80- SHEPHERD A. M., CLARK S.A. et KEMPTON A., 1972.** Cuticule structure in the genus *Heterodera*. *Rev. Nematologica*, V. 18, Leiden, pp. 1-17.

**81- 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.

**82 – SHIABOVA T. N., 1982.** Pathogenicity factors of *Heterodera avenae*. *Nauchno Tekhnicheskii Byulleten'VASKHNIL, Sibirskoe Otdelenie*, 22: 32-36

**83- SIKORA R. A., 1987.** Plant parasitic nematodes of wheat and barley in temperate semi-arid regions comparative analysis. In "Nematodes parasitic to cereal and legumes in temperate semi-arid regions. "Aleppo, pp. 46-68.

**84- 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

**85- SMILEY R. W., INGHAM R. E., UDDIN W. et COOK G.H., 1994.** Crop sequences for winter wheat in soil infested cereal cyst nematode and fungal pathogens. *Plant Disease*, 78: 1142-1149.

**86- 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.

**87- STONE A. R. et HILL A. J., 1982.** Some problems posed by the *Heterodera avenae* complex. *EPPO Bulletin*, 12: 317-320.

**88- STONE A.R. 1977.** Recent développements and some problems in the taxonomy of *Heterodera*. *Rev. Nematologica*. V. 23, Leiden, pp. 273-288.



## Références bibliographiques

---

- 89- TALAMALI L., 2004.** La libération du marché des céréales en Algérie. Office Algérien Interprofessionnel des Céréales OAIC. La Nouvelle République, Algérie, 14-16P p.
- 90- TAYLOR A.L., 1968.** *Introduction à la recherche sur les nematodes phytoparasites.* Manuel F.A.O., Rome, 135 p.
- 91- TRIGIANO R.N., WINDHAM M. T. et WINDHAM A.S., 2004.** Plant pathology: Concepts and laboratory exercices. CRC press, Washington, 702.
- 92- VOVLAS N., 1985.** Morphologie and histology of the cereal cyst-nematode, *Heterodera avenae* Woll., attacking wheat, oat and barley in Italy. *Rev. Nematol. Medit.*, V. 13, pp. 87-96.
- 93- WALLER J. M., LENNE J.M. et WALLER S. J., 2002.** Plant pathologist's pocketbook (3 rd Ed). CAB international, London, 516p.
- 94- WILIAMS T. D. et SIDDIQI M.R., 1972.** *Heterodera avenae*. In: descriptions of plant-parasitic nematodes. *Commonwelth Institute of Helminthology* set. N°2, clows et Sons Ltd, London, 4p.
- 95- 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.
- 96- WOUTS W. M., 1985.** Phygenetic classification of the family *Heteroderidae* (Nematoda, Tylenchida.). *Systematic parasitology*. V. 7, Pays-Bas, pp. 295-328.



## Annexe

**Annexe 1** : L'infestation des parcelles par nématode à kystes *Heterodera avenae* dans la région d'Ain Defla.

Commune	Parcelle	Nombres de kystes pleins	Nombres de kystes vides	% kystes pleins	% kystes vides	Nombre total de kystes	L2+œufs/500g	L2+œufs/g
Rouina	P1	5	7	41,66	58,33	12	456	0,91
	P2	18	28	39,13	60,86	46	3699	7,39
	P3	15	15	50	50	30	2541	5,08
	<b>Moyens</b>	<b>12,66</b>	<b>16,66</b>	<b>43,59</b>	<b>56,39</b>	<b>29,33</b>	<b>2232</b>	<b>4,46</b>
	<b>Ecartype</b>	<b>6,80</b>	<b>10,59</b>	<b>5,68</b>	<b>5,68</b>	<b>17</b>	<b>1643,33</b>	<b>3,28</b>
Ain Defla	P1	7	20	25,92	74,07	27	598	1,19
	P2	10	40	20	80	50	1200	2,4
	P3	0	8	0	100	8	0	0
	<b>Moyens</b>	<b>5,66</b>	<b>22,66</b>	<b>15,30</b>	<b>84,69</b>	<b>28,33</b>	<b>600</b>	<b>1,2</b>
	<b>Ecartype</b>	<b>5,13</b>	<b>16,16</b>	<b>13,58</b>	<b>13,58</b>	<b>21,03</b>	<b>599,33</b>	<b>1,19</b>
Arib	P1	02	7	22,22	77,77	9	210	0,42
	P2	0	0	0	0	0	0	0
	P3	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Moyens</b>	<b>0,6</b>	<b>2,33</b>	<b>7,4</b>	<b>25,92</b>	<b>3</b>	<b>70</b>	<b>0,14</b>
	<b>Ecartype</b>	<b>1,15</b>	<b>4,04</b>	<b>12,82</b>	<b>44,90</b>	<b>5,19</b>	<b>121,24</b>	<b>0,24</b>
Mekhatria	P1	0	0	0	0	0	0	0
	P2	0	4	0	100	4	0	0
	P3	5	13	27,77	72,22	18	780	1,56
	<b>Moyens</b>	<b>1,66</b>	<b>5,66</b>	<b>9,25</b>	<b>57,40</b>	<b>7,33</b>	<b>260</b>	<b>0,52</b>
	<b>Ecartype</b>	<b>2,88</b>	<b>6,65</b>	<b>16,03</b>	<b>51,61</b>	<b>9,45</b>	<b>450,33</b>	<b>0,9</b>

**Annexe 2** : Information sur les céréales dans les différentes parcelles échantillonnées dans les différentes communes de la wilaya d'Ain Defla.

Commune	Parcelle	Variété de culture	Précédent culturale	Mode d'irrigation
Rouina	P1	Vitron	Pt/céréale	Pas d'irrigation
	P2	Vitron	Céréale/céréale	Aspersion
	P3	Vitron	Céréale/pt	Pas d'irrigation
Ain Defla	P1	Vitron	Céréale/pt	Pas d'irrigation
	P2	Vitron	Céréale/Céréale	Pas d'irrigation
	P3	Vitron	Jachère/pastèque	Aspersion
Arib	P1	Vitron	Pt/céréales	Aspersion
	P2	Vitron	Pt/céréale	Pas d'irrigation
	P3	Chanaise	Céréale/pt	Pas d'irrigation
Mekhatria	P1	Vitron	Céréales/pt	Pas d'irrigation
	P2	Vitron	Céréale/pt	Pas d'irrigation
	P3	Chanaise	Pt/pt	Pas d'irrigation

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

:

**Localisation**

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

**Type d'exploitation**

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

Type de céréales

- Céréales de production                       Multiplication des semences

Superficie étudiée.....ha

Superficie totale 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.....



Avez-vous réalisé une analyse nématologique  Oui  Non

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

Quant ?.....Résultat de l'analyse  Positif  Négatif

### **Traitement utilisés contre les nématodes**

#### Lutte préventive

Rotation culturale  Monoculture  Polyculture  Jachère  Labour d'été

Désinfection du sol avant culture  Oui  Non

Nématicide utilisé :

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

Dose.....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'application.....

Fréquence.....Alternance.....

#### Amendement

Minéral .....  Organique.....

Dose.....Dose.....  
.....

#### Autres traitements

Insecticides .....Fréquence.....

Fongicides .....Fréquences.....

Herbicides .....Fréquence.....

Autres .....Fréquence.....

## Résumé

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

L'étude de l'état d'infestation par *Heterodera* 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 4,46L2/g du sol.

L'enquête réalisée dans cette wilaya révélée que le manque de formation chez les agriculteurs et l'ennifécacité de vulgarisation ont un rôle primordial dans la dissémination de ces nématodes.

**Mots clés :** *Heterodera*, degré d'infestation, enquête.

---

هذا العمل هو الديدان الخيطية ذات الأكياس الضارة بالقمح في بعض مناطق ولاية عين الدفلى بين أن هذه الديدان متواجدة في جميع هذه المناطق المدروسة و تظهر هذه الدراسة أن أعلى درجة من الإصابة هي 4,46 , يرقة في الغرام أما البحث الذي أجريناه مع الفلاحين أن انعدام التدريب بين المزارعين و عدم فعالية الإرشاد لها دور رئيسي في انتشار هذه الديدان الخيطية

:

, enquête *Heterodera*